

بررسی اثر ارتفاع از سطح دریا بر برخی مواد مؤثره گیاه کلپوره (*Teucrium polium*)

Studying the effect of altitude above sea level on some active ingredients of the *Teucrium polium*

فرزانه غلامی^{۱*}، مریم تاتاری^۲، احمد اصغرزاده^۳، سید فاضل فاضلی کاخکی^۴

۱. کارشناس ارشد رشته مهندسی علوم باغبانی گرایش گیاهان دارویی، گروه کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد شیروان، مشهد، ایران، (نگارنده مسئول)

۲. استادیار، گروه علوم باغبانی و گیاهان دارویی، گروه کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد شیروان، مشهد، ایران،

۳. استادیار، گروه علوم باغبانی و گیاهان دارویی، گروه کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد شیروان، مشهد، ایران،

۴. دانشیار، گروه آموزشی منابع طبیعی، خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مشهد، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۳/۲۲ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۶/۱۴ - شناسانه برنمود رقمی: 10.22092/mpt.2025.369464.1191

چکیده

غلامی، ف.، تاتاری، م.، اصغرزاده، ا.، فاضلی کاخکی، س. ف.، بررسی اثر ارتفاع از سطح دریا بر برخی مواد مؤثره گیاه کلپوره (*Teucrium polium*)

نشریه علمی فناوری و گیاهان دارویی ایران، دوره ۷- شماره ۱- پیاپی ۱۲- بهار و تابستان ۱۴۰۳ صفحه: ۵۰-۳۹

به منظور بررسی اثر ارتفاع از سطح دریا بر مقدار برخی مواد مؤثره گیاه کلپوره یا مریم‌نخودی (*Teucrium polium*) آزمایشی به صورت طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار در سال ۱۴۰۱ اجرا شد. تیمارهای آزمایش شامل کوه‌های جنوب مشهد (ارتفاع ۱۲۳۷ متر)، کوه سرخ کاشمر (۱۷۷۱ متر) و جنوب طرقله با ارتفاع از سطح دریا (۱۲۸۰ متر) بود. برای تعیین محتوای اسانس گیاهان در این سه ناحیه از دستگاه‌های کروماتوگرافی گازی (GC) و کروماتوگرافی گازی-طیف‌سنجی جرمی (GC/MS) استفاده شد. نتایج آنالیز ترکیبات اصلی گیاه کلپوره نمونه مشهد شامل: متیل چاویکول (۱۲/۳٪)، هینزول استات (۶/۶٪)، بتا-اودسمول (۵/۲٪)، فیتول (۴/۳٪)، ژرماکیرین دی (۳/۴٪)، سیس-وربنول (۳/۲٪)، ترپینولن (۲/۸٪)، بتاکاریوفیلین (۲/۷٪) و ای-بتا فارنسن (۲/۶٪) و در نمونه کوه سرخ کاشمر: بتا-کاریوفیلین (۱۲٪)، ژرماکیرین دی (۸/۱٪)، اسپاتولنول (۶/۴٪) و اکسید کاریوفیلین (۷/۳٪) و در نمونه طرقله: بتا-کاریوفیلین (۱۹/۸٪)، ای-بتا فارنسن (۷/۹٪)، متیل چاویکول (۷/۵٪) و ژرماکیرین دی (۲/۸٪) بود. نتایج نشان داد بیشترین مقدار فنل کل (۱۰۷ mg/g) در ناحیه کوه سرخ و کمترین مقدار (۱۰۱ mg/g) آن در ناحیه طرقله به دست آمد. مقدار سزکوئیدترین و مونوترپن‌های اکسیژنه در منطقه کوه سرخ کاشمر به ترتیب ۳۲ و ۱۷/۳ درصد بود که نسبت به دو منطقه دیگر بیشتر بود. درصد کل ترکیبات عمده اسانس در هر سه منطقه در یک دامنه ۹۵/۸ تا ۹۷/۹ درصد قرار داشت. این یافته‌ها نشان می‌دهند که ارتفاعات بالاتر می‌توانند کیفیت دارویی کلپوره را از طریق افزایش ترکیبات زیست فعال بهبود بخشند و اطلاعات ارزشمندی برای بهینه‌سازی استراتژی‌های کشت این گیاه ارائه دهند.

واژه‌های کلیدی: درصد اسانس، سزکوئیدترین، فنل کل، کلپوره، (*Teucrium polium*)، مونوترپن.

آدرس پست الکترونیکی نگارنده مسئول: Gholamifafa1400@gmail.com

مقدمه

امروزه گیاهان دارویی در مصارف پزشکی و داروسازی برای پیشگیری و درمان بیماری‌های انسان و دام بسیار مورد استفاده قرار می‌گیرند (Omidbeigi, 2021). گیاهان دارویی کم‌کننده و تسکین‌دهنده درد و رنج انسان بوده و درمانگران سنتی و تجار مواد دارویی به صورت گسترده‌ای از آن‌ها استفاده می‌کنند (Emami Droopy, 2019). اهمیت مواد مؤثره گیاهان دارویی در پزشکی، صنایع غذایی، آرایشی و بهداشتی باعث شده که توجه و تحقیق پیرامون این دسته از گیاهان از نقطه نظر کشت، تولید و مصرف از اهمیت خاصی برخوردار شود (Hesampour, 2013). گیاهان تیره نعنائیان قرن‌هاست که در اکثر کشورها علاوه بر چاشنی به عنوان دارو در مقابله با بیماری‌های ویروسی استفاده می‌شود. کلپوره یا مریم‌نخودی (*Teucrium polium*) گیاه بومی ایران و از خانواده نعناع است که در طب سنتی کاربرد دارد. این جنس دارای دویست گونه بوده که دوازده گونه از آن در ایران موجود است (Mozarefian, 2009). این گیاه در کشورهای مختلف نیز پراکندگی وسیعی دارد (Jamzad, 2012).

دو وارسته از این گونه با نام‌های *T. polinm var tonsum* Stapf و *T. poliamva. gnaphalodes* Benth مشخص شده است که از نظر شکل برگ و کرک بسیار متنوع هستند. از آنجاکه هم‌پوشانی صفات در آن زیاد است، تفکیک وارسته‌های آن بسیار مشکل است (Jamzad, 2012). بیش از ۲۰۰۰ سال است که گونه‌های مختلف کلپوره به عنوان گیاه دارویی شناخته

شده است (Rahimifard *et al.*, 2023). این گیاه در طب سنتی به عنوان مدر، معرق، مقوی، ضد درد، ضد تب و ضد بی‌اشتهایی مورد استفاده عموم قرار گرفته است و از خواص دیگر آن می‌توان به ضداسپاسم، ضدالتهاب، پایین آورنده فشارخون، کاهش قند خون، ضدسرطان، ضد میکروبی و ضد اکسیدانی گیاه نیز اشاره کرد (Toplan *et al.*, 2022). اگرچه تولید مواد مؤثره در گیاهان دارویی با هدایت فرایندهای ژنتیک همراه است، ولی به طور بارزی تحت تأثیر عوامل محیطی مانند: ارتفاع از سطح دریا، شیب و عرض جغرافیایی، دما، رطوبت نسبی و عوامل خاکی قرار می‌گیرد، به طوری که عوامل محیطی علاوه بر ایجاد تغییرات رشدی، موجب افزایش یا کاهش، کمیّت و کیفیت مواد مؤثره آن‌ها نظیر: آلکالوئیدها، گلیکوزیدها، اسانس‌ها و سایر ترکیبات در گیاهان دارویی می‌شود (Omidbeigi, 2021). از جمله مواد مؤثره مهم گیاهان، ترکیبات فنولی هستند که دارای خواص آنتی‌اکسیدانی بوده که نقش مهمی در حذف رادیکال‌های آزاد و پیشگیری از تبدیل هیدروپرسیدها به رادیکال‌های آزاد را دارند و در اکثر میوه‌ها و سبزیجات، مغزهای خوراکی و روغن‌های خوراکی دیده می‌شود (Williamson, 2025).

نتایج تحقیقات نشان داده است که ارتفاع از سطح دریا می‌تواند موجب تغییراتی در مقدار مواد مؤثره و اسانس گیاهان دارویی شود. به طوری که نتایج پژوهشگران نشان داد که تفاوت ارتفاع از سطح دریا در رویشگاه‌های مختلف تفاوت معنی‌داری در میزان اسانس و



شکل ۱. گیاه (*Teucrium polium*)

پژوهشی با عنوان بررسی اکولوژی بر ترکیبات شیمیایی در گونه‌های شهدزا و گرده‌زا روی گیاه کلپوره در منطقه چهاردانگه ساری، نتایج نشان داد که عوامل محیطی موجب تفاوت معنی‌داری در عملکرد اسانس‌ها شد (Emami Droppi et al., 2019). نتایج مطالعه Nataraj و همکاران (۲۰۲۲) نشان داد که ارتفاع از سطح دریا بر میزان مواد مؤثره گیاه درمنه (*Artemisia brevifolia*) تأثیرگذار بوده است (Nataraj et al., 2022). همچنین نتایج Reaisi و همکاران (۲۰۱۴) در بررسی اثر ارتفاع از سطح دریا و مرحله فنولوژیکی بر اجزای اسانس گونه‌های گیاه کلپوره *T. polium* و *Teucrium oriental* نشان دادند که مرحله فنولوژیکی و اثر ارتفاع از سطح دریا تأثیر معنی‌داری بر درصد اجزای اسانس دارد، به‌طوری‌که ارتفاع زیاد از سطح دریا باعث افزایش ترکیبات معطر آلفا-پنین و لیمونین از هیدروکربن‌های مونوترپن شده، اما باعث کاهش ترکیبات سسکوئی ترپن مانند بتاکاریوفلین گردید، بنابراین بین ترکیبات

ماده مؤثره بابونه (*Matricaria chamomilla* L) ایجاد نکرده، ولی درعین حال مقدار اسانس گل‌هایی که در ارتفاعات بالا رشد یافته بودند، بیشتر بوده و در گل‌های منطقه پایین‌تر، ماده مؤثره بیشتری دیده شده است (Kohan, 2021). نتایج مطالعه ای دیگر (Agha AliKhani & Nataraj, 2021) نشان داد که اثر ارتفاع از سطح دریا بر میزان فنول گل و برگ گیاه بنفشه معطر (*Viola odorata* L. اثر منفی دارد، بطوریکه با افزایش ارتفاع، مقدار فنول کاهش می‌یابد. درحالی‌که، درصد آنتی‌اکسیدانی گل افزایش یافته است، اما مقدار فلاونوئیدها تحت تاثیر ارتفاع قرار نگرفته است (Zakrianeshad et al., 2021). بررسی اکوتیپ‌های مختلف گیاه دارویی کلپوره در استان فارس نشان داد که ترکیبات اسانس در رویشگاه‌های مختلف متغیر بوده و مواد مؤثره گیاه کلپوره با شرایط خاص منطقه مانند ارتفاع از سطح دریا و میزان بارندگی ارتباط دارد و ارتفاع از سطح دریا بر میزان بارندگی نیز تأثیرگذار است (Roshan et al., 2019). در

اسانس در مراحل مختلف ارتفاعی و فنولوژیکی همبستگی معنی داری وجود دارد (Reaisi et al., 2014). در مطالعه‌ای که به ارزیابی تأثیر ارتفاع بر تولید متابولیت‌های ثانویه و فعالیت آنتی‌اکسیدانی در جمعیت‌های وحشی گیاه دارویی *Coleus forskohlii* پرداخته است، مشخص شد که در مکان مختلف با ارتفاعات مختلف، سرینگر (۶۰۶ متر)، رودراپرایاگ (۷۲۷ متر)، گویشوار (۱۴۸۸ متر)، پیپالکوتی (۱۳۳۹ متر) و جوشیمات (۱۹۸۶ متر)، در منطقه گاروال در اوتاراکنند هند با افزایش ارتفاع از سطح دریا، افزایش معنی داری ($p < 0.05$) در میزان فنول، فلاونوئید و ترپنوئید مشاهده شد. بالاترین مقدار فنول در نمونه جمع‌آوری شده از جوشیمات مشاهده شد و نتایج مشابهی برای فلاونوئیدها، ترپنوئیدها و فعالیت آنتی‌اکسیدانی نیز گزارش شد (Rana et al., 2020). بررسی‌های انجام شده بر روی گیاه کلپوره مشخص کرده که این گیاه دارای مواد مؤثره گلیکوزیدی، تانن و ترپنوئید است که خواص آنتی‌اکسیدانی و ضد التهابی دارد و باعث التیام دردهای گوارشی می‌شود (Emraei, et al. 2018). از مهم‌ترین مواد مؤثره گیاه کلپوره می‌توان به: آلفا - بیسابولول، ترانس - کاریوفیل و کاریوفیلین اکساید اشاره کرد (Sadeghi et al., 2014).

با توجه به پتانسیل بالای کشت و کار گیاهان دارویی در ایران و نقش عوامل محیطی بر مواد مؤثره گیاه کلپوره، لذا در این پژوهش اثر ارتفاع از سطح دریا بر میزان اسانس و فنول کل گیاه دارویی کلپوره مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی تأثیر ارتفاع بر برخی مواد مؤثر گیاه دارویی کلپوره آزمایشی به صورت طرح کاملاً تصادفی در سه منطقه جغرافیایی انجام شد. که در آن تیمار آزمایش سه ناحیه جغرافیایی شامل:

الف) کوه سرخ کاشمر با ارتفاع ۱۷۷۱ متر از سطح دریا و طول و عرض جغرافیایی آن به ترتیب 35° ، $26'$ ، $48''$ و 58° ، $29'$ ، $57''$.

ب) جنوب طرقله با ارتفاع از سطح دریا (۱۲۸۰ متر) و طول 36° ، $18'$ ، $30''$ و عرض جغرافیایی 59° ، $23'$ ، $25''$

ج) کوه‌های جنوب مشهد (پارک خورشید) ارتفاع از سطح دریا (۱۲۳۷ متر) با طول 36° ، $17'$ ، $95''$ و عرض جغرافیایی 59° ، $28'$ ، $712''$ نمونه برداری از ارتفاع مشخص در هر سه منطقه انجام شد. نمونه‌های گیاهی در مرحله گل‌دهی در خرداد ۱۴۰۱ (۵ خرداد برای مشهد، ۷ خرداد برای طرقله و ۱۰ خرداد برای کوه سرخ) در سه تکرار برداشت شدند. سرشاخه‌های گل‌دار به طول ۲۰ سانتی‌متر با داس جمع‌آوری شدند. نمونه‌ها جمع‌آوری و به محیط مناسب برای خشک کردن انتقال داده شد، پس از ۱۰ روز که نمونه‌ها خشک شدند، از هر نمونه به مقدار ۳۰۰ گرم به دانشکده داروسازی، دانشگاه فردوسی مشهد منتقل شد.

استخراج اسانس

به منظور استخراج اسانس، نمونه‌های خشک شده با آسیاب برقی خرد و از الک ۱۸ مش عبور داده شدند. اسانس‌ها با روش تقطیر با آب به وسیله دستگاه کلونجر (Celevenger) به مدت ۳ ساعت استخراج شدند. برای حذف

رطوبت، از سولفات سدیم خشک استفاده شد. اسانس‌ها در ویال‌های تیره و در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند.

ترکیبات شیمیایی اسانس‌ها با دستگاه‌های کروماتوگرافی گازی (GC) و کروماتوگرافی گازی-طیف‌سنجی جرمی (GC/MS) شناسایی و کمی‌سازی شدند (روش بریتانیایی فارماکوپه) (Tenore *et al.*, 2011). برای آنالیز اسانس‌ها، با ستون موئین نوع (WCOT) و هلیوم به‌عنوان گاز حامل و دمای ستون برای جداسازی بهینه برنامه‌ریزی شد.

استخراج فنل

برای استخراج فنل‌ها، یک گرم نمونه آسیاب‌شده با ۱۰ میلی‌لیتر متانول ۸۰ درصد (نسبت ۱:۱۰) مخلوط و به مدت ۲۴ ساعت هم زده شد. سپس، مخلوط در ۳۰۰۰ دور در دقیقه به مدت ۵ دقیقه سانتریفیوژ شد و عصاره خالص برای اندازه‌گیری فنل کل استفاده شد. محتوای فنلی کل با روش رنگ‌سنجی فولین-سیوکالتو و با استفاده از دستگاه طیف‌سنج UV-Vis در دمای ۲۸ درجه سانتی‌گراد و طول موج ۲۸۰ نانومتر اندازه‌گیری شد (Khodadoust *et al.*, 2020).

رای اندازه‌گیری محتوای فنلی کل، از دستگاه اسپکتروفتومتر با لامپ تنگستن برای نور مرئی و لامپ دوتریم برای نور فرابنفش استفاده شد. آنالیز نمونه و مرجع به صورت هم‌زمان با پیکربندی دوپرتویی انجام گرفت.

داده‌ها حاصل از آزمایش با نرم‌افزار SAS آنالیز واریانس شده و میانگین‌ها با آزمون دانکن در سطح معنی‌داری پنج درصد مقایسه شدند.

نتایج و بحث

نتایج آنالیز GC/MS نشان داد که طیف وسیعی از ترکیبات اصلی و فرعی در اسانس گیاه کلپوره وجود دارد که بر اساس درصد وزنی تفکیک می‌شوند. معمولاً ترکیباتی که درصد وزنی آن‌ها بالاتر از ۱٪ است، به‌عنوان ترکیبات اصلی و آن‌هایی که کمتر از ۱٪ هستند، به‌عنوان ترکیبات فرعی شناخته می‌شوند. که از مهمترین این ترکیبات در نمونه‌های آزمایش شده نشان داد که در نمونه مشهد، ترکیبات اصلی این گیاه شامل: متیل چاویکول (۱۲/۳٪)، هینزول استات (۶/۶٪)، بتا-اودسمول (۵/۲٪)، فیتول (۴/۳٪)، ژرماکرین دی (۳/۴٪)، سیس-وربنول (۳/۲٪)، ترپینولن (۲/۸٪)، بتا - کاریوفیلن (۲/۷٪) و ای - بتا فارنسن (۲/۶٪) بود. و مقدار کل ترکیبات شناسایی شده ۹۷/۶ درصد بود. در نمونه کوه‌سرخ، ترکیبات شیمیایی اصلی شامل: بتا - کاریوفیل (۱۲٪)، ژرماکرین دی (۸/۱٪)، اسپاتولنول (۶/۴٪) و اکسید کاریوفیلن (۷/۳٪) و مقدار درصد کل ترکیبات شناسایی شده در این نمونه ۹۵/۸ درصد بود. در نمونه طرهبه، مهمترین ترکیبات اصلی بتا- کاریوفیلن (۱۹/۸٪)، ای- بتا فارنسن (۷/۹٪)، متیل چاویکول (۷/۵٪) و ژرماکرین دی (۲/۸٪) اشاره کرد. مقدار درصد کل ترکیبات شناسایی شده در این نمونه ۹۷/۹ درصد بود.

نتایج آنالیز واریانس نشان داد که اثر ارتفاع بر برخی از ترکیبات اسانس مورد آزمایش معنی‌دار بود (جدول ۱). به‌طوری که در ترکیبات مونوترپن اکسیژنه، سزکوئیدترین اکسیژنه و محتوای فنل با تغییرات ارتفاع از سطح دریا مقدار این ترکیبات نیز تفاوت نشان

جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) برخی ترکیبات عمده اسانس گیاه کلپوره

منابع تغییرات	درجه آزادی	محتوای فنل کل	سز کوئیدترین اکسیژنه	مونوترپن اکسیژنه	درصد اسانس کل
تیمار	۲	۶۰۶۷**	۱۸۶۴*	۹۱۲**	۵۴۱۶ ^{ns}
خطا	۴	۳۳۱	۲۵۱	۴۸/۳	۱۲۱۱
ضرب		۶/۷۵	۷/۰۱	۵/۰۶	۶/۳۷

تغییرات (%)

ns, *, **: به ترتیب غیر معنی داری و معنی داری در سطح احتمال پنج و یک درصد

داد. نتایج تحقیقات نیز تایید کرد که ترکیبات اسانس ها با افزایش ارتفاع دارای تغییرات می شوند (Sadeghi et al., 2014).

محتوای فنلی کل

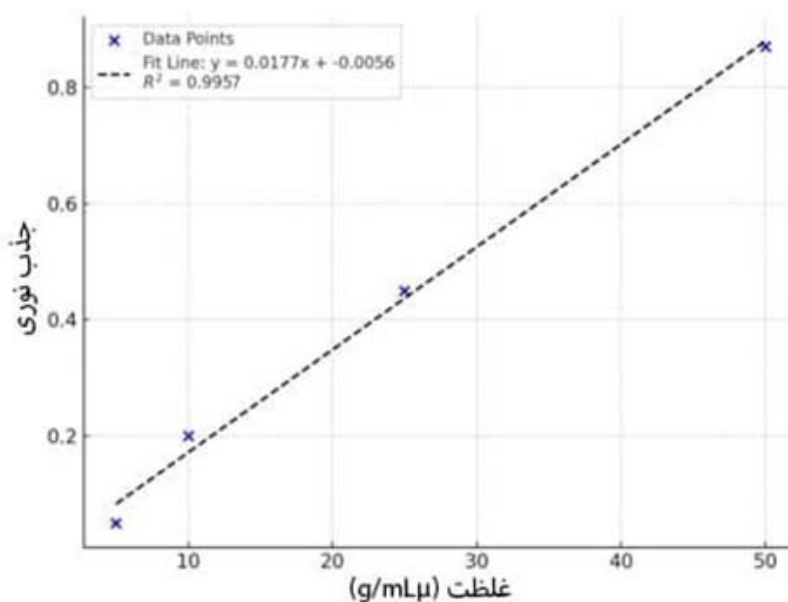
مقدار کل ترکیبات فنولی موجود در عصاره متانولی گیاه کلپوره براساس جذب نوری نمونه ها که از واکنش آن ها با معرف فولین سیوکالتو حاصل شده، محاسبه شد. برای این منظور، مقادیر جذب با استفاده از محلول های استاندارد گالیک اسید و با توجه به معادله خط استاندارد $y=0.0181x-0.0331$ (با ضریب تعیین $R^2 = 0.9957$) تعیین شد. این معادله خط که از منحنی استاندارد گالیک اسید به دست آمده است، به عنوان مرجع برای محاسبه غلظت های معادل گالیک اسید در نمونه های مورد بررسی قرار گرفت (شکل ۲). بر اساس آزمون فولین سیوکالتو و معادله خط استاندارد نشان می دهد که رابطه خطی دقیقی بین غلظت های مختلف گالیک اسید و میزان جذب نوری در طول موج خاص وجود دارد. ضریب تعیین R^2 برابر با ۰/۹۹۵۷، نشانگر همبستگی بسیار بالا

بین داده های تجربی و مدل خطی است که این معادله را تایید می کند. نتایج نشان داد که محتوای فنلی کل با افزایش ارتفاع افزایش یافت. گیاهان کلپوره موجود در کوه سرخ (۱۷۷۱ متر) محتوای فنلی به طور معنی داری بالاتری (۱۰۷ میلی گرم بر گرم) نسبت به طرقة و مشهد داشت ($p < 0.05$) و کمترین مقدار آن در ناحیه طرقة با مقدار ۱۰۱ میلی گرم در گرم ماده خشک گل حاصل شد (جدول ۲).

سز کوئیدترین و مونوترپن های اکسیژنه

نتایج آنالیز واریانس نشان داد که دو ناحیه طرقة و مشهد از نظر درصد سز کوئیدترین های اکسیژنه در یک گروه آماری قرار داشته و با مقدار این صفت در ناحیه کوه سرخ کاشمر تفاوت معنی داری داشتند (جدول ۱ و ۲). درصد سز کوئیدترین های اکسیژنه در ناحیه کوه سرخ کاشمر نسبت به ناحیه طرقة و مشهد به ترتیب حدود ۲۳ و ۱۸ درصد بیشتر بود. کمترین مقدار آن در ارتفاع ۱۲۸۰ متری از سطح دریا در ناحیه طرقة با مقدار ۲۴/۶ درصد حاصل شد. در خصوص مونوترپن های اکسیژنه، نتایج مقایسه

منحنی استانداردهای ترکیبات فنول



جدول ۲- مقایسه میانگین حاصل از تأثیر ارتفاع بر مقدار کل ترکیبات فنولی، سزکونیدترین های

اکسیژنه و مونوترپن های اکسیژنه (ترکیبات عمده اسانس و درصد کل آن ها)

درصد اسانس کل (%)	مونوترپن اکسیژنه (%)	سزکونیدترین اکسیژنه (%)	محتوای فنل کل (mg/g)	ناحیه
۹۵/۸ ^a	۱۷/۳ ^a	۳۲/۰ ^a	۱۰۷ ^a	کوه سرخ (۱۷۷۱ متر)
۹۷/۹ ^a	۹/۳ ^b	۲۴/۶ ^b	۱۰۱ ^b	طرقه (۱۲۸۰ متر)
۹۷/۶ ^a	۱۱/۷ ^b	۲۶/۱ ^b	۱۰۲ ^b	مشهد (۱۲۳۷ متر)

میانگین های که دارای حروف مشابه هستند بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی داری با هم ندارند

یافت (جدول ۲).

اکوسیستم و عوامل اکولوژیک نقش مهمی در میزان مواد مؤثره گیاهان دارویی دارند. استخراج و شناسایی مواد مؤثره می تواند کمک بزرگی بر ارزش غذایی، دارویی و عوارض جانبی آن ها داشته باشد. هرچند مطالعات متعددی در رابطه با عوامل اکولوژیکی (مانند: خاک، درصد شیب، تنوع و ...) بر خصوصیات

میانگین ها نشان داد که در ارتفاع های ۱۷۷۱، ۱۲۸۰ و ۱۲۳۷ درصد مونوترپن های اکسیژنه به ترتیب ۱۷/۳، ۹/۳ و ۱۱/۷ درصد بود (جدول ۲). از لحاظ درصد کل ترکیباتی که به روش GC/MS به دست آمد، تفاوت معنی داری در این سه ناحیه مشاهده نشد (جدول ۱). با این حال، در ارتفاعات بالا، درصد ترکیبات اسانس حدود ۲ درصد نسبت به ناحیه طرقه و مشهد کاهش

مورفولوژیک گیاهان و همچنین اسانس و مواد مؤثره گیاهان انجام شده است، با این حال، ارتفاع از سطح دریا نقش اساسی در رشد و تولید گیاهان در رویشگاه‌های طبیعی مختلف داشته و از عوامل مهم، تأثیرگذار و تعیین کننده در کمیت و کیفیت مواد مؤثره و ترکیبات شیمیایی در گیاهان محسوب می‌شود. ارتفاع از طریق تأثیر بر عوامل محیطی مانند دما، تابش فرابنفش و ترکیب خاک، تولید متابولیت‌های ثانویه را به عنوان پاسخ به تنش تحریک می‌کند (Omidbeigi, 2021). برای مثال، قرار گرفتن در معرض تابش فرابنفش بالاتر در ارتفاعات بیشتر، ممکن است سنتز ترکیبات فنلی را افزایش دهد، که به عنوان مکانیسم محافظتی در برابر استرس اکسیداتیو عمل می‌کند (Garima et al., 2010). به طور مشابه، افزایش اجزای اسانس مانند آلفا-بیسابولول و کاریوفیلین اکساید در ارتفاعات بالاتر، ممکن است به افزایش فعالیت بیوسنتزی در دماهای خنک تر و اکسیژن کمتر نسبت داده شود (Raisi et al., 2019). مطالعات مشابه روی کلپوره در مناطق دیگر در هیمالیای غربی نتایج مشابهی را گزارش کرده‌اند، که در آن با افزایش ارتفاع، محتوای فنلی و فلاونوئیدی افزایش یافت (Garima et al., 2010). نتایج این مطالعه نیز نشان داد که با افزایش ارتفاع، درصد و مقدار منوترپن‌های اکسیژنه، سزکویی‌ترین‌ها و محتوای فنلی کل افزایش یافت که با مطالعات قبلی روی گیاهان دارویی مطابقت دارد. نتایج این پژوهش نشان داد که ارتفاع از سطح دریا عامل مهمی در تولید مواد مؤثره گیاهان دارویی است. همبستگی مثبت بین ارتفاع و مواد مؤثره

در کلپوره ممکن است به سازگاری این گیاه با شرایط سخت تر در ارتفاعات بالاتر مرتبط باشد، جایی که متابولیت‌های ثانویه نقش کلیدی در تحمل تنش ایفا می‌کنند. ترکیبات فنلی، که به دلیل اثرات آنتی‌اکسیدانی و ضد التهابی شناخته شده‌اند، عاملی برای ارزش درمانی این گیاه هستند (Toplan et al., 2022). افزایش منوترپن‌های اکسیژنه و سزکویی‌ترین‌ها همچنین پروفایل داروشناسی گیاه را بهبود می‌بخشد، زیرا این ترکیبات به خواص ضد میکروبی و ضد التهابی آن کمک می‌کنند (Sadeghi et al., 2014). محدودیت‌های این مطالعه شامل تمرکز بر تنها سه ارتفاع و عدم تحلیل سایر عوامل محیطی (مانند مواد مغذی خاک، بارندگی) است که ممکن است با ارتفاع ارتباط داشته باشند. تفاوت در میزان ترکیبات فنولی بین مناطق مختلف نشان می‌دهد که شرایط محیطی نقش بسیار مهمی در تعیین غلظت این ترکیبات در گیاه *T. polium* دارند. ارتفاع بالاتر و شرایط محیطی سخت تر در کوه سرخ کاشمر باعث تولید بیشتر ترکیبات فنولی شده است، در حالی که شرایط معتدل تر و استرس زای کمتر در طبقه منجر به کاهش این ترکیبات شده است. یکی از مهم ترین نتایج این مطالعه، مشاهده افزایش قابل توجه میزان ترکیبات فنولی با افزایش ارتفاع بود. ترکیبات فنولی، از جمله فلاونوئیدها و تانن‌ها، به دلیل خواص آنتی‌اکسیدانی قوی خود، نقشی کلیدی در فعالیت‌های دارویی گیاهان ایفا می‌کنند. افزایش میزان این ترکیبات در ارتفاعات بالاتر می‌تواند به دلیل افزایش عوامل استرس زای محیطی مانند تابش فرابنفش و کاهش دما باشد. این شرایط

می‌توانند به‌عنوان محرک‌هایی برای سنتز بیشتر ترکیبات فنولی عمل کنند که به گیاه در مقابله با استرس اکسیداتیو کمک می‌کنند. علاوه بر افزایش کلی ترکیبات فنولی، تغییراتی در نسبت و ترکیب زیرگروه‌های فنولی نیز مشاهده شد. به‌عنوان مثال، برخی فلاونوئیدها مانند کوئرستین و کامفرول به‌طور خاص در ارتفاعات بالاتر افزایش یافته‌اند. این تغییرات می‌توانند به دلیل تفاوت در شرایط نوری و دمایی در ارتفاعات مختلف باشد که مسیرهای متابولیکی خاصی را در گیاه تحریک می‌کنند.

درک این تغییرات برای بهینه‌سازی استفاده از گیاه کلپوره در پزشکی سنتی و برای کشت پایدار این گیاه دارویی ارزشمند ضروری است. این یافته‌ها نه تنها اهمیت ارتفاع به‌عنوان یک عامل محیطی کلیدی را در تولید مواد مؤثره گیاهان دارویی برجسته می‌کند، بلکه نشان می‌دهد که چگونه شرایط محیطی می‌تواند پروفایل شیمیایی گیاهان را تغییر دهد.

سپاسگزاری

شایسته است از تمام افرادی که به نحوی در انجام این مطالعه نقش داشته‌اند، قدردانی گردد.

Reference

- Agha Alikhani, M., and Kohan Mo, M.A. 2021. The effect of habitat altitude on the essential oil content and its active substances of German Chamomile in South-west Iran. Scientific and Promotional Journal of Iranian Medicinal Plant Technology, 4(2): 44-58. (In Persian)
- Emami Droppi, M. 2019. Study of ecology and chemical compositions in some nectar-producing and pollinating species of the Chahardangeh region of Sari in Mazandaran province. Master's thesis, Rangeland Management. (In Persian)
- Emraei, M., Ghorbani, A., Seifinejad, Y., Mousavi, S.F., Mohamadpour, M., and Shirzadpour, E. 2018. The effect of hydroalcoholic extract of *Teucrium polium* L. on inflammatory markers and lipid profile in hypercholesterolemic rats. Journal of Inflammation Research, 11: 265-272.
- Garima, K., Shashi, R., Anjana, P., and Sanjay, G. 2010. Influence of altitudinal variation on the antioxidant and antidiabetic potential of tartar buckwheat of Western Himalaya. Food Science and Biotechnology, 19(5): 1355-1363.
- Hesampour, G. 2013. Studying the effect of altitude and drought stress on vegetative yield and essential oil of *Salvia macrosiphon* Boiss. Master's thesis, Agricultural and Horticultural Engineering. (In Persian)
- Jamzad, Z. 2012. Flora of Iran. Vol. 76. Research Institute of Forests & Rangelands, Tehran. (In Persian)
- Khodadoust, S., Ahmadvandi, F., and Zeraatpisheh, F. 2020. Optimization of phenol and flavonoid extraction compound of *Adiantum capillusveneris* L. using ultrasound assisted extraction. Journal of Medicinal Plants, 19(75): 312-326. (In Persian)
- Mozarefian, M. 2009. Medicinal Plants of Iran. Tehran: Tehran University of Medical Sciences Press. (In Persian)
- Nataraj, N., Manzoor, H., Mohd, I., Alexander, E., Hausmann, S.R., Satwinderjeet, K., Jabeena K., Bilal A.M., and Shannon B. Olsson. 2022. Effect of altitude on volatile organic and phenolic compounds of *Artemisia brevifolia* Wall ex Dc. from the Western Himalayas. Ecology and Evolution. <https://doi:10.3389/>

fevo.2022.864728

- Omidbeigi, R. 2021. Production and processing of medicinal plants. Volume II. 2nd ed. Complete review. Beh Nashr Publishing, Tehran. (In Persian)
- Rahimifard, M., Sefidkon, F., Azimi, R., Fekri Qomi, S., Makkizadeh Tafti, M., Yahyazadeh, M., and Salehi Shanjani, P. 2023. Effect of geographical location on yield and chemical composition of *Teucrium orientale* L. essential oils collected from eleven different localities in Iran. Journal of Medicinal Plant By-Products, 12(1): 69-76. (In Persian)
- Rana, P.S., Saklani, P., and Chandel, C. 2020. Influence of altitude on secondary metabolites and antioxidant activity of *Coleus forskohlii* root extracts. Research Journal of Medicinal Plants, 14(2): 43–52. <https://doi.org/10.3923/rjmp.2020.43.52>
- Reaisi, Z., Yadegari, M., and Ali Shirmardia, H. 2014. The effect of altitude and development stage on the synthetic activity of some polyphenols in *Teucrium polium* L. in Tessala Mountains (Western Algeria). Advances in Environmental Biology, 8(22): 193-201. (In Persian)
- Roshan, V., Zareian, F., Bahmanzadegan Jahromi, A., and Hatmi, A. 2019. Phytochemical comparison of essential oil in different ecotypes of the medicinal plant *Teucrium polium* subsp. *polium* in Fars Province. Quarterly Journal of Ecophytochemistry of Medicinal Plants, 7(3): 1-14. (In Persian)
- Sadeghi, H., Jamalpoor, S., and Shirzadi, M.H. 2014. Variability in essential oil of *Teucrium polium* L. of different latitudinal populations. Industrial Crops and Products, 54: 130-134. (In Persian)
- Tenore, G.C., Ciampaglia, R., Arnold, N.A., Piozzi, F., Napolitano, F., Rigano, D., and Senatore, F. 2011. Antimicrobial and antioxidant properties of the essential oil of *Salvia lanigera* from Cyprus. Food and Chemical Toxicology, 49(1): 238-243.
- Toplan, G.G., Göger, F., Taşkin, T., Genç, G.E., Civaş, A., Işcan, G., Kürkçüoğlu, M., Mat, A., and Başer, K.H. 2022. Phytochemical composition and pharmacological activities of *Teucrium polium* L. collected from eastern Turkey. Turkish Journal of Chemistry, 46(1): 269-282. <https://doi.org/10.3906/>

kim-2107-13

- Williamson, G. 2025. Bioavailability of Food Polyphenols: Current State of Knowledge. *Annual Review of Food Science and Technology*, 16:315–332.
- Zakrianezhad, N., Moradi, H., Biparva, P., and Memariani, Z. 2022. Effect of altitude and soil properties on some secondary metabolites of different organs of *Viola odorata* L. in various natural habitats of Mazandaran province. *Iranian Journal of Plant Ecophysiology*, 17(67): 111–125. <https://doi.org/10.30495/iper.2021.1936770.1716>

Studying the effect of altitude above sea level on some active ingredients of the *Teucrium polium*

Farzaneh Gholami^{1*}, Maryam Tatari², Ahmad Asgharzadeh³, Seyyed Fazel Fazeli Kakhki⁴

1. Master of Science in Horticultural Sciences, Department of Agriculture, Shirvan Azad University, Mashhad, Iran. (Corresponding author)
2. Assistant Professor, Department of Horticultural Sciences and Medicinal Plants, Department of Agriculture, Islamic Azad University, Shirvan Branch, Mashhad, Iran
3. Assistant Professor, Department of Horticultural Sciences and Medicinal Plants, Department of Agriculture, Islamic Azad University, Shirvan Branch, Mashhad, Iran
4. Associate Professor, Department of Natural Resources, Soil and Water, Agricultural Research and Education Center, and Natural Resources of Khorasan Razavi, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Mashhad, Iran.

Received: June 2025 Accepted: September 2025 - DOI: 10.22092/mpt.2025.369464.1191

Abstract

Gholami, F., Tatari, M., Asgharzadeh, A., Fazeli Kakhki S., Studying the effect of altitude above sea level on some active ingredients of the *Teucrium polium*

Iranian Medicinal Plants and Technology, Vol 7, No. 1, 2024 6-7: 39-50(in Persian)

Abstract

This study investigated the effect of altitude above sea level on the amount of some active compounds in *Teucrium polium*. A completely randomized design with three replications was conducted in 2023. Experimental sites included mountains south of Mashhad (altitude 1237 m), Kashmar Red Mountains (1771 m), and south of Torqaba (1280 m) above sea level. Essential oil content was analyzed using gas chromatography (GC) and gas chromatography-mass spectrometry (GC/MS). Essential oil content was analyzed using gas chromatography (GC) and gas chromatography-mass spectrometry (GC/MS). Major compounds identified in the Mashhad sample were methyl chavicol (12.3%), hingsol acetate (6.6%), beta-odsmol (5.2%), phytol (4.3%), germacrene D (3.4%), cis-verbenol (3.2%), terpinol (2.8%), beta-caryophyllene (2.7%), and e-beta-farnesene (2.6%). In the Kooh Sorkh sample from Kashmar, beta-caryophyllene (12%), germacrene D (8.1%), spathulenol (6.4%), and caryophyllene oxide (7.3%) were dominant. The Torqaba

sample contained beta-caryophyllene (19.8%), e-beta-farnesene (7.9%), methyl chavicol (7.5%), and germacrene D (2.8%). The highest total phenol content (107 mg/g) was observed in the Kooh-Sorkh region, while the lowest (101 mg/g) was recorded in Torqaba. Sesquiterpenes and oxygenated monoterpenes were most abundant in the Kooh-Sorkh region, at 32% and 17.3%, respectively, exceeding levels found in the other locations. The total major essential oil compounds ranged from 95.8% to 97.9% across the sites. These results suggest that higher altitudes may enhance the medicinal quality of *T. Polium* by increasing bioactive compound concentrations, providing valuable insights for optimizing cultivation strategies.

Keywords: Essential oil percentage, Monoterpene, Sesquiterpene, *Teucrium polium*, Total phenol,