تنوع فیتوشیمیایی و فعالیت آنتی‌اکسیدانی جمعیت‌های مختلف گیاه دارویی مینای اصفهانی (*Tanacetum lingulatum* (Boiss.) Bornm.) در رویشگاه‌های طبیعی استان اصفهان

پگاه مظفری مال امیری[۱]، عبدالله قاسمی پیربلوطی[۲*]، محمدباقر رضایی[۳]، فائزه رجب زاده[۴] و کامکار جایمند[۵]

[۱] دانشجوی دکتری باغبانی-گیاهان دارویی و معطر، واحد شهرکرد، دانشگاه آزاد اسلامی، شهرکرد، ایران

[۲] استاد گیاهان دارویی و فراسودمندها، علوم پزشکی تهران، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران (a.ghasemi@iautmu.ac.ir)

[۳] استاد گروه شیمی آلی، گروه گیاهان دارویی و فرآورده‌های جانبی، پژوهشکده جنگل‌ها و مراتع، تهران، ایران

[۴] استادیار گروه زراعت، واحد شهرقدس، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

[۵] دانشیار گروه فیتوشیمی، گروه گیاهان دارویی و فرآورده‌های جانبی، پژوهشکده جنگل‌ها و مراتع، تهران، ایران

چکیده

شناسایی رویشگاه‌های مختلف و ارزیابی تأثیر عوامل محیطی بر عملکرد مواد مؤثره گیاهان دارویی، کمکی پایه‌ای برای حفظ تنوع ژنتیکی این گیاهان می‌باشد. این پژوهش طی سال‌های ۱۳۹۹-۱۳۹۶ در سه رویشگاه طبیعی از استان اصفهان اجرا شد. اندام هوایی گیاه مینای اصفهانی (*Tanacetum lingulatum Boiss.* Bornm) در مرحله گلدهی کامل برداشت و به آزمایشگاه مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور منتقل شد. محتوای فنل و فلاونوئید کل به‌ترتیب توسط روش فولین-سیوکالتیو و رنگ‌سنجی کلریدآلومینیوم اندازه‌گیری شد. فعالیت آنتی‌اکسیدانی عصاره با استفاده از روش اندازه‌گیری کاهش ظرفیت رادیکالی به کمک DPPH ارزیابی شد. نمونه‌های اسانس به‌روش تقطیر با آب استخراج و با استفاده از گاز کروماتوگرافی متصل به طیف سنج جرمی تجزیه شدند. با توجه به نتایج، میزان فنل، فلاونوئید کل، فعالیت آنتی‌اکسیدانی و میزان اسانس، تنها تحت‌تأثیر تیمار جمعیت قرار گرفتند. بیشترین میزان فلاونوئید کل (۰/۲۹ میلی‌گرم کوئرستین بر گرم ماده‌خشک)، فعالیت آنتی‌اکسیدانی (۵۳/۶۷ میلی‌گرم بر میلی‌لیتر) و میزان اسانس (۰/۱۵ درصد حجم به وزن) مربوط به رویشگاه کوه‌سفید بود که نسبت به دو رویشگاه دیگر دارای کمترین ارتفاع از سطح دریا، متوسط درجه‌حرارت سالانه و اسیدیته خاک و بیشترین کربن آلی خاک و بارندگی سالانه می‌باشد. بیشترین میزان فنل کل در منطقه لاشتر (۰/۰۵ میلی‌گرم گالیک‌اسید بر گرم وزن خشک) به‌دست آمد. مهمترین ترکیبات شناسایی شده اسانس شامل *cis*-sabienene hydrate (۱۲-۲۴ درصد)، camphene (۳-۱۵ درصد)، *n*-decanal (۱۱-۲۴ درصد)، dihydro- linalool (۱-۹ درصد)، *cis*- β- terpineol (۷-۹ درصد)، nerol oxide (۱-۱۶ درصد) و *cis*-pinocarveol (۸-۲۰ درصد) بودند. تفاوت‌های مشاهده شده در صفات مورد بررسی در رویشگاه‌های مختلف می‌تواند ناشی از تفاوت ویژگی‌های اکولوژیک باشد. در نهایت، جمعیت کوه‌سفید به‌دلیل برخورداری از میزان اسانس و فعالیت آنتی‌اکسیدانی بیشتر می‌تواند یکی از رویشگاه‌های هدف برای حفظ تنوع ژنتیکی گیاه دارویی مینای اصفهانی باشد.

این مقاله نهایی نیست و پس از انتشار تغییراتی خواهد داشت.

واژه‌های کلیدی: اسانس، تأثیرات اکولوژیک، محتوای فنل و فلاونوئید، *cis*-Sabienene hydrate، *n*-Decanal.

مقدمه

افزایش جمعیت و نیاز صنایع داروسازی، غذایی و آرایشی- بهداشتی به گیاهان دارویی و معطر به عنوان مواد اولیه، سبب توسعه کشت و تولید این گروه از گیاهان شده است. جنس *Tanacetum* L. متعلق به خانواده Asteraceae بوده و شامل حدود ۱۶۰ گونه در جهان است (Sadeghian *et al.*, 2019). یکی از گونه‌های انحصاری نادر جنس تاناستوم در ایران مینای اصفهانی یا مینای زبانکی (*Tanacetum lingulatum* (Boiss.) Bornm.) می‌باشد که در نواحی مرکزی ایران از جمله استان‌های اصفهان و کرمان یافت می‌شود (Amjad *et al.*, 2016). مینای اصفهانی، گیاهی علفی، چند ساله، کمی خشبی و چوبی و گاهی درختچه‌ای که بافت آن پوشیده از کرک‌های چنگال شکل است. همچنین، ساقه آن عمودی و زاویه‌دار به طول ۲۰ تا ۴۰ سانتی‌متر با برگ‌های نوک نیزه‌ای شکل به رنگ مات بوده و گل‌ها زرد رنگ که هر گل از لوله‌ای به طول ۳ سانتی‌متر تشکیل شده است (Afsharypuor and Mosaffa Jahromy, 2003). مهمترین ترکیبات شیمیایی شناسایی شده در روغن فرار حاصل از مینای اصفهانی، آلفاپینن، ۱،۸- سینئول، سابینن، پیرولیدینون، کامفن و کامفر می‌باشد (Afsharypuor and Mosaffa Jahromy, 2003; Olamazadeh *et al.*, 2014).

بسیاری از گونه‌های تاناستوم در طب سنتی، غذا، علوفه و گیاهان زینتی استفاده می‌شوند. روغن‌های فرار گونه‌های این جنس به‌دلیل وجود ترپنوئیدها دارای اثرات ضد تغذیه حشرات، ضدتومور و ضدمیکروبی بوده و برای درمان درد و التهابات استفاده می‌شوند (Amjad *et al.*, 2016). تاناستوم‌ها، منبع غنی از متابولیت‌های ثانویه مانند ترکیبات فنلی، فلاونوئیدها، مونوترپنوئیدها و سزکوئی‌ترپن لاکتون‌ها می‌باشند (Ghasemi Pirbalouti, 2019a). سزکوئی‌ترپن لاکتون‌ها دسته‌ای از ترپنوئیدهای طبیعی هستند که به‌دلیل فعالیت های بیولوژیکی خاص از لحاظ دارویی دارای اهمیت بالایی برای انسان می‌باشند. پتانسیل ضد التهابی گونه‌های تاناستوم عمدتاً به‌دلیل میزان بالای سزکوئی‌ترپن لاکتون‌های آن‌ها است (Amjad *et al.*, 2016).

گیاهان برای کاهش اثرهای نامطلوب تنش‌ها، سازوکارهای حفاظتی مختلفی از جمله سیستم آنتی‌اکسیدانی آنزیمی و غیر آنزیمی مانند ترکیبات فنلی و فلاونوئیدها دارند. آنتی‌اکسیدان‌ها با حذف رادیکال‌های آزاد یا ممانعت از تشکیل آن‌ها، از سلول‌ها در برابر آسیب اکسیداتیو محافظت می‌کنند (هاشمیان و همکاران، ۱۳۹۹). ترکیب‌های فنلی به‌صورت موثری به‌عنوان دهنده هیدروژن عمل می‌کنند و با داشتن خاصیت آنتی‌اکسیدانی و آنتی‌رادیکالی می‌توانند نقش مهمی در نگهداری محصولات غذایی و حفظ سلامتی انسان ایفا نمایند. فلاونوئیدها نیز گروه بزرگی از ترکیبات فنلی هستند که با حذف رادیکال‌های آزاد و یا سازوکارهایی مثل خاموش کردن اکسیژن منفرد از اکسیداسیون لیپید جلوگیری می‌کنند و موجب سازگاری گیاهان به شرایط تنش‌زای محیطی می‌شوند (Firuzeh *et al.*, 2019).

محصول زراعی یک گیاه دارویی، زمانی که مقدار متابولیت‌های ثانویه آن به حد مطلوب رسیده باشد، از نظر اقتصادی مقرون به‌صرفه است (Ghasemi Pirbalouti *et al.*, 2019b). بیوسنتز متابولیت‌های ثانویه مانند اسانس‌ها تحت تأثیر عوامل وراثتی (ژنوتیپ، رقم، شیمی‌تیپ، زیرگونه و مرحله فنولوژیکی)، عوامل محیطی (اکولوژیکی و مدیریتی) و برهمکنش‌های آنها است (Memarzadeh *et al.*, 2020; Bakhtiar *et al.*, 2021; Farhadi *et al.*, 2020).

این مقاله نهایی نیست و پس از انتشار تغییراتی خواهد داشت.

اگرچه این ترکیبات اساساً تحت فرایندهای ژنتیکی ساخته می‌شوند، اما محیط به‌عنوان مهمترین عامل مؤثر بر میزان بیان ژن‌های بیوسنتز کننده ترکیبات ثانویه در گیاهان دارویی مطرح است (Momeni *et al.*, 2020). عوامل محیطی مختلف مانند اقلیم رویشگاه، ارتفاع از سطح دریا، نوع خاک و تراکم و ترکیب جمعیت‌های گیاهی باعث ایجاد تغییراتی در رشد و مقدار و کیفیت مواد مؤثره گیاهان دارویی (مانند گلیکوزیدها، استروئیدها و روغن‌های فرار) می‌شوند (Alavi Samany *et al.*, 2022). بنابراین با شناخت عوامل محیطی مؤثر بر کمیت و کیفیت مواد مؤثره گیاهان دارویی می‌توان به حداکثر مقدار محصول دست یافت. اگرچه گونه‌های مختلف جنس تاناستوم به‌دلیل خواص دارویی خود به‌طور گسترده‌ای شناخته شده‌اند، اما تحقیقات زیادی در خصوص خواص فیتوشیمی گونه مینای اصفهانی وجود ندارد، بنابراین، این تحقیق با بررسی تنوع فیتوشیمیایی و خواص آنتی‌اکسیدانی جمعیت‌های مختلف گیاه مینای اصفهانی در رویشگاه‌های طبیعی استان اصفهان، سعی در ارائه شرایط اکولوژیکی و محیطی مناسب برای افزایش میزان تولید متابولیت‌های ثانویه این گیاه دارویی ارزشمند دارد.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در طی سه سال (۱۳۹۹-۱۳۹۶) در سه رویشگاه طبیعی از استان اصفهان اجرا شد. اندام‌های هوایی (گل آذین و برگ) سه جمعیت گیاه مینای اصفهانی در مرحله گلدهی کامل در ماه‌های شهریور و مهر با سه تکرار به صورت دستی برداشت و به آزمایشگاه مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور منتقل شدند. مشخصات محل جمع‌آوری جمعیت‌های مورد مطالعه در جدول ۱، آمار هواشناسی مناطق مورد مطالعه در جدول ۲ و نتایج تجزیه فیزیکی و شیمیایی خاک محل‌های آزمایش در جدول ۳ ارائه شده است.

جدول ۱- مشخصات محل جمع‌آوری جمعیت‌های گونه مینای اصفهانی

رویشگاه	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی	ارتفاع از سطح دریا (متر)
لاشتر	۵۲ درجه و ۱ دقیقه شرقی	۳۲ درجه و ۳۷ دقیقه شمالی	۱۷۴۷
دومبلینی	۵۲ درجه و ۲ دقیقه شرقی	۳۲ درجه و ۳۴ دقیقه شمالی	۱۷۰۰
کوه سفید	۵۱ درجه و ۳۵ دقیقه شرقی	۳۲ درجه و ۳۶ دقیقه شمالی	۱۶۰۰

جدول ۲- میانگین تغییرات دمایی و بارندگی منطقه مورد مطالعه طی ۱۳۹۹-۱۳۹۶

رویشگاه	سال	حداقل دمای سالانه (درجه سانتی‌گراد)	حداکثر دمای سالانه (درجه سانتی‌گراد)	متوسط دمای سالانه (درجه سانتی‌گراد)	بارندگی (میلی‌متر)
لاشتر	۱۳۹۶-۱۳۹۷	۲۲/۵۰	۵۳/۰۰	۳۷/۷۰	۲۱۳/۰۰
	۱۳۹۷-۱۳۹۸	۲۷/۰۰	۵۰/۰۰	۳۸/۵۰	۲۳۶/۰۰
	۱۳۹۸-۱۳۹۹	۲۳/۰۰	۵۱/۰۰	۳۷/۰۰	۱۹۸/۰۰
دومبلینی	۱۳۹۶-۱۳۹۷	۹/۱۰	۲۵/۳۰	۱۷/۲۰	۵۱۴/۳۰
	۱۳۹۷-۱۳۹۸	-۱۰	۴۵/۰۰	۱۹/۰۰	۵۶۲/۰۰
	۱۳۹۸-۱۳۹۹	۱۰/۰۰	۲۸/۰۰	۱۹/۰۰	۵۰۲/۰۰
کوه سفید	۱۳۹۶-۱۳۹۷	-۲۰	۴۳/۰۰	۱۴/۰۰	۴۵۶/۸۰
	۱۳۹۷-۱۳۹۸	-۲۵	۴۲/۰۰	۱۱/۵۰	۴۱۶/۰۰
	۱۳۹۸-۱۳۹۹	-۱۸	۴۱/۰۰	۱۱/۵۰	۴۴۳/۰۰

این مقاله نهایی نیست و پس از انتشار تغییراتی خواهد داشت.

جدول ۳- نتایج تجزیه فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش

رویشگاه	عمق‌خاک (سانتی‌متر)	سال	بافت خاک	کربن آلی (درصد)	هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس برمتر)	واکنش
لاشتر	۰-۳۰	۱۳۹۶-۱۳۹۷	سیلتی کلی لوم	۰/۸۰	۰/۷۴	۷/۹۲
		۱۳۹۷-۱۳۹۸		۰/۹۰	۰/۷۶	۷/۴۲
		۱۳۹۸-۱۳۹۹		۰/۸۰	۰/۷۷	۷/۸۶
دومبلینی	۰-۳۰	۱۳۹۶-۱۳۹۷	سندی کلی	۱/۰۰	۰/۴۹	۷/۲۰
		۱۳۹۷-۱۳۹۸		۰/۵۱	۰/۷۸	۷/۷۰
		۱۳۹۸-۱۳۹۹		۱/۲۰	۰/۴۷	۷/۲۰
کوه سفید	۰-۳۰	۱۳۹۶-۱۳۹۷	سیلت لوم	۱/۱۰	۰/۶۴	۶/۳۰
		۱۳۹۷-۱۳۹۸		۱/۱۰	۰/۶۵	۷/۴۰
		۱۳۹۸-۱۳۹۹		۱/۳۰	۰/۵۲	۶/۴۲

تعیین مقدار فنل کل

محتوای فنل کل با استفاده از معرف فولین- سیوکالتیو توسط دستگاه اسپکتروفتومتر UV-Vis مدل (UNICO UV 2100) اندازه‌گیری شد. به نیم میلی‌لیتر از عصاره (مقدار ۰/۰۰۵ گرم پودر نمونه در ۱ میلی‌لیتر متانول)، ۲ میلی‌لیتر واکنشگر فولین سیوکالتیو ۱۰ درصد و پس از ۵ دقیقه، ۲ میلی‌لیتر از محلول ۵ درصد کربنات سدیم به آن اضافه شد. جذب نمونه‌ها پس از ۲ ساعت در طول موج ۷۶۰ نانومتر توسط دستگاه اسپکتوفوتومتر در مقابل بلانک قرائت شد (Wojdylo *et al.*, 2007). گالیک اسید به‌عنوان استاندارد برای رسم منحنی کالیبراسیون به کار رفت و میزان فنل کل بر اساس میزان معادل میلی‌گرم گالیک اسید بر گرم ماده خشک گزارش گردید.

تعیین مقدار فلاونوئید کل

از روش رنگ سنجی کلرید آلومینیوم برای تعیین مقدار فلاونوئید کل استفاده شد (Chang *et al.*, 2002). دراین روش نیم میلی‌لیتر از عصاره متانولی با ۱/۵ میلی‌لیتر متانول، ۰/۱ میلی‌لیتر کلرید آلومینیوم (۱۰ درصد متانولی)، ۰/۱ میلی‌لیتر استات پتاسیم (۱ مولار) و ۲/۸ میلی‌لیتر آب مقطر ترکیب شدند. سپس محلول‌ها در دمای اتاق به‌مدت ۳۰ دقیقه قرار داده شدند. جذب محلول‌ها در ۴۱۵ نانومتر با دستگاه اسپکتروفتومتر اندازه‌گیری شد. پس از رسم منحنی استاندارد با استفاده از محلول‌های کوئرستین (Quercetin, Sigma Chemical Co.) در حلال متانول در غلظت-های ۲۵۰-۱۰۰۰ میکروگرم بر میلی‌لیتر، معادله خط y=ax+b به‌دست آمد. جذب‌های خوانده شده از نمونه‌ها به جای y قرار داده شد و x یا همان غلظت به‌دست آمد و میزان فلاونوئید کل بر اساس میزان معادل میلی‌گرم کوئرستین بر گرم ماده خشک گزارش گردید.

ارزیابی فعالیت آنتی‌اکسیدانی به روش قدرت مهارکنندگی رادیکال‌های آزاد DPPH

فعالیت آنتی‌اکسیدانی عصاره با استفاده از روش اندازه‌گیری کاهش ظرفیت رادیکالی به کمک ۲-۲ دی فنیل-۱-پیکریل هیدرازیل (DPPH) مورد ارزیابی قرار گرفت (Brand-Williams *et al.*, 1995). در این روش ۳۰۰

این مقاله نهایی نیست و پس از انتشار تغییراتی خواهد داشت.

میلی‌گرم از نمونه‌های خشک شده پودر گردید و به همراه ۹ میلی‌لیتر متانول خالص به داخل فالکون منتقل شد. فالکون‌ها به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد در محیط تاریک نگهداری شدند. سپس ۰/۱ میلی‌لیتر از عصاره گیاهی به ۳/۹ میلی‌لیتر DPPH استوک ساخته شده (۰/۰۰۴ گرم DPPH در ۱۰۰ میلی‌لیتر متانول) اضافه شده و به مدت ۳۰ دقیقه در تاریکی قرار گرفت و میزان جذب آن در طول موج ۵۱۷ نانومتر با اسپکتروفتومتر قرائت گردید. در نهایت، نتایج به‌صورت IC_{50} از طریق رابطه ۱ محاسبه شد:

$$\text{درصد } IC_{50} = \left[{\left(A_{blank} - A_{sample}\right)}/{A_{blank}} \right] \times 100 \quad \text{رابطه (۱)}$$

در این فرمول A_{blank} و A_{sample} به ترتیب میزان جذب شاهد و نمونه را نشان می‌دهد.

اسانس‌گیری

گل‌آذین و برگ‌های نمونه‌های گیاهی جمع‌آوری شده به مدت یک هفته در سایه در دمای اتاق (۴±۲۵ درجه سانتی‌گراد) خشک و آسیاب شده و از الک (مش ۲۰) عبور داده شدند. سپس اسانس موجود در آنها به روش تقطیر با آب با استفاده از دستگاه کلونجر به مدت ۳ ساعت استخراج گردید، به این ترتیب که در هر بار اسانس‌گیری ۸۰ تا ۱۰۰ گرم از بخش‌های هوایی خشک شده را در بالون ۱ لیتری دستگاه کلونجر ریخته و ۳ تا ۶ برابر وزن ماده گیاهی آب به آن اضافه شد. اسانس استحصالی توسط پیپت پاستور از آب جدا گردید و عمل آب‌گیری کامل از آن با استفاده از سدیم سولفات بی آب انجام گرفت و سپس در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد نگهداری شد.

شناسایی ترکیبات شیمیایی موجود در اسانس

برای تجزیه جداسازی و شناسایی ترکیبات موجود در اسانس از دستگاه گروماتوگرافی گازی (GC) و کروماتوگرافی متصل به طیف‌سنجی جرمی (GC/MS) استفاده شد. دستگاه کروماتوگرافی گازی Agilent مدل 7890B و مجهز به آشکاساز FID بود. ستون HP-5 به طول ۳۰ متر و قطر ۰/۳۲ میلی‌متر و ضخامت لایه فاز ساکن ۰/۲۵ میکرومتر بوده و برنامه‌ریزی حرارتی از ۶۰ تا ۲۸۰ درجه سانتی‌گراد با سرعت افزایش ۵ درجه سانتی‌گراد در دقیقه انجام شد. دمای قسمت تزریق و آشکارساز به‌ترتیب ۲۵۰ و ۲۸۰ درجه سانتی‌گراد بود. گاز حامل هلیوم با سرعت جریان ۱/۱ میلی‌لیتر بر دقیقه به‌عنوان فاز متحرک مورد استفاده قرار گرفت. میزان اسانس تزریق شده به دستگاه ۰/۱ میکرولیتر بود که به صورت دستی به نسبت ۱ به ۱۰۰، اسپیلت تزریق شد. همچنین، دستگاه کروماتوگرافی متصل به طیف‌سنج جرمی (GC-MS) از نوع Agilent 5975 C بود. انرژی یونیزاسیون در طیف‌سنج جرمی ۷۰ الکترون ولت انتخاب شد. طیف جرمی از *m/z* ۵۰–۵۵۰ بود. شناسایی طیف‌ها به کمک شاخص بازداری (RI[1]) آن‌ها و مقایسه آن با شاخص‌های موجود در کتب مرجع (Adams, 2007) و با استفاده از طیف‌های جرمی ترکیبات استاندارد و استفاده از اطلاعات موجود در کتابخانه کامپیوتری (Wiley and NIST) انجام شد.

تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS (19.0) و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن، در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد انجام شد. جهت رسم نمودار از نرم افزار Excel 2010 استفاده گردید. برای بررسی رابطه بین آزمایشات آنتی‌اکسیدانی و فنل و فلاونوئید کل از ضریب همبستگی پیرسون استفاده شد.

[1] Retention index

این مقاله نهایی نیست و پس از انتشار تغییراتی خواهد داشت.

نتایج و **بحث**

بر اساس نتایج تجزیه واریانس، اثر ساده جمعیت بر میزان فنل کل ($p \leq 0.01$) معنی‌دار بود و اثر ساده سال و اثر متقابل جمعیت در سال بر میزان فنل کل معنی‌دار نبود (جدول ۳). به‌طوری‌که بیشترین و کمترین میزان فنل کل به‌ترتیب مربوط به جمعیت لاشتر و دومبلینی (۰/۰۵ و ۰/۰۲ میلی‌گرم گالیک اسید بر گرم وزن خشک) بود (شکل ۱).

جدول ۳- تجزیه واریانس اثرات جمعیت و سال بر صفات مورد بررسی

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات			
		میزان اسانس	فنل کل	فلاونوئید کل	فعالیت آنتی اکسیدانی
جمعیت	۲	۰/۰۰۶ **	۰/۰۰۲ **	۰/۰۰۱ **	۶۱/۳۷**
سال	۲	۰/۰۰۱ ns	۰/۰۰۰ ns	۰/۰۰۰ ns	۰/۱۵ ns
جمعیت * سال	۴	۰/۰۰۰ ns	۰/۰۰۰ ns	۰/۰۰۰ ns	۱/۳۷ ns
خطای آزمایش	۱۸	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۶۳

به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد** و * - عدم تفاوت معنی‌دار، ns

شکل ۱- مقایسه میانگین اثر ساده جمعیت بر میزان فنل کل در سه سال آزمایش

نتایج نشان داد که تیمار سال و برهمکنش جمعیت در سال بر میزان فلاونوئید کل معنی‌دار نبود و تنها اثر ساده جمعیت بر میزان فلاونوئید کل ($p \leq 0.01$) معنی‌دار است (جدول ۳). بر اساس نتایج مقایسه میانگین داده‌ها، بیشترین میزان فلاونوئید کل (۰/۲۸ میلی‌گرم کوئرستین بر گرم ماده خشک) مربوط به جمعیت کوه سفید بود و کمترین میزان (۰/۲۷ میلی‌گرم کوئرستین بر گرم ماده خشک) از جمعیت دومبلینی به‌دست آمد؛ هر چند جمعیت‌های کوه سفید و لاشتر در یک گروه آماری قرار گرفتند (شکل ۲ و جدول ۴).

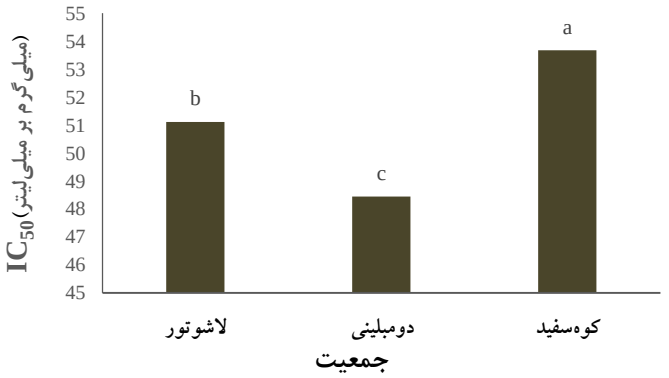
این مقاله نهایی نیست و پس از انتشار تغییراتی خواهد داشت.

شکل ۲- مقایسه میانگین اثر ساده جمعیت بر میزان فلاونوئید کل

جدول ۴- مقایسه میانگین اثرات متقابل جمعیت و سال بر صفات مورد بررسی

تیمار		میزان اسانس	فنل	فلاونوئید	فعالیت آنتی اکسیدانی (IC_{50})
		درصد	میلی‌گرم گالیک اسید بر گرم وزن خشک	میلی‌گرم کوئرستین بر گرم ماده خشک	میلی‌گرم بر میلی‌لیتر
جمعیت	سال				
لاشتر	سال اول	۰/۱۰۰ ± ۰/۰۱	۰/۰۵۰ ± ۰/۰۰۰	۰/۲۸۷ ± ۰/۰۰۶	۵۱/۳۳ ± ۱/۱۵
	سال دوم	۰/۱۰۳ ± ۰/۰۰	۰/۰۵۰ ± ۰/۰۰۰	۰/۲۸۳ ± ۰/۰۰۶	۵۱/۶۷ ± ۰/۵۸
	سال سوم	۰/۱۰۳ ± ۰/۰۲	۰/۰۵۳ ± ۰/۰۰۵	۰/۲۸۰ ± ۰/۰۱۰	۵۰/۳۳ ± ۰/۵۸
دومبلینی	سال اول	۰/۱۴۰ ± ۰/۰۱	۰/۰۲۳ ± ۰/۰۰۵	۰/۲۶۷ ± ۰/۰۰۵	۴۸/۶۷ ± ۱/۱۲
	سال دوم	۰/۱۳۳ ± ۰/۰۰	۰/۰۲۳ ± ۰/۰۰۶	۰/۲۷۳ ± ۰/۰۰۶	۴۸/۳۳ ± ۰/۵۸
	سال سوم	۰/۱۴۰ ± ۰/۰۱	۰/۰۲۷ ± ۰/۰۰۵	۰/۲۸۰ ± ۰/۰۱۰	۴۸/۳۳ ± ۰/۵۷
کوه‌سفید	سال اول	۰/۱۵۰ ± ۰/۰۳	۰/۰۴۷ ± ۰/۰۰۶	۰/۲۸۷ ± ۰/۰۰۵	۵۳/۰۰ ± ۱/۰۰
	سال دوم	۰/۱۶۰ ± ۰/۰۳	۰/۰۴۳ ± ۰/۰۰۶	۰/۲۸۷ ± ۰/۰۰۶	۵۳/۶۷ ± ۰/۴۸
	سال سوم	۰/۱۴۳ ± ۰/۰۲	۰/۰۴۷ ± ۰/۰۰۵	۰/۲۹۳ ± ۰/۰۰۳	۵۴/۳۳ ± ۰/۵۸

با توجه به نتایج، اثر ساده سال و اثر متقابل جمعیت × سال بر فعالیت آنتی‌اکسیدانی اسانس معنی‌دار نبود؛ با این وجود اثر ساده جمعیت بر فعالیت آنتی‌اکسیدانی اسانس ($p \leq 0.01$) معنی‌دار بود (جدول ۳). بیشترین و کمترین فعالیت آنتی‌اکسیدانی (IC_{50}) به‌ترتیب مربوط به جمعیت کوه‌سفید (۵۳/۶۷ میلی‌گرم بر میلی‌لیتر) و دومبلینی (۴۸/۴۴ میلی‌گرم بر میلی‌لیتر) بود (شکل ۳).



این مقاله نهایی نیست و پس از انتشار تغییراتی خواهد داشت.

شکل ۳- مقایسه میانگین اثر ساده جمعیت بر فعالیت آنتی‌اکسیدانی اسانس

گیاهان برای کاهش اثرهای نامطلوب تنش‌ها و محافظت سلول‌ها، ساز و کارهای حفاظتی مختلفی از جمله سیستم آنتی‌اکسیدانی آنزیمی و غیر آنزیمی مانند ترکیب‌های فنلی و فلاونوئیدها دارند (هاشمیان و همکاران، ۱۳۹۹). بیشترین میزان فنل در منطقه لاشتر با بیشترین ارتفاع از سطح دریا، متوسط درجه حرارت سالانه و اسیدیته خاک و کمترین میزان بارندگی سالانه و کربن آلی خاک نسبت به دو رویشگاه دیگر به‌دست آمد (شکل ۱ و جدول ۲ و ۳). همچنین، بیشترین فلاونوئید کل و فعالیت آنتی‌اکسیدانی مربوط به رویشگاه کوه سفید بود که نسبت به دو رویشگاه دیگر دارای کمترین ارتفاع از سطح دریا، متوسط درجه حرارت سالانه و اسیدیته خاک کمتر و بیشترین کربن آلی خاک می‌باشد (شکل ۲ و ۳ و جدول ۲ و ۳). کمترین میزان همه این صفات مربوط به جمعیت دومبلینی بود (شکل-های ۱، ۲ و ۳). عوامل محیطی مختلف مانند آب و هوای رویشگاه، ارتفاع از سطح دریا، نوع خاک، تراکم و ترکیب جمعیت‌های گیاهی باعث ایجاد تغییراتی در فعالیت آنتی‌اکسیدانی و میزان متابولیت‌های ثانویه گیاهان دارویی مانند ترکیبات فنلی و فلاونوئیدها می‌شوند (Medini *et al*., 2014). بر اساس نتایج می‌توان استنباط کرد که میزان فنل، فلاونوئید کل و فعالیت آنتی‌اکسیدانی گونه دارویی مینای اصفهانی تحت تأثیر ویژگی‌های محل رویش و موقعیت گیاه در طبیعت قرار گرفته‌اند. مکان رشد گیاه می‌تواند از طریق تغییرات دمایی و رطوبتی بر فرآیند تشکیل مواد مؤثره تأثیرگذار باشد. مکانیسم تأثیرات محیط بر تجمع متابولیت‌های ثانویه به درستی روشن نیست، اما گزارش شده است که محیط از طریق تأثیری که در فرآیند تولید متابولیت‌ها و نیز آنزیم‌های مرتبط با آن دارد، در نوع و شدت واکنش‌های شیمیایی مؤثر است (نجار فیروز جایی و همکاران، ۱۳۹۴). به نظر می‌رسد در مناطق مرتفع‌تر شدت تابش اشعه ماوراء بنفش به‌عنوان عامل تنش موجب افزایش ترکیبات فنلی می‌شود. تداوم شدت نور زیاد در ارتفاعات سبب برهم خوردن تعادل سلولی مقادیر مولکول‌های ROS می‌شود و با بیش انباشت ROS در اندام‌های فتوسنتزی، تنش اکسیداتیو بروز می‌کند و زنجیرهٔ انتقال الکترون و فعالیت فتوشیمیایی فتوسنتز مختل می‌شود. یکی دیگر از ساز و کارهای مهم حفاظت نوری در گیاهان، فعال شدن سیستم جارو کننده مولکولهای ROS (Telfer, 2014) و انباشت جاذب‌های نوری در اپیدرم برگ هاست. به نظر می‌رسد زیاد بودن محتوای ترکیبات فنلی گیاهان در ارتفاع بالا به شکل ساز و کار حفاظت نوری عمل کرده و میزان زیاد پرتوی فرابنفش در ارتفاعات را فیلتر می‌کند (حبیبی، ۱۳۹۹). مشابه تحقیق حاضر، جعفری و همکاران (۱۳۹۴) گزارش کردند که بین ارتفاع و میزان ترکیبات فنلی در عصاره برگ گیاه لرگ همبستگی مثبت وجود دارد و از رویشگاه با ارتفاع بالاتر، بیشترین ترکیبات فنلی به-دست آمد. در مورد گیاه دارویی نسترن کوهی (*Rosa canina* L.) نشان داده شد که یک ارتباط مستقیم میان افزایش ارتفاع و میزان مواد مؤثره فنلی و فلاونوئیدی وجود دارد، به طوری‌که با افزایش ارتفاع میزان این ترکیبات نیز افزایش یافت (علیزاده و همکاران، ۱۳۹۸). صبورا و همکاران (۱۳۹۳) گزارش کردند که بیشترین مقدار ترکیبات فنلی، فلاونوئیدی و فعالیت آنتی‌اکسیدانی اندام هوایی گیاه بشقابی سنبله‌ای (*Scutellaria Pinnatifida*) از جمعیت کجور با ارتفاع پست تر از جمعیت دیزین به‌دست آمد. مطابق تحقیقات حبیبی (۱۳۹۹) و فیروز جایی و همکاران (۱۳۹۹)، گیاهان در ارتفاع بالاتر نسبت به گیاهان در ارتفاع پایین‌تر دارای مقادیر بیشتری ترکیبات فنلی بودند.

با توجه به آنکه بیشترین میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی در رویشگاه کوه سفید مشاهده شد، می‌توان گفت که احتمالاً مواد آلی خاک از طریق افزایش جذب کلسیم و سایر عنصر غذایی که عامل تحریک کننده سنتز آنزیم‌های

این مقاله نهایی نیست و پس از انتشار تغییراتی خواهد داشت.

آنتی‌اکسیدان هستند، موجب افزایش فعالیت آنتی‌اکسیدانی شده است. گزارش شده است که ترکیبات آلی، موجب افزایش فعالیت آنتی‌اکسیدانی کاسبرگ گیاه دارویی چای ترش (پارسا مطلق و همکاران، ۱۳۹۶) و دانه زیره سیاه (*Bunium persicum* Boiss.) (نوری حسینی و همکاران، ۱۳۹۵) شده است.

ضرایب همبستگی و سطح معنی‌داری مربوط به تست‌های آنتی‌اکسیدانی، مقدار فنل و فلاونوئید کل در جدول ۵ ارائه شده است. مطابق نتایج، رابطه معنی‌دار (مثبت) میان مقدار فنل کل ($p \leq 0.01$) و فلاونوئید کل ($p \leq 0.01$) با فعالیت آنتی‌اکسیدانی وجود دارد، که مبین این امر است که ترکیبات فنلی و فلاونوئیدها می‌توانند مسئول فعالیت آنتی‌اکسیدانی و فعالیت بدام اندازی رادیکال‌های آزاد عصاره استخراج شده در گونه مینای اصفهانی باشند. ترکیبات فنلی به دلیل خواص آنتی‌اکسیدانی از جمله ترکیبات مهم گیاهان می‌باشند که نقش مهمی در حذف رادیکال‌های آزاد و جلوگیری از تبدیل هیدرو پراکسیدها به رادیکال‌های آزاد را دارند (Ounaissia *et al.*, 2021). خواص آنتی‌اکسیدانی که غالبا به دلیل ترکیب‌های فنلی موجود در ساختار گیاهان می‌باشد موجب مهار رادیکال‌های آزاد در بدن می‌شود و یا اثرات تخریبی آن‌ها را کاهش می‌دهد و می‌تواند به عنوان عاملی مهم در جلوگیری از آسیب‌های اکسیداتیو نقش مؤثری ایفا نماید (Gupta *et al.*, 2018). فلاونوئیدها به‌صورت موثری به عنوان دهنده هیدروژن عمل نموده، لذا یکی از عوامل مهم ایجاد خاصیت آنتی‌اکسیدانی در گونه مینای اصفهانی است. فلاونوئیدها بازدارنده‌های قوی رادیکال‌های هیدروکسیل و پراکسید هستند (Farhadi *et al.*, 2020). مشابه تحقیق حاضر، Gupta و همکاران (۲۰۱۸)، گزارش کردند که میان مقدار فنل و فلاونوئید کل با فعالیت آنتی‌اکسیدانی رابطه معنی‌دار (مثبت) وجود دارد.

جدول ۵- میزان همبستگی میان فنل و فلاونوئید کل و مقادیر فعالیت آنتی اکسیدانی

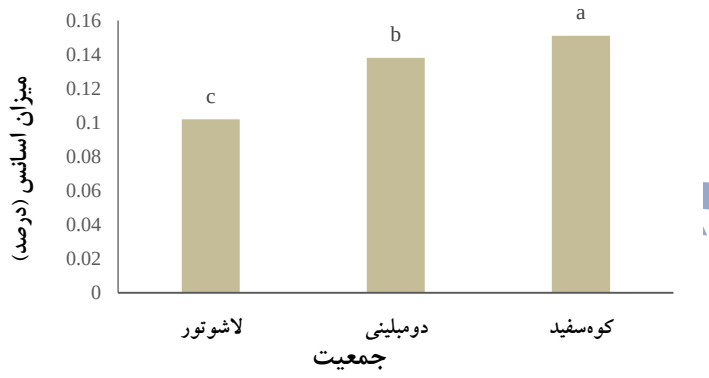
سنجش آنتی اکسیدانی	مقدار Sig (P)	r
مقدار فنل کل	۰/۰۰۰ **	۰/۶۶۰
مقدار فلاونوئید کل	۰/۰۰۱ **	۰/۶۱۴

**همبستگی در سطح ۰/۰۱ و * همبستگی در سطح ۰/۰۵ معنی‌دار است.

مطابق نتایج تجزیه واریانس، تنها اثر ساده جمعیت بر میزان اسانس ($p \leq 0.01$) معنی‌دار بود؛ به طوری‌که بیشترین میزان اسانس (۰/۱۵۱ درصد) از جمعیت کوه سفید بود و کمترین میزان (۰/۱۰۲ درصد) از جمعیت لاشتر به‌دست آمد و جمعیت‌های کوه سفید و دومبلینی در یک گروه آماری قرار گرفتند (شکل ۴). رویشگاه‌های کوه سفید و دومبلینی در ارتفاع پایین‌تری نسبت به رویشگاه لاشتر قرار گرفته‌اند، به طوری‌که از بارندگی سالانه و کربن آلی خاک بیشتر و درجه حرارت سالانه کمتری نسبت به رویشگاه لاشتر برخوردار هستند. ویژگی‌های محل رویش و موقعیت گیاه در طبیعت از عواملی هستند که می‌توانند بر کمّیت و کیفیت مواد مؤثره گیاهان تأثیر داشته باشند. شرایط آب و هوایی مانند نور، ارتفاع و میانگین دما تأثیر بسزایی بر ساخت ترکیب‌های شیمیایی در محصولات باغی و دارویی دارند (Taati *et al.*, 2021). همچنین، ویژگی‌های خاک و بستر رشد گیاه از لحاظ خواص فیزیکی و شیمیایی از عوامل مهم و تأثیرگذار بر چگونگی رشد و نمو و ماده مؤثر گیاهان دارویی و معطر هستند. به نظر می‌رسد، در ارتفاعات پایین به دلیل میزان رطوبت و مواد آلی بیشتر و غلظت مناسب‌تر عناصر غذایی، شرایط مساعدتری برای رشد و گسترش گیاه به وجود می‌آید که باعث تولید گل‌های بیشتری شده و با افزایش عملکرد پیکر

این مقاله نهایی نیست و پس از انتشار تغییراتی خواهد داشت.

رویشی، مستقیماً باعث افزایش میزان اسانس می‌شود (حیدری و همکاران، ۱۳۹۸). یوسف‌زاده و همکاران (۱۴۰۰) تغییرات ارتفاع از سطح دریا را از مهم‌ترین عوامل تأثیرگذار بر میزان اسانس بیان کردند، به طوری که بیشترین میزان اسانس گیاه پولک (*Stachys inflate* Benth) از جمعیت ارلان که در کمترین ارتفاع از سطح دریا واقع شده بود، به‌دست آمد. مشابه تحقیق حاضر، در بررسی حیدری و همکاران (۱۳۹۸) بر روی میزان اسانس چهار جمعیت گیاه سنبله‌ای کرکدار (*Stachys pilifera* L.)، بیشترین میزان اسانس از رویشگاه لوداب با ارتفاع کمتر از سطح دریا و بیشترین میزان کربن آلی خاک به‌دست امد. هر چند بر خلاف تحقیق ما، رویشگاه لوداب از بارندگی سالانه کمتر و درجه حرارت سالانه بیشتری نسبت به رویشگاه‌های مورد بررسی برخوردار بود.



شکل ۴- مقایسه میانگین اثر ساده جمعیت بر میزان اسانس

در تجزیه اسانس توسط دستگاه GC/MS، در اسانس حاصل از گل‌آذین و برگ جمعیت‌های مورد بررسی گیاه مینای اصفهانی، ۶۰ ترکیب شیمیایی شناسایی شد. مهمترین ترکیبات شناسایی شده تعیین‌کننده کیفیت اسانس شامل *cis*-sabienene hydrate، camphene، *n*-decanal، santolina triene، dihydro- linalool، *cis*-β-terpineol، nerol oxide و *cis*-pinocarveol بودند (جدول ۶). به‌طوری‌که میزان *cis*-sabienene hydrate در جمعیت دومبلینی-برگ (۲۲/۶۲ درصد)، دومبلینی-گل‌آذین (۱۱/۹۰ درصد)، لاشتر-برگ (۲۳/۶۵ درصد)، لاشتر-گل‌آذین (۱۵/۱۹ درصد) و کوه سفید-برگ (۱۷/۱۳ درصد)، میزان camphene در جمعیت دومبلینی-برگ (۱۰/۰۰ درصد)، دومبلینی-گل‌آذین (۷/۰۳ درصد)، لاشتر-برگ (۳/۶۴ درصد)، لاشتر-گل‌آذین (۱۲/۸۹ درصد) و کوه‌سفید-برگ (۱۴/۵۳ درصد)، میزان n-decanal در جمعیت دومبلینی-گل‌آذین (۲۳/۴۳ درصد)، لاشتر-برگ (۱۱/۷۹ درصد) و کوه‌سفید-برگ (۱۶/۵۹ درصد)، میزان cis-pinocarveol در جمعیت دومبلینی-برگ (۱۹/۸۰ درصد)، لاشتر-گل‌آذین (۸/۰۶ درصد) و میزان santolina triene در جمعیت دومبلینی-برگ (۸/۸۶ درصد)، دومبلینی-گل‌آذین (۹/۰۳ درصد) به‌دست آمد (جدول ۶).

در جمعیت دومبلینی-برگ، بیشترین و کمترین میزان ترکیبات به‌ترتیب مربوط به *cis*-sabienene hydrate (۲۲/۶۲ درصد) و *cis*-dihydro-α-terpinyl acetate (۰/۳۸ درصد) بود. در جمعیت دومبلینی-گل آذین، n-decanal (۲۳/۴۳ درصد) و heptyl isobutanoate (۰/۴۰ درصد) به‌ترتیب بیشترین و کمترین میزان ترکیبات را به خود اختصاص دادند. همچنین، بیشترین و کمترین میزان ترکیبات در جمعیت لاشتر-برگ به ترتیب مربوط به *cis*-

این مقاله نهایی نیست و پس از انتشار تغییراتی خواهد داشت.

sabienene hydrate (۲۳/۶۵ درصد) و *n*-undecane (۰/۳۷ درصد) بود. ترکیبات *cis*-sabienene hydrate (۱۵/۱۹ درصد) و *trans*-thujone (۰/۲۴ درصد) به‌ترتیب دارای بیشترین و کمترین میزان در جمعیت لاشتر–گل آذین بودند. در جمعیت کوه‌سفید–برگ، بیشترین و کمترین میزان به‌ترتیب در ترکیبات *cis*-sabienene hydrate (۱۷/۱۳ درصد) و isopropyl hexadecanoate (۰/۲۴ درصد) مشاهده شد (جدول ۶).

اگرچه گونه‌های مختلف جنس تاناستوم به‌دلیل خواص دارویی خود به‌طور گسترده‌ای شناخته شده‌اند، اما تحقیقات زیادی در خصوص ترکیبات شیمیایی گونه مینای اصفهانی وجود ندارد. بر اساس تحقیقات Olamazadeh و همکاران (۲۰۱۴)، اجزای اصلی حاصل از گل مینای اصفهانی α-pinene (۲۲/۹ درصد)، 1,8-cineole (۲۱/۵ درصد)، sabinene (۱۷/۹ درصد)، 2-pyrrolidinone (۷/۲ درصد)، camphor (۶/۸ درصد) و camphene (۳/۵ درصد) و اجزای اصلی برگ 1,8-cineole (۴۰/۴ درصد)، α-pinene (۲۰/۳ درصد)، sabinene (۱۶/۳ درصد)، camphor (۶/۸ درصد) و 2-pyrrolidinone (۳/۷ درصد) بودند. Afsharypuor و Mosaffa Jahromy (۲۰۰۳)، گزارش کردند که مهمترین ترکیبات شیمیایی شناسایی شده در روغن فرار حاصل از مینای اصفهانی 1,8-cineole (۱۸/۶ درصد)، camphor (۱۳/۹ درصد)، α-pinene (۶/۷ درصد)، sabinene (۵/۲ درصد)، linalool (۴/۵ درصد) می‌باشد.

عواملی که رشد، نمو و بیوسنتز ترکیبات ثانویه و اولیه را در گیاهان دارویی تحت تأثیر قرار می‌دهد، عوامل اکولوژیکی و ژنتیکی هستند. اگرچه این ترکیبات اساساً تحت فرایندهای ژنتیکی ساخته می‌شوند، اما محیط به عنوان مهمترین عامل مؤثر بر میزان بیان ژن‌های بیوسنتز کننده ترکیبات ثانویه در گیاهان دارویی مطرح است و شناخت این عوامل می‌تواند به افزایش میزان تولید متابولیت‌های ثانویه گیاهان دارویی کمک کند (Danesh-Shahraki *et al.*, 2023).

همانطور که در جدول ۶ مشاهده می‌شود، ترکیبات شیمیایی اجزای اسانس در جمعیت‌های مورد بررسی دارای تنوع زیادی می‌باشند. به‌طوری‌که بیشترین تنوع در ترکیبات شیمیایی اجزای اسانس رویشگاه کوه سفید که نسبت به دو رویشگاه دیگر دارای کمترین ارتفاع از سطح دریا، متوسط درجه حرارت سالانه و اسیدیته خاک کمتر و بیشترین کربن آلی خاک می‌باشد قابل مشاهده است (جداول ۲، ۳ و ۶). ویژگی‌های محل رویش اعم از شرایط آب و هوایی مانند نور، ارتفاع و میانگین دما (Taati *et al.*, 2021) و ویژگی‌های خاک و بستر رشد گیاه (حیدری و همکاران، ۱۳۹۸) تأثیر بسزایی بر ساخت ترکیب‌های شیمیایی در محصولات باغی و دارویی دارند. به نظر می‌رسد، در ارتفاعات پایین به دلیل میزان رطوبت و مواد آلی بیشتر و غلظت مناسب‌تر عناصر غذایی، شرایط مساعدتری برای رشد و گسترش گیاه به وجود می‌آید که باعث افزایش عملکرد پیکر رویشی و تولید گل‌های بیشتری شده و بر تنوع ترکیبات شیمیایی اسانس می‌تواند مؤثر باشد (حیدری و همکاران، ۱۳۹۸).

بر اساس طبقه‌بندی ترکیبات شیمیایی شناسایی‌شده مندرج در جدول ۶، از نظر تنوع، اکثر ترکیبات جزو منوترپن، استر، سسکوئی‌ترپن و کتون‌ها بودند. همچنین، منوترپن‌ها، آلدئیدها و سپس استرها بیشترین میزان ترکیبات شیمیایی را به خود اختصاص دادند (جدول ۷). بیشترین میزان منوترپن‌ها در جمعیت لاشتر (۱۳۱/۲۶ درصد) و دومبلینی (۱۱۸/۸۶ درصد) و بیشترین میزان آلدئید (۲۳/۴۳ درصد) و استر (۱۹/۹۶ درصد) در جمعیت دومبلینی مشاهده شد (جدول ۷).

این مقاله نهایی نیست و پس از انتشار تغییراتی خواهد داشت.

جدول ۶- مقادیر ترکیبات شیمیایی شناسایی‌شده در اسانس حاصل از گل‌آذین و برگ جمعیت‌های مورد بررسی (درصد)

نام ترکیبات شیمیایی	نوع ترکیب	R.T.[a]	R.I.[b]	کوه‌سفید-برگ	لاشتر-گل	لاشتر-برگ	دومبلینی-گل	دومبلینی-برگ
2- Heptanone	Ketone	۱/۶۵	۸۸۵	۰/۵	۰/۲۹			
Santolina triene	Unsaturated Hydrocarbons	۱/۷۴	۹۰۴				**۹/۰۳**	۸/۸۶
α- Pinene	Monoterpene	۱/۹	۹۳۵	۰/۵	۰/۴۹			۰/۸۰
Camphene	Monoterpene	۱/۹۴	۹۴۵	**۱۴/۵**	**۱۲/۸۹**	۳/۶۴	**۷/۰۳**	**۱۰/۰۰**
Sabinene	Monoterpene	۲/۰۵	۹۶۴	۱/۷	۰/۹۷	۰/۴۹	۲/۰۴	۲/۹۰
β- Pinene	Monoterpene	۲/۱۲	۹۷۶	۳/۸	۱/۸۵	۰/۷۹		۳/۵۰
3- Octanone	Ketone	۲/۱۴	۹۸۰	۰/۵	۳/۰۱	۰/۸۴	۰/۶۲	
Hexyl acetate	Ester	۲/۱۷	۱۰۰۷	۶/۰	۳/۲۹	۱/۶۷	۲/۳۹	۳/۳۶
1,8-Cineole	Monoterpene	۲/۲۷	۱۰۳۳	۰/۷	۰/۲۵		۰/۴۹	
(E)- β-ocimene	Monoterpene	۲/۳۱	۱۰۴۳	۰/۶	۰/۵۲	۰/۴۳		۰/۴۴
γ-Terpinene	Monoterpene	۲/۳۵	۱۰۵۳	۲/۱	۳/۲۴	۳/۱۵	۲/۰۱	۲/۲۱
Artemisia ketone	Ketone	۲/۳۷	۱۰۵۸	۰/۶	۰/۴۹			۰/۵۶
cis-Sabienene hydrate	Monoterpene	۲/۴	۱۰۶۶	**۱۷/۱**	**۱۵/۱۹**	**۲۳/۶۵**	**۱۱/۹۰**	**۲۲/۶۲**
trans- Lialool oxide	Terpene alcohol& Tetrahydrofurans	۲/۴۸	۱۰۸۴	۱/۲	۰/۸۷	۱/۰۱	۱/۶۷	۱/۶۰
trans -Sabinene hydrate	Monoterpenes	۲/۵۲	۱۰۹۶		۳/۷۳	۱/۲۳		۰/۳۳
n-Undecane	Alkane	۲/۵۳	۱۱۰۱			۰/۳۷		۰/۴۴
trans -Thujone	Ketone and Monoterpene	۲/۳۷	۱۰۵۸	۰/۴	۰/۲۴			
Myrcenol	Monoterpene	۲/۶۳	۱۱۱۷	۵/۱	۰/۸۰	۰/۷۲	۱/۹۸	۰/۵۸
Chrysanthenone	Monoterpene	۲/۶۵	۱۱۲۱			۰/۵۰		
Dihydro- linalool	Monoterpene	۲/۶۹	۱۱۳۱	**۹/۰**	۵/۲۰	۳/۸۰	۲/۳۶	۱/۵۴
cis-β-Terpineol	Monoterpene	۲/۷۳	۱۱۳۸				**۸/۳۵**	۷/۳۴
2-Ethyl hexyl acetate	Ester	۲/۷۸	۱۱۴۸				۳/۱۲	۲/۰۶
Nerol oxide	Monoterpene	۲/۸	۱۱۵۴	۱/۹۵	**۱۵/۱۳**	۱۲/۰۹	۱/۲۹	۱/۱۱
trans-β-Dihydro terpineol	Monoterpene	۲/۸۲	۱۱۵۷		۱/۹۲	۰/۸۷		
Angustifolenone	Monoterpene ketone	۲/۸۷	۱۱۶۷		۲/۰۰	۱/۶۶		
Terpinen-4-ol	Monoterpene	۲/۹۲	۱۱۷۶	۱/۰۱	۱/۱۸	۱/۷۵	۰/۷۴	۰/۶۶
cis-Pinocarveol	Bicyclic monoter penoid	۲/۹۵	۱۱۸۳		۸/۰۶			**۱۹/۸۰**
n-Decanal	Aldehyde	۲/۹۶	۱۲۰۲	**۱۶/۵۹**		**۱۱/۷۹**	**۲۳/۴۳**	
Octanol acetate	Ester	۳	۱۲۱۳	۱/۲۷		۱/۵۲	۰/۹۱	۱/۰۲
Methyl nonanoate	Ester	۳/۰۴	۱۲۲۴	۲/۶۷	۲/۱۰	۲/۵۹	۳/۸۶	۲/۸۴
Carvone	Monoterpene	۳/۰۹	۱۲۳۸	۲/۵۶	۱/۷۵	۲/۶۵	۲/۸۸	۲/۷۴
Heptyl isobutanoate	Ester	۳/۱۵	۱۲۵۳	۰/۳۱	۰/۴۸	۰/۶۷	۰/۴۰	
n-Decanol	Fatty alcohol	۳/۱۸	۱۲۶۲		۰/۲۹	۰/۴۵		
Cis-carvyl acetate	Monoterpene	۳/۲۲	۱۲۷۲		۰/۲۸			
Bornyl acetate	Ester	۳/۲۷	۱۲۸۴		۱/۴۸	۱/۱۹		
γ- Terpinen-7-al	Monoterpene	۳/۳	۱۲۹۲				۰/۶۹	
(8Z)- Undecenal	Aldehyde	۳/۳۳	۱۳۰۰	۲/۳۵	۰/۳۶	۰/۳۳		
Neoiso-isopulegyl acetate	Ester	۳/۳۸	۱۳۱۲		۳/۶۵			
Cis-dihydro-α- terpinyl acetate	Monoterpene	۳/۴۰	۱۳۱۸		۰/۶۱	۱/۴۴	۰/۹۵	۰/۳۸
Cis-piperitol acetate	Monoterpene, ketone	۳/۴۶	۱۳۳۱	۰/۴۲		۸/۷۸		

این مقاله نهایی نیست و پس از انتشار تغییراتی خواهد داشت.

Piperitenone	Monoterpene, ketone	۳/۵	۱۳۴۱		۰/۳۸	۰/۴۷		
Octadecanal	Aldehyde	۳/۶	۱۳۶۵			۰/۶۹		
β-Humulene	Sesquiterpene	۳/۸	۱۴۳۴		۴/۲۰	۳/۳۶		
γ – Decalactone	Lactone	۳/۹	۱۴۶۵	۰/۳۰	۰/۴۳			
γ – Gurjunene	Sesquiterpene	۳/۹۴	۱۴۷۶			۰/۵۵	۱/۵۱	
β-Sesquiphellandrene	Enzyme	۴	۱۵۲۱	۰/۳۷			۱/۰۹	
Dihydro- eudesmol	Enzyme	۱۴/۵۲	۱۶۶۰				۱/۵۵	
n-Heptadecane	Straight-chain alkane	۴/۶۴	۱۷۰۰	۰/۸۲			۱/۵۸	۰/۷۲
Isobicyclogermacrenal	Sesquiterpene	۴/۷۵	۱۷۳۳	۰/۶۷			۱/۷۹	۱/۴۴
Curcumenol	Sesquiterpene	۴/۷۶	۱۷۳۶		۰/۸۲	۰/۶۹		
14-Hydroxy- δ- cadinene	Sesquiterpene	۴/۹۱	۱۸۰۵	۰/۳۵	۰/۴۲			
(E)- β- Santalol acetate	Sesquiterpene	۵/۰۹	۱۸۶۵	۱/۳۴			۰/۵۹	
n-Hexadecanol	Alkane hydrocarbon	۵/۱	۱۸۷۰		۰/۶۷	۰/۹۷		
Cubitene	Sesquiterpene	۵/۱۱	۱۸۷۶	۰/۳۳		۰/۵۷		
n- nonadecane	Alkane	۵/۱۴	۱۸۸۳		۰/۲۸			
Geranyl benzoate	Ester	۵/۳۶	۱۹۶۵	۰/۴۴				
Isopropyl hexadecanoate	Ester	۵/۵۱	۲۰۲۸	۰/۲۴				
Kaurene	Tetracyclic diterpene	۵/۵۳	۲۰۴۲	۰/۴۳				
Canellal	Sesquiterpene	۵/۵۶	۲۰۴۸	۰/۷۶				
Abieta-(8(14), 13(15-diene			۲۱۵۴	۰/۳۶			۰/۸۶	
میزان کل اسانس شناسایی شده				۹۹/۳۴	۹۹/۸۱	۹۷/۳۷	۹۵/۵۳	۹۹/۸۶

a) Retention time using a HP-5MS column.
b) Retention indices using a HP-5MS column. (Adams, 2017)

جدول ۷- مقادیر ترکیبات شیمیایی شناسایی‌شده جمعیت‌های مورد بررسی بر اساس گروه‌های شیمیایی

نام ترکیبات شیمیایی	کوه‌سفید-برگ	لاشتر-گل	لاشتر-برگ	دومبلینی-گل	دومبلینی-برگ
Ketone	۲/۴۲	۶/۴۱	۱۱/۷۵	۰/۶۲	۰/۵۶
hydrocarbons Unsaturated	–	–	–	۹/۰۳	۸/۸۶
Monoterpenes	۶۰/۶۲	۷۴/۰۶	۵۷/۲۰	۴۲/۷۱	۷۶/۱۵
Ester	۱۰/۹۳	۱۱/۰۰	۷/۶۴	۱۰/۶۸	۹/۲۸
Terpene alcohol	۱/۲۰	۰/۸۷	۱/۰۱	۱/۶۷	۱/۶۰
Alkane	۰/۸۲	۰/۲۸	۰/۳۷	۱/۵۸	۱/۱۶
Aldehyde	۱۸/۹۴	۰/۳۶	۱۲/۸۱	۲۳/۴۳	–
Fatty alcohol	–	۰/۲۹	۰/۴۵	–	–
Sesquiterpene	۳/۴۵	۵/۴۴	۵/۱۷	۲/۱۰	۱/۴۴
Lactone	۰/۳۰	۰/۴۳	–	۰	–
Enzyme	۰/۷۳	–	–	۳/۵۰	–

نتیجه‌گیری کلی

با توجه به نتایج، میزان فنل، فلاونوئید کل، فعالیت آنتی‌اکسیدانی و میزان اسانس، تنها تحت تأثیر تیمار جمعیت (رویشگاه‌های مختلف) قرار گرفتند و تیمار سال و برهمکنش آن‌ها تأثیری بر این صفات نشان نداد. بیشترین

این مقاله نهایی نیست و پس از انتشار تغییراتی خواهد داشت.

میزان فلاونوئید کل، فعالیت آنتی‌اکسیدانی و میزان اسانس مربوط به رویشگاه کوه سفید بود که نسبت به دو رویشگاه دیگر دارای کمترین ارتفاع از سطح دریا، متوسط درجه حرارت سالانه و اسیدیته خاک کمتر و بیشترین کربن آلی خاک و بارندگی سالانه می‌باشد. بیشترین میزان فنل کل در منطقه لاشتر به‌دست آمد. همچنین، رابطه معنی‌دار (مثبت) میان مقدار فنل و فلاونوئید کل با فعالیت آنتی‌اکسیدانی وجود دارد، که مبین این امر است که ترکیبات فنلی و فلاونوئیدها می‌توانند مسئول فعالیت آنتی‌اکسیدانی و فعالیت بدام اندازی رادیکال‌های آزاد عصاره استخراج شده در گونه مینای اصفهانی باشند. بیشترین میزان اسانس از جمعیت کوه سفید و کمترین میزان از جمعیت لاشتر به‌دست آمد. رویشگاه لاشتر در ارتفاع بیشتری نسبت به رویشگاه‌های دیگر قرار داشت، به طوری‌که از بارندگی سالانه و کربن آلی خاک کمتر و درجه حرارت سالانه بیشتری برخوردار است. در تحقیق حاضر، مهمترین ترکیبات شناسایی شده تعیین کننده کیفیت اسانس مینای اصفهانی شامل *cis*-sabienene hydrate، camphene، *n*-decanal، santolina triene، dihydro-linalool، *cis*-β-terpineol، nerol oxide و *cis*-pinocarveol بودند که هر یک از این ترکیبات مسئول خواص دارویی مینای اصفهانی هستند. بیشترین تنوع در ترکیبات شیمیایی اجزای اسانس، در رویشگاه کوه سفید مشاهده شد و *cis*-sabienene hydrate بالاترین ترکیب مشاهده شده در برگ هر سه رویشگاه بود.

تفاوتهایی مشاهده شده در میزان فنل، فلاونوئید کل، فعالیت آنتی‌اکسیدانی و میزان اسانس در رویشگاه‌های مورد بررسی می‌تواند ناشی از تفاوت ویژگی های اکولوژیک مناطق مانند رطوبت، ارتفاع از سطح دریا، عوامل خاکی و جغرافیایی باشد. عوامل محیطی مختلف مانند آب و هوای رویشگاه، ارتفاع از سطح دریا و نوع خاک از عواملی هستند که می‌توانند بر کمّیت و کیفیت مواد مؤثره گیاهان دارویی تأثیر داشته باشند. از دیدگاه خصوصیات فیتوشیمیایی، جمعیت کوه سفید به دلیل برخورداری از میزان اسانس و فعالیت آنتی‌اکسیدانی بیشتر نسبت به جمعیت لاشتر و دومبلینی می‌تواند یکی از رویشگاه‌های هدف به منظور شروع کارهای اصلاحی جهت اهلی نمودن گیاه دارویی مینای اصفهانی (*T. lingulatum*) باشد.

منابع

پارسا مطلق، بهاره، رضوانی مقدم، پرویز، قربانی، رضا، و اعظمی ساردویی، ذبیح اله (۱۳۹۶). تأثیر منابع تغذیه‌ای و سطوح آب آبیاری بر عملکرد، اجزای عملکرد، فعالیت آنتی‌اکسیدانی و میزان آنتوسیانین کاسبرگ گیاه دارویی چای ترش (*Hibiscus sabdariffa* L.) در جیرفت. *پژوهش‌های زراعی ایران*، ۱۵(۲)، ۴۵۱-۴۶۲. DOI: 10.22067/gsc.v15i2.56296

جعفری، ناصر، نادری، پوراندخت، و ابراهیم‌زاده، محمد علی (۱۳۹۴). سنجش محتوای فنل و فلاونوئید تام و بررسی خاصیت آنتی اکسیدانی عصاره برگ درختان انجیر (*Ficus carica*) و لرگ (*Pterocarya fraxinifolia*) با روش اسپکتروفتومتری و کروماتوگرافی مایع با کارآیی بالا. *زیست‌شناسی گیاهی*، ۷(۲۵): ۱-۱۶. DOI: 20.1001.1.20088264.1394.7.25.2.2

حبیبی، قادر (۱۳۹۹). تأثیر ارتفاع بر تغییرات روزانه ظرفیت آنتی اکسیدانی و مهار نوری موقتی در گیاه *Marrubium vulgare*. *زیست‌شناسی گیاهی ایران*، ۱۲(۳): ۵۷-۷۲. DOI: 10.22108/ijpb.2020.120483.1188

حیدری، حامد، صالحی، امین، فرجی، هوشنگ، میری‌نژاد، شهاب الدین، و بهزادی، یعقوب (۱۳۹۸). مطالعه خصوصیات مورفولوژی و فنولوژی, میزان عناصر غذایی پر مصرف (نیتروژن، فسفر، پتاسیم) و درصد

این مقاله نهایی نیست و پس از انتشار تغییراتی خواهد داشت.

اسانس چهار جمعیت گیاه سنبله‌ای کرکدار (*Stachys pilifera* L.). *مجله علوم باغبانی ایران (علوم کشاورزی ایران)*، ۵۰(۱): ۲۴۲-۲۳۳. DOI: 10.22059/ijhs.2018.246592.1355

صبورا، عذرا، احمدی، الهام، زینالی، امینه، و پارسا، میترا (۱۳۹۳). مقایسه محتوای ترکیبات فنلی، فلاونوئیدی و فعالیت آنتی اکسیدانی اندام هوایی دو جمعیت گیاه بشقابی سنبله‌ای (*Scutellaria Pinnatifida*) در شمال ایران. *مجله دانشگاه علوم پزشکی رفسنجان*، ۱۳(۳): ۲۴۹-۲۶۶. http://journal.rums.ac.ir/article-1-1367-fa.html

علیزاده، ابوذر، سلاح ورزیان، امین، دولتشاه، علی، مومیوند، حسن، و عینی نرگسه، حامد (۱۳۹۸). بررسی خصوصیات مورفولوژیکی و فیتوشیمیایی میوه جمعیت‌های مختلف نسترن کوهی (*Rosa canina* L.) در استان لرستان. *تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران*، ۳۵(۳): ۵۱۲-۵۲۶. DOI: 10.22092/ijmapr.2019.123870.2420

فیروزه، رعنا، خاوری نژاد، رمضانعلی، نجفی، فرزانه، و سعادتمند، سارا (۱۳۹۷). اثرات جیبرلین بر محتوای رنگیزه های فتوسنتزی، پرولین، فنل و فلاونوئید در گیاه دارویی مرزه (*Satureja hortensis* L.) تحت تنش شوری. *مجله پژوهشهای گیاهی (مجله زیست شناسی ایران)*، ۳۱(۴): ۸۹۴-۹۰۸. DOI: 20.1001.1.23832592.1397.31.4.12.4

نجار فیروز جایی، مصطفی، همتی، خدایار، خراسانی‌نژاد، سارا، دارائی گرمه خانی، امیر، و باقری فرد، امین اله (۱۳۹۳). اثر ارتفاع بر خصوصیات مورفولوژیکی و بیوشیمیایی برگ گیاه گزنه (*Urtica dioica* L.) در استان‌های مازندران و گلستان. *فیزیولوژی محیطی گیاهی*، ۹(۳۵): ۱-۱۱. DOI: 20.1001.1.76712423.1393.9.35.1.8

نوری حسینی، سید مجتبی، خراسانی، رضا، آستارایی، علیرضا، رضوانی مقدم، پرویز، و ذبیحی، حمیدرضا (۱۳۹۵). تأثیرمنابع کودی مختلف و اسید هیومیک برخصوصیات مورفولوژیک، عملکرد و میزان آنتی‌اکسیدان دانه زیره سیاه(*Bunium persicum* Boiss.). *پژوهش های کاربردی زراعی*، ۲۹(۴): ۸۸-۱۰۵. DOI: 10.22092/aj.2017.110251.1150

هاشمیان، ملیحه، گنجعلی، علی، و چنیانی، منیره (۱۳۹۹). تأثیر الیسیتورهای متیل جاسمونات و سالیسیلیک اسید بر میزان تولید متابولیت‌های ثانویه و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی گیاه کلپوره (*Teucrium polium* L.) در شرایط in vitro). *زیست‌شناسی گیاهی ایران*، ۱۲(۴۴): ۶۱-۷۶. DOI: 10.22108/ijpb.2020.118410.1164

یوسف‌زاده، سعید (۱۴۰۰). بررسی ویژگی‌های کمی و کیفی گیاه پولک (*Stachys inflate* Benth) تحت تاثیر ارتفاع و خاک در استان آذربایجان شرقی. *تحقیقات علوم زراعی در مناطق خشک*، ۳(۲): ۲۰۷-۲۲۰. DOI: 10.22034/csrar.2021.302366.1125

Adams, R. P. (2007). Identification of essential oil components by gas chromatography/mass spectrometery, 4th edn. *Allured Publishing Corporation, Carol Stream, IL, USA*.

Adams R. P. (2017). Identification of essential oils by Ion trap Mass Spectroscopy. *Academic Press, San Diego, CA*.

Afsharypuor, S., & Mosaffa Jahromy, M. (2003). Constituents of the Essential Oil of *Tanaceturn lingulafum* (Boiss.) Bornm. *Joumal of Essential Oil Research*, 15, 74-76. DOI: 10.1080/10412905.2003.9712069

Alavi Samany, S. M., Ghasemi Pirbalouti, A., & Malekpoor, F. (2022). Phytochemical and morpho-physiological changes of hyssop in response to chitosan-spraying under different levels of irrigation. *Industrial Crops and Products*, 176, 114330. https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2021.114330

Amjad, L., Mohammadi, M., & Monajemi, R. (2016). Anti-inflammatory and analgesic effects of *Tanacetum lingulatum* sesquiterpene lactone extracts in pats. International Journal of Biology,

این مقاله نهایی نیست و پس از انتشار تغییراتی خواهد داشت.

Pharmacy and Allied Sciences, 5(1), 198-205. https://www.researchgate.net/publication/289991635

Bakhtiar, A., Khaghani, S., Ghasemi Pirbalouti, A., Gomarian, M., & Chavoshi, S. (2021). Essential oil variation among different populations of *Ziziphora tenuior* L. cultivated at semiarid climate. *Essential Oil Research*, 33(4), 385-393. https://doi.org/10.1080/10412905.2021.1909666

Brand-Williams, W., Cuvelier, M. E., & Berset, C. (1995). Use of free radical method to evaluate antioxidant activity. *Lebensm Wiss Technology*, 28, 25-30. https://doi.org/10.1016/S0023-6438(95)80008-5

Chang, C., Yang, M., Wen, H., & Chern, J. (2002). Estimation of total flavonoid content in propolis by two complementary colorimetric methods. *Journal of Food and Drug Analysis*, 10, 178-182. https://doi.org/10.38212/2224-6614.2748

Danesh-Shahraki, H., Ghasemi Pirbalouti, A., Rajabzadeh, F., & Kachouei, M.A. (2023). Water Deficit Stress Mitigation by the Foliar Spraying of Salicylic Acid and Proline on the Volatile Oils and Growth Features of Hyssop (*Hyssopus officinalis* L.). *Journal of Essential Oil Bearing Plants*, 26(1), 115-129. https://doi.org/10.1080/0972060X.2022.2160279

Farhadi, N., Babaei, K., Farsaraei, S., Moghaddam, M., & Ghasemi Pirbalouti, A. (2020). Changes in essential oil compositions, total phenol, flavonoids and antioxidant capacity of *Achillea millefolium* at different growth stages. *Industrial Crops and Products*, 152, 112570. https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2020.112570

Ghasemi Pirbalouti, A. (2019a). Chemical composition of essential oils of four *Tanacetum* Species from the Alpine regions in Iran. *Journal of Essential Oil Bearing Plants*, 1651676. https://doi.org/10.1080/0972060X.2019.1651676

Ghasemi Pirbalouti, A., Mohamadpoor, H., Bajalan, I., & Malekpoor, F. (2019b). Chemical compositions and antioxidant activity of essential oils from Inflorescences of two landraces of hyssop [*Hyssopus officinalis* L. subsp. angustifolius (Bieb.)] cultivated in southwestern, Iran. *Journal of Essential Oil Bearing Plants*, 22(4), 1074-1081. DOI: 10.1080/0972060X.2019.1641431

Gupta, S., Singh, A., Dikshit, H. K., Aski, M., Mishra, G. P., & Kumar, J. (2018). Assessment of total phenol content, total flavonoid content and anti-oxidant capacity in exotic lentil germplasm. *Chemical Science Review and Letters*, 7, 459-463.

Medini, F., Fellah, H., Ksouri, R., & Abdelly, C. (2014). Total phenolic, flavonoid and tannin contents and antioxidant and antimicrobial activities of organic extracts of shoots of the plant *Limonium delicatulum*. *Journal of Taibah University for Science*, 8(3), 216-224. https://doi.org/10.1016/j.jtusci.2014.01.003

Memarzadeh, S. M., Gholami, A., Ghasemi Pirbalouti, A., & Masoum, S. (2020). Bakhtiari savory (*Satureja bachtiarica* Bunge.) essential oil and its chemical profile, antioxidant activities, and leaf micromorphology under green and conventional extraction techniques. *Industrial Crops and Products*, 154, 112719. https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2020.112719

Momeni, M., Ghasemi Pirbalouti, A., Mousavi, A., & Badi, H. N. (2020). Effect of foliar applications of salicylic acid and chitosan on the essential oil of *Thymbra spicata* L. under different soil moisture conditions. *Essential Oil Bearing Plants*, 23(5), 1142-1153. https://doi.org/10.1080/0972060X.2020.1801519

Olamazadeh, Sh., Amjad, L., & Shahanipour, K. (2014). Chemical Composition and Identification of the Essential Oil of *Tanacetum Lingulatum* in Iran. *Advances in Environmental Biology*, 8(7), 2461-2464. https://www.researchgate.net/publication/32941

Ounaissia, K., Berramdane, N., Ziane, Ch., Gouasmi, Zh., & Hadef, Y. (2021). Total phenol content, antioxidant and anti- inflammatory activities of *Inula viscosa* from Guelma-Algeria. *International Journa*l of Agricultural and Natural Sciences, 14(3), 186-193. https://www.ijans.org/index.php/ijans/article/view/544

Sadeghian, S., Hatami, A., Jafari, E., & Hamzeh'ee, B. (2019). Chromosome count reports of two rare endemic species of *Tanacetum* in Iran. *Research Institute of Forests and Rangelands*, 25(1), 44-48. DOI: 10.22092/ijb.2019.123871.1216

Shahbazi, Z., Zarshenas, M. M., Moein, M., Khademian, S., & Etemadfard, H. (2019). Microscopic characterization, TLC fingerprinting and determination of total phenol and flavonoid of different population of *Camellia sinensis* (L.) Kuntze (green tea) compared to a standard sample. *Trends in Pharmaceutical Sciences*, 5(2), 111-118. DOI: 10.30476/tips.2019.82982.1019

این مقاله نهایی نیست و پس از انتشار تغییراتی خواهد داشت.

Taati, S., Pilehvar, B., & Mirazadi, Z. (2021). Essential Oil, Phenol and Flavonoid Contents in Leaves and Fruits of *Prunus scoparia* (Spach) CK Schneid Populations. *Journal of Medicinal plants and By-product*. 11(2), 201-209. DOI: 10.22092/jmpb.2021.353238.1318

Telfer, A. (2014). Singlet oxygen production by PSII under light stress: mechanism, detection & the protective role of b-Carotene. *Plant Cell Physiology*, 55(7), 1216-1223. DOI: 10.1093/pcp/pcu040

Wojdylo, A., Oszmianski, J., & Czemerys, R. (2007). Antioxidant activity and phenolic compounds in 32 selected herbs. *Food Chemistry*, 105, 940–949. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2007.04.038

Phytochemical diversity and antioxidant activity of different populations of *Tanacetum lingulatum* (Boiss.) Bornm. medicinal plant in the natural habitats of Isfahan Province

Pegah Mozaffari Malamiri[1], Abdollah Ghasemi Pirbalouti [2],*
Mohammad Bagher Rezaee [3], Faezeh Rajabzadeh [4] and Kamkar Jaymand [5]

[1] Ph.D. Candidate, *Department of* Agronomy and Medicinal Plants, Shahrekord Branch, Islamic Azad University, Shahrekord, Iran
[2] Professor of Medicinal Plants & Nutraceuticals, Faculty of Pharmacy, Medical Sciences Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran
[3] *Professor of Organic Chemistry, Phytochemistry Group, Department of Medicinal Plants and By-products, Institute of Forest and Rangelands, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Tehran, Iran*
[4] Assistant Professor of Soil Sciences, Department of Agronomy, Shahr-e-Qods Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran
[5] *Associate Professor of Phytochemistry, Phytochemistry Group, Department of Medicinal Plants and By-Products, Institute of Forest and Rangelands, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Tehran, Iran*

*** Corresponding author** (Abdollah Ghasemi Pirbalouti):
a.ghasemi@iautmu.ac.ir

Abstract

Identifying different habitats and evaluating the effect of environmental factors on the performance of active ingredients in medicinal plants is a basic help to maintain the genetic diversity of these plants. This research was done in three habitats in Isfahan province during 2017–2020. The aerial parts of *Tanacetum lingulatum Boiss*. Bornm were harvested at the full flowering stage and transferred to the laboratory of the Research Institute of Forest and Rangelands. Total phenol and flavonoid contents were measured by the Follin-Ciocalteu reagent and the aluminum chloride colorimetric method, respectively. The antioxidant activity of the extract was evaluated by measuring the reduction of radical capacity with the help of DPPH. The essential oil from *T. lingulatum* plants was extracted by water distillation using Clevinger and analyzed by GC/MS. According to the results, the amounts of total phenol and flavonoids, the antioxidant activity and the essential oil content were only affected by population treatment. The maximum content of total flavonoids (0.289 mg QE/g dry weight), the antioxidant activity (53.67%), and the essential oil content (0.15% *v/w*) were related to the Kooh Sefid habitat. Compared to the other two habitats, the Kooh Sefid region has the lowest altitude above sea level, the lowest average annual temperature and soil acidity, and the highest soil organic carbon and annual rainfall. The highest amount of total phenol was obtained from the Lashtar habitat (0.051 mg GAE/g dry weight). The most important compounds identified in the essential oils were *cis*-sabienene hydrate (12–24%), camphene (3–15%), *n*-decanal (11–24%), dihydro-linalool (1–9%), *cis*-*β*-terpineol (7-9 %), nerol oxide (1–16%), and *cis*-pinocarveol (8–20%). Variation observed in the examined traits in different habitats can be caused by differences in

این مقاله نهایی نیست و پس از انتشار تغییراتی خواهد داشت.

ecological characteristics. Finally, the Kooh Sefid population can be one of the target habitats for preserving the genetic diversity of the *T. lingulatum* medicinal plant due to having more essential oil and antioxidant activity.

Keywords: *cis*-Sabienene hydrate, Ecological effects, Essential oil, *n*-decanal, Total phenolic content, Total flavonoid content.

پیش انتشار

این مقاله نهایی نیست و پس از انتشار تغییراتی خواهد داشت.