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

Morphological and phytochemical characteristics of *Inula helenium* L. in different altitudes of Zanjan region, Iran

Nader Moradi[1], Hassanali Naghdi Badi[2,3*], Sepideh Kalateh Jari[1], Ali Mehrafarin[4], Elham Danaee[5]

[1] Department of Horticultural Science and Agronomy, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.
[2] Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Shahed University, Tehran, Iran, Email: Naghdibadi@shahed.ac.ir
[3] Medicinal Plants Research Center, Shahed University, Tehran, Iran.
[4] Medicinal Plants Research Center, Institute of Medicinal Plants, ACECR, Karaj, Iran.
[5] Department of Horticulture, Garmsar Branch, Islamic Azad University, Garmsar, Iran.

Serial 40, 10th year, Number 4, Winter 2023 (1-13)

Article type:
Research Full Paper

Article history
Received: 2020/12/3
Revised: 2021/5/29
Accepted: 2021/7/23

Keywords
Altitude
Essentials Oil
Growth traits
Inula helenium L.
Zanjan province

Abstract

In the present study, the effect of altitude on the morphological characteristics and also essential oil content and composition of *Inula helenium* L. was studied. This plant was collected in the flowering stage in the first half of July 2017 and 2018 in different altitudes of the Zanjan region (from 1200 to 2400 m) and the growth traits of plant organs including leaves, stems, flowers, and roots were measured. In autumn, at the end of the annual growth period of the plants, plant rhizomes were harvested to evaluate essential oil content and composition. The Clevenger device was used for 3 hours for essential oil extraction and the GS-MS device was used to identify the constituents of *Inula helenium* essential oil. The results showed that there were significant differences in all growth traits and essential oil depending on the altitude of the region. Although, the growth traits of *Inula helenium* such as leaf and stem dry weight, leaf width and length, leaf number, and plant height decreased with increasing altitude, but the rhizome dry weight and diameter, and essential oil content increased with increasing altitude. The essential oil components of *I. helenium* were changed with increasing altitude so that the content of geranyl acetone, verbanol, α-pinene, isoalantolactone and valencene increased with increasing altitude. Also, the content of α-selinene decreased and no changes were observed in the content of caryophyllene oxide and β-elemene with increasing altitude. In general, the results showed that altitude is an important and influential factor affecting *Inula helium*'s quantitative and qualitative yield.

Please cite this article as: Moradi, N., Naghdi Badi, H.A., Kalateh Jari, S., Mehrafarin, A., Danaee, E. (2023). Morphological and phytochemical characteristics of *Inula helenium* L. in different altitudes of Zanjan region, Iran *Eco-phytochemical Journal of Medicinal Plants*. 10(4): 1-13.

DOI : 10.30495/ejmp.2023.699770
DOR: 20.1001.1.23223235.1401.10.4.8.8

© 2023. All Rights Reserved

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

بررسی خصوصیات مورفولوژیک و فیتوشیمیایی گیاه دارویی *Inula helenium* L. در ارتفاعات مختلف استان زنجان

نادر مرادی[۱]، حسنعلی نقدی بادی[۲،۳]*، سپیده کلاته جاری[۱]، علی مهرآفرین[٤]، الهام دانایی[٥]

[۱] گروه علوم باغبانی و زراعی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.
[۲] گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شاهد، تهران، ایران، رایانامه: Naghdibadi@shahed.ac.ir
[۳] مرکز تحقیقات گیاهان دارویی، دانشگاه شاهد، تهران، ایران.
[٤] مرکز تحقیقات گیاهان دارویی، پژوهشکده گیاهان دارویی جهاد دانشگاهی، کرج، ایران.
[٥] گروه باغبانی، واحد گرمسار، دانشگاه آزاد اسلامی، گرمسار، ایران.

سال دهم، شماره ٤٠، زمستان ١٤٠١ / صفحات: ١٣-١

نوع مقاله:
مقاله کامل علمی-پژوهشی

تاریخ ارسال: ۱۳۹۹/۹/۱۳
تاریخ بازنگری: ١٤٠٠/٣/٨
تاریخ پذیرش: ١٤٠٠/٥/١

چکیده

در مطالعه حاضر، تأثیر ارتفاع از سطح دریا روی خصوصیات رشدی و همچنین میزان و اجزای اسانس گیاه زنجبیل شامی (*Inula helenium* L.) مورد مطالعه قرار گرفت. این گیاه در مرحله گلدهی در نیمه اول تیر ۱۳۹۷ و ۱۳۹۸ در طبقات ارتفاعی مختلف منطقه زنجان (از ۱۲۰۰ تا ۲٤۰۰ متر از سطح دریا) جمع آوری گردید و صفات رشدی اندام‌های گیاه شامل برگ‌ها، ساقه‌ها، گل‌ها و ریشه‌ها اندازه‌گیری گردید. در پاییز همزمان با پایان دوره رشد سالانه گیاهان، اندام زیرزمینی گیاه برای ارزیابی میزان اسانس و ترکیبات آن برداشت شدند. اسانس‌گیری از نمونه‌ها با استفاده از دستگاه کلونجر به مدت ۳ ساعت و شناسایی اجزای تشکیل دهنده اسانس زنجبیل شامی با استفاده از دستگاه GS-MS انجام شد. نتایج نشان داد کلیه صفات رشدی و میزان و اجزای اسانس گیاه زنجبیل شامی بطور معنی‌داری تحت تاثیر ارتفاع محل رویش متفاوت بودند. اگرچه صفات رشدی مختلفی مانند وزن خشک برگ و ساقه، عرض وطول برگ، تعداد برگ و ارتفاع گیاه با افزایش ارتفاع رویشگاه روند کاهشی نشان دادند ولی وزن خشک ریزوم، قطر و میزان اسانس آن با افزایش ارتفاع از سطح دریا افزایش یافتند. اجزای تشکیل دهنده اسانس زنجبیل شامی با افزایش ارتفاع دستخوش تغییراتی شد، به طوریکه با افزایش ارتفاع بر محتوی برخی از اجزای اسانس شامل geranyl acetone، verbanol، α-pinene، isoalantolactone و valencene افزوده شد، اما محتوی α-selinene کاهش و تغییراتی در محتوی caryophyllene oxide و β-elemene دیده نشد. به‌طورکلی نتایج نشان داد که ارتفاع از سطح دریا رویشگاه گیاه زنجبیل شامی، فاکتور مهم و موثری است که بر عملکرد کمی و کیفی آن تاثیر داشته است.

واژه‌های کلیدی:
ارتفاع رویشگاه
اسانس
زنجبیل شامی
زنجان
صفات رشدی

استناد: مرادی، ن.، نقدی‌بادی، ح.ع.، کلاته جاری، س.، مهرآفرین، ع.، دانایی، ا. (١٤٠١). بررسی خصوصیات مورفولوژیک و فیتوشیمیایی گیاه دارویی *Inula helenium* L. در ارتفاعات مختلف استان زنجان. *فصلنامه اکوفیتوشیمی گیاهان دارویی*، ١٠ (٤)، ١٣-١.

DOI : 10.30495/ejmp.2023.699770
DOR: 20.1001.1.23223235.1401.10.4.8.8

ناشر: دانشگاه آزاد اسلامی، واحد گرگان
© نویسندگان.

مقدمه

گیاهان دارویی منابع با ارزشی برای داروهای جدید هستند (Delbanco et al., 2017) و هر روز بر میزان مصرف آن‌ها افزوده می‌شود. با این وجود، برداشت این گیاهان دارویی در بیشتر موارد از منابع طبیعی بوده است (Chen, 2019) که این مسئله، خطر نابودی تنوع زیستی را به دنبال دارد. از این رو، در سال‌های اخیر محافظت و استفاده پایدار از گیاهان دارویی به طور گسترده‌ای مطرح شده است (Larsen and Olsen, 2007). بنابراین لازم است نیازهای اکولوژیکی این گیاهان شناسایی و در راستای کشت آنها در خارج از زیستگاه‌شان برای کاهش فشار بر طبیعت گام برداشته شود (Nalawade et al., 2003).

جنس *Inula* از خانواده Asteraceae دارای ۱۰۰ گونه گیاهی است که بطور عمده در آسیا و اروپا پراکنش دارند (Ivanova et al., 2017) و زنجبیل شامی با نام علمی *Inula helenium* L. یکی از گیاهان دارویی ارزشمند این جنس است که مصارف زیادی در طب سنتی دارد (Gao et al., 2017). زنجبیل شامی گیاهی است پایا به ارتفاع ۱۰۰ تا ۱۲۰ سانتی‌متر با ریزوم غده‌ای بزرگ و ساقه کرکدار و منشعب و همچنین برگ‌های قاعده‌ای بیضوی است. حاشیه برگ‌ها دندانه‌های ریزی داشته و برگ‌های روی ساقه به شکل سرنیزه‌ای و بی‌دم هستند. میوه این گیاه از نوع فندقه بوده و دارای گل‌اذین به قطر ۱۰-۷ سانتی‌متر و رنگ زرد طلایی است. از ریزوم و ریشه این گیاه استفاده درمانی می‌شود (Jana et al., 2013). ریزوم زنجبیل شامی خلط‌آور و اشتهاآور بوده همچنین دارای اثرات مقوی، تقویت کننده نسج مخاطها، مدر، معرق، ضدباکتری و ضدعفونی کننده است. همچنین این گیاه دارای اثرات ضددردی و ضدالتهابی نیز می‌باشد (Zhou et al., 2011). خواص ضدسرطانی (li et al., 2012)، ضدمیکروبی (Diguță et al., 2014)، القاء کننده فعالیت آنزیم‌های سم‌زدایی کننده (Seo et al., 2009)، آنتی‌اکسیدانت (Zlatić et al., 2019) و ضدباکتریایی (Stojanović-Radić et al., 2012) این گیاه گزارش شده است.

ترکیب متابولیت‌های ثانویه در گیاهان بسته به عوامل مختلف همچون ژنتیک گیاهی، آب و هوا، ارتفاع و در کل شرایط محیطی متغیر است (Zlatić et al., 2019). در گیاهان دارویی نیز ترکیبات اسانس به شدت تحت تأثیر عوامل محیطی مختلف قرار می‌گیرد (Morshedloo et al., 2018). همچنین کابو[1] و همکاران (Cabo et al., 1987) و ازگواون و تانسی[2] (Özgüven and TANSI, 1998) گزارش نمودند که ترکیب و عملکرد اسانس تحت تأثیر شیوه‌های مدیریتی، شرایط اکولوژیکی و آب و هوایی قرار می‌گیرد. گزارش شده است که در گیاهان جنس *Thymus*، ارتفاع یکی از مهم‌ترین عوامل اثرگذار بر ترکیب و عملکرد متابولیت ثانویه می‌باشد (Özgüven and TANSI, 1998). اربابی و همکاران (Arbabi et al., 2020) نشان دادند که ارتفاع رویشگاه تأثیر معنی‌داری بر میزان ترکیبات اصلی اسانس گیاه مشگک (*Ducrosia anethifolia*) داشته و همچنین گزارش کردند که ترکیب اسانس در ارتفاعات مختلف متفاوت می‌باشد. اگرچه ارتفاع رویشگاه بر میزان و ترکیبات اسانس گیاهان دارویی تاثیر دارد ولی گزارشی معتبر در خصوص اثر ارتفاع بر خصوصیات ریخت‌شناسی و اجزای اسانس گیاه زنجبیل شامی وجود ندارد. به همین دلیل، پژوهش کنونی با هدف بررسی اثر ارتفاع رویشگاه بر صفات رشدی و ظاهری و ترکیب اسانس گیاه زنجبیل شامی انجام شده است.

1. Cabo
2. Ozguven and Tansi

مواد و روش‌ها

تهیه مواد گیاهی: گیاه زنجبیل شامی از مناطق و رویشگاه‌های طبیعی و در طبقات ارتفاعی مختلف شامل ۱۲۰۰ تا۱۴۰۰، ۱۴۰۰ تا ۱۶۰۰، ۱۶۰۰ تا ۱۸۰۰، ۱۸۰۰ تا ۲۰۰۰، ۲۰۰۰ تا ۲۲۰۰ و ۲۲۰۰ تا ۲۴۰۰ متر استان زنجان به صورت تصادفی نمونه‌برداری شدند. مختصات جغرافیایی محل و همچنین خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک در جدول ۱ آورده شده است. همچنین نمونه گیاهی به هرباریوم به منظور تشخیص و تعیین صفات کلیدی گونه *Inula helenium* L. و تفکیک آن از گونه‌های مشابه ارسال شد.. نمونه‌برداری در مرحله گلدهی در نیمه اول تیر ۱۳۹۷ انجام شد که شامل جمع‌آوری برگ‌ها، ساقه‌ها، گل‌ها وریشه‌ها از گیاهان مورد نظر جهت اندازه‌گیری صفات رشدی گیاه بود. مرحله دوم جمع‌آوری نمونه در پاییز بود که ریزوم‌های گیاه برای اندازه‌گیری درصد اسانس تولیدی و اجزای اسانس مورد بررسی قرار گرفتند.

جدول ۱: خواص فیزیکی و شیمیایی خاک در ارتفاع مختلف در منطقه زنجان

نام منطقه	نام شهر	عرض جغرافیایی	طول جغرافیایی	ارتفاع (متر)	عمق خاک (cm)	بافت خاک	مواد آلی (٪)	pH	EC (ds/m)
ماری	زنجان	۳۶,۹۹۷۵	۴۸,۴۷۳۳	۱۴۰۰-۱۲۰۰	۳۰-۰	سیلت رس	۰/۹۴	۷/۴	۰/۴۴
گلجه	طارم	۳۹,۰۰۹۷	۴۸,۳۰۹۴	۱۶۰۰-۱۴۰۰	۳۰-۰	شنی لومی	۰/۴۶	۷/۲	۰/۳۷
امیرآباد	سلطانیه	۳۶,۴۳۵۸	۴۸,۷۹۲۰	۱۸۰۰-۱۶۰۰	۳۰-۰	لومی رسی	۰/۷۶	۷/۱	۰/۴۸
خانچای	طارم	۳۶,۶۸۳۰	۴۸,۵۰۸۷	۲۰۰۰-۱۸۰۰	۳۰-۰	سیلت	۰/۴۳	۷/۳	۰/۵۷
امام‌کندی	زنجان	۳۶,۷۰۳۰	۴۸,۵۰۸۷	۲۲۰۰-۲۰۰۰	۳۰-۰	سیلت‌لوم	۰/۷۸	۶/۷	۰/۶۱
ذاکر	زنجان	۳۶,۶۴۵۵	۴۸,۷۲۰۴	۲۴۰۰-۲۲۰۰	۳۰-۰	شنی‌رسی	۱/۳	۷/۸	۰/۷۶

ارزیابی و تعیین ویژگی‌های رشدی: در هر رویشگاه ۲۰ گیاه به صورت تصادفی انتخاب و صفاتی همچون ارتفاع بوته، تعداد برگ، وزن خشک برگ، وزن خشک ساقه، وزن خشک ریشه، قطر ریشه، قطر ساقه، طول برگ و عرض برگ گیاه زنجبیل شامی در ارتفاع‌های مختلف اندازه‌گیری شدند. به منظور تعیین وزن خشک برگ، ساقه و ریشه، نمونه‌ها در آون دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت قرار گرفتند و آنگاه توزین شدند.

ارزیابی فیتوشیمیایی اسانس: پس از جمع‌آوری ریزوم‌های گیاه زنجبیل شامی از رویشگاه‌ها با ارتفاعات مختلف، آنها در سایه و دمای اتاق خشک شدند و از ۱۰۰ گرم آن‌ها اسانس‌گیری به عمل آمد. اسانس‌گیری به روش تقطیر آب و با استفاده از دستگاه کلونجر به مدت ۳ ساعت انجام شد (Chang et al., 2002). از سولفات سدیم خشک برای آب‌گیری نمونه‌ها استفاده شد و سپس نمونه‌ها در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد در شیشه‌های تیره نگهداری شدند.

شناسایی ترکیبات تشکیل دهنده اسانس زنجبیل شامی با استفاده از دستگاه کروماتوگرافی گازی متصل به طیف‌سنج جرمی انجام شد. طیف‌نگار جرمی مورد استفاده مدل Varin-3400 با ولتاژ ۷۰ الکترون‌ولت بود. ستون 30-meter DB-5 با طول ۲۵۰ میکرون استفاده شد که در آن ضخامت لایه فاز ۰/۲۵ میکرون بود. برنامه دمایی در محدوده ۶۰ تا ۲۴۰ درجه سانتی‌گراد ۳ درجه به ازای هر دقیقه، دمای اتاقک تزریق ۲۵۰ درجه و دمای ترانسفر لاین ۲۶۰ درجه بود و گاز هلیم به عنوان گاز حامل استفاده شد.

شناسایی طیف‌ها به کمک شاخص بازداری آنها و مقایسه با مرجع و ترکیبات استاندارد انجام شد.

آنالیز آماری

تجزیه آماری داده‌ها در قالب طرح کاملا تصادفی با استفاده از نرم‌افزار SPSS Ver.22 انجام شد و میانگین داده‌ها با استفاده از آزمون LSD مورد مقایسه قرار گرفت و همبستگی بین صفات نیز به روش پیرسون با استفاده از نرم‌افزار SPSS محاسبه شد.

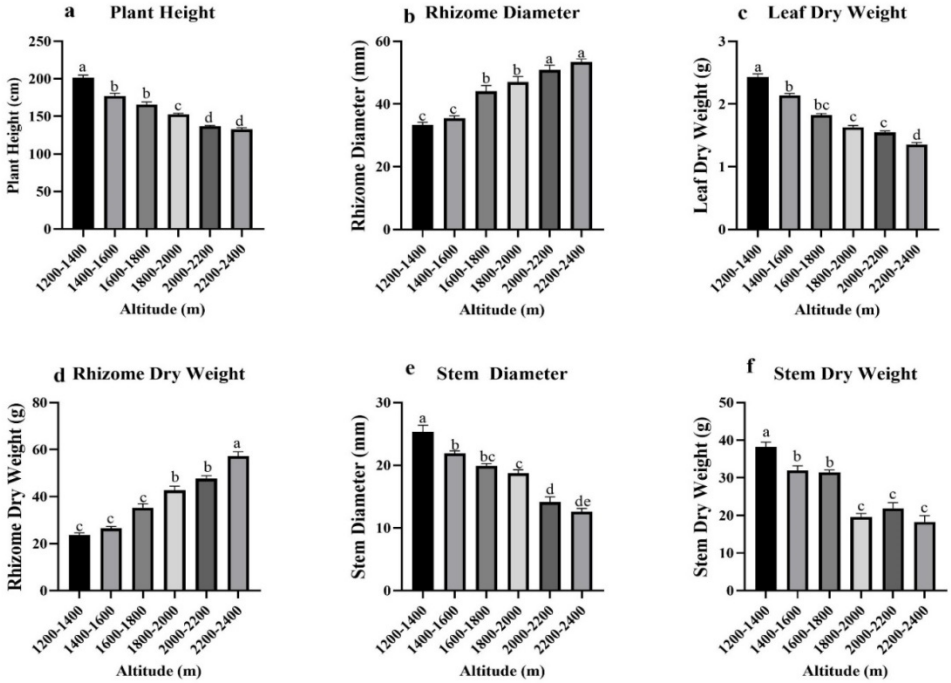
نتایج

نتایج نشان داد که گیاه زنجبیل شامی در ارتفاعات مختلف از نظر ارتفاع بوته، تعداد برگ، وزن خشک برگ، وزن خشک ساقه، وزن خشک ریشه، قطر ریشه، قطر ساقه، طول برگ، عرض برگ و همچنین درصد اسانس تفاوت‌های معنی‌داری ($p<۰/۰۱$) با یکدیگر دارد (جدول ۲). نتایج نشان داد که ارتفاع گیاه زنجبیل شامی بطور معنی‌داری تحت تاثیر ارتفاع رویشگاه قرار گرفته‌است و با افزایش ارتفاع از سطح دریا از ارتفاع گیاه کاسته شده‌است. از سوی دیگر، قطر ریشه گیاه زنجبیل شامی با افزایش ارتفاع رویشگاه افزایش پیدا کرد و بالاترین قطر ریزوم در ارتفاع بالای ۲۰۰۰ متر مشاهده شد. تغییرات وابسته به ارتفاع از سطح دریا در صفت وزن خشک برگ در گیاه زنجبیل شامی مشاهده شد و نتایج حاکی از این بود که با افزایش ارتفاع از وزن خشک برگ کاسته شده‌است. با این حال، با افزایش ارتفاع رویشگاه، وزن خشک ریزوم گیاه زنجبیل شامی روند افزایشی نشان داد و بالاترین وزن خشک ریزوم در ارتفاع ۲۲۰۰ تا ۲۴۰۰ متر از سطح دریا مشاهده شد. وزن خشک ساقه با افزایش ارتفاع از سطح دریا تا ۱۸۰۰ متر در گیاه زنجبیل شامی کم شد و از ارتفاع ۱۸۰۰ متر به بالا تفاوت معنی‌داری از نظر وزن خشک ساقه گیاه زنجبیل شامی مشاهده نشد. با این حال، با افزایش ارتفاع از طول برگ، عرض برگ و تعداد برگ گیاه زنجبیل شامی تحت تأثیر ارتفاع رویشگاه قرار گرفت و با افزایش ارتفاع از سطح دریا، از میزان طول برگ و عرض برگ و همچنین تعداد برگ کاسته شده‌است. درصد اسانس گیاه زنجبیل شامی با افزایش ارتفاع تا ۱۸۰۰ مترافزایش یافت و از ارتفاع ۱۸۰۰ تا ۲۴۰۰ متر تغییر معنی‌داری در میزان اسانس مشاهده نشد (شکل ۲).

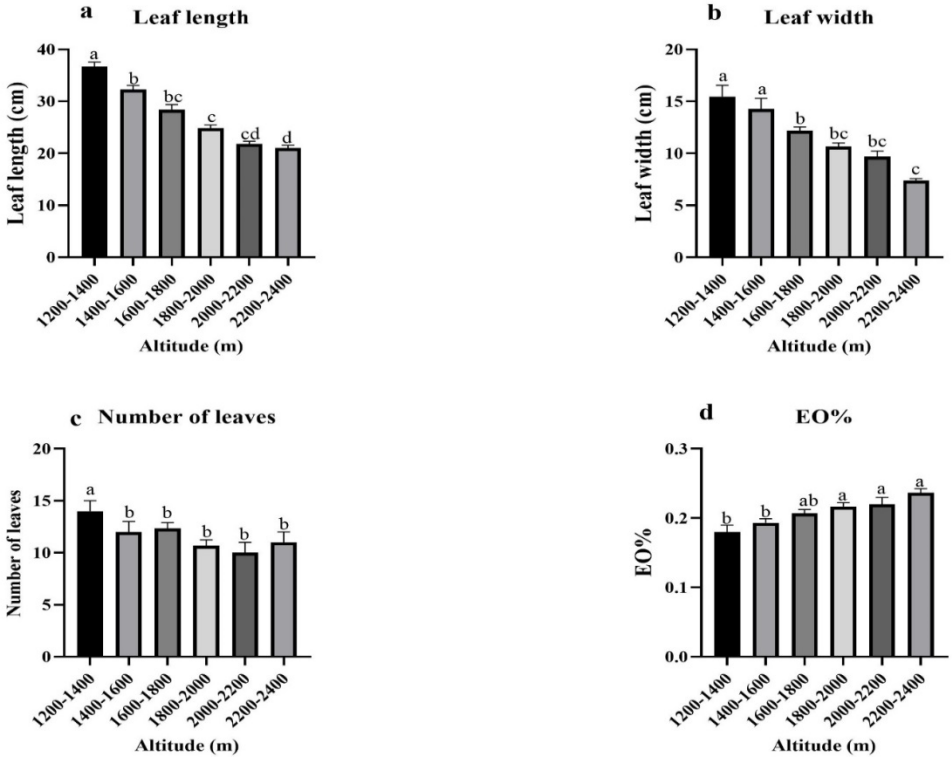
جدول۲: تجزیه واریانس صفات رشدی و میزان اسانس زنجبیل شامی *Inula helenium* در ارتفاعات مختلف

منابع تغییرات	درجه آزادی	ارتفاع بوته	تعداد برگ	وزن‌خشک برگ	وزن‌خشک ساقه	وزن‌خشک ریشه	قطر ریشه	قطر ساقه	طول برگ	عرض برگ	درصد اسانس
سال	۱	۲۱/۶^{ns}	۳/۷^{ns}	۲/۰۲^{ns}	۵۴/۷**	۸۶/۶۸*	۱۱۱/۶**	۲/۱۷^{ns}	۱۱۶/۹*	۵/۱۶*	۰/۰۰۰۷^{ns}
ارتفاع	۵	۵۶۴۱/۶*	۷/۵۴*	۱/۹۶**	۲۸۳/۰۸**	۹۹۷/۸**	۲۸۷/۵۲*	۸۹/۸۲*	۱۱۴/۴*	۵۰/۷*	۰/۰۰۵۵*
سال*ارتفاع	۵	۱۵۵/۸۳^{ns}	۰/۹۹^{ns}	۰/۰۰۱^{ns}	۱/۹۴^{ns}	۱۰/۴۳^{ns}	۱/۶۸^{ns}	۲/۱۷^{ns}	۳/۲۴**	۰/۶۰^{ns}	۰/۰۰۰۱^{ns}
خطا	۲۵	۱۵۹/۶۳	۰/۹۵	۰/۰۱۱	۲/۲۸	۱۷/۴۱	۳/۶	۲/۳۲	۱/۴۳	۰/۳۸	۰/۰۰۱
ضریب‌تغییرات		۱۱/۳۸	۷/۴۹	۸/۸۳	۶/۸۱	۱۱/۰۸	۴/۷۲	۷/۶۸	۴/۳۶	۵/۳۷	۶/۳۵

*، ** و ns به‌ترتیب معنی‌داری در سطح ۰/۰۵، ۰/۰۱ و عدم معنی‌داری.



شکل ۱: مقایسه میانگین صفات رشدی a) ارتفاع گیاه؛ b) قطر ریزوم؛ c) وزن خشک برگ؛ d) وزن خشک ریزوم؛ e) قطر ساقه و f) وزن خشک ساقه گیاه در ارتفاع مختلف رویشگاه (حروف متفاوت بیانگر تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۰/۰۵ درصد می‌باشند)



شکل ۲: مقایسه میانگین صفات a) طول برگ؛ b) عرض برگ؛ c) تعداد برگ و d) درصد اسانس در گیاه زنجبیل شامی در ارتفاع مختلف رویشگاه (حروف متفاوت در ستون‌ها حاکی از تفاوت‌های معنی‌دار در سطح احتمال ۰/۰۵ درصد می‌باشند.)

جدول ۳: ضرایب همبستگی بین صفات مورد مطالعه در گیاه زنجبیل شامی

صفات	H	LN	LDW	BLDW	SDW	RDW	RD	SD	LL	LW
LN	-۰/۰۳۰									
LDW	۰/۶۰۵**	۰/۰۹۰								
BLDW	۰/۱۶۰	۰/۳۸۳**	۰/۴۷۰**							
SDW	۰/۵۹۸**	۰/۰۸۴	۰/۸۳۰**	۰/۶۱۸**						
RDW	-۰/۰۲۷	-۰/۰۶۵	۰/۴۳۴**	۰/۱۳۶	۰/۳۹۰**					
RD	۰/۲۸۹**	-۰/۱۸۶	-۰/۰۳۲	-۰/۰۲۷	-۰/۰۵۹	۰/۷۰۳**				
SD	۰/۴۷۲**	۰/۰۸۸	۰/۶۲۶**	۰/۵۴۶**	۰/۸۰۵**	۰/۳۲۲**	-۰/۰۳۲			
LL	۰/۶۳۵**	۰/۰۵۴	۰/۵۱۹**	۰/۳۱۲**	۰/۶۴۲**	-۰/۰۷۲	-۰/۳۳۸**	۰/۶۷۱**		
LW	۰/۷۲۴**	۰/۰۹۰	۰/۶۹۰**	۰/۳۰۵**	۰/۷۶۶**	۰/۲۲۱*	-۰/۱۷۶	۰/۶۵۰**	۰/۷۷۰**	
EO%	۰/۴۸۲**	۰/۲۹۹**	۰/۳۷۷**	۰/۰۰۵	۰/۵۶۲**	۰/۲۶۲**	۰/۰۵۸	۰/۴۳۶**	۰/۴۱۱**	۰/۶۱۱**

H: ارتفاع بوته؛ LN: تعداد برگ؛ LFW: وزن خشک برگ؛ SDW: وزن خشک ساقه؛ RDW: وزن خشک ریزوم؛ RD: قطر ریشه؛ SD: قطر ساقه؛ LL: طول برگ؛ LW: عرض برگ؛ EO%: درصد اسانس.

بررسی همبستگی صفات نشان داد که بین این صفات همبستگی‌های معنی‌داری وجود داشته‌است. ارتفاع گیاه زنجبیل شامی با صفات دیگر وزن خشک برگ، ساقه و ریزوم، قطر ساقه، طول و عرض برگ همبستگی مثبت معنی‌داری داشت. همچنین درصد اسانس گیاه زنجبیل شامی با صفاتی نظیر ارتفاع گیاه، وزن خشک برگ، ساقه و ریزوم، قطر ساقه، قطر ریشه، طول و عرض برگ زنجبیل شامی همبستگی مثبت معنی‌داری داشته‌است (جدول ۳).

جدول ٤: نتایج تجزیه واریانس اثر ارتفاع بر ترکیبات اسانس زنجبیل شامی

اجزای اسانس	میانگین مربعات تیمار	F	P-Value	نتیجه
Geranyl acetone	۱/۰۲	۵/۸٤	۰/۰۱۲۸	*
Isoalantolactone	۲/۸٤	۱۸۷/۲۵	۰/۰۰۰۱	**
Valancene	۲/۲٤	۱٤۵/۲۸	۰/۰۰۱۵	**
Verbanol	۰/۷۵	۳/۲۳	۰/۰۳٤	*
α-Pinene	٤/۲۵	٤/۸۹	۰/۰۲۸	*
α-Selinene	٦/٤۵	۵/٦۹	۰/۰٤۲	*
β-Elemene	۱/۲۳	۳/٤۵	۰/۰٤۹	*
Caryophyllene oxide	۰/۷۲	۱/۰۲	۰/٤۱۵	ns

ns، * و ** به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱%

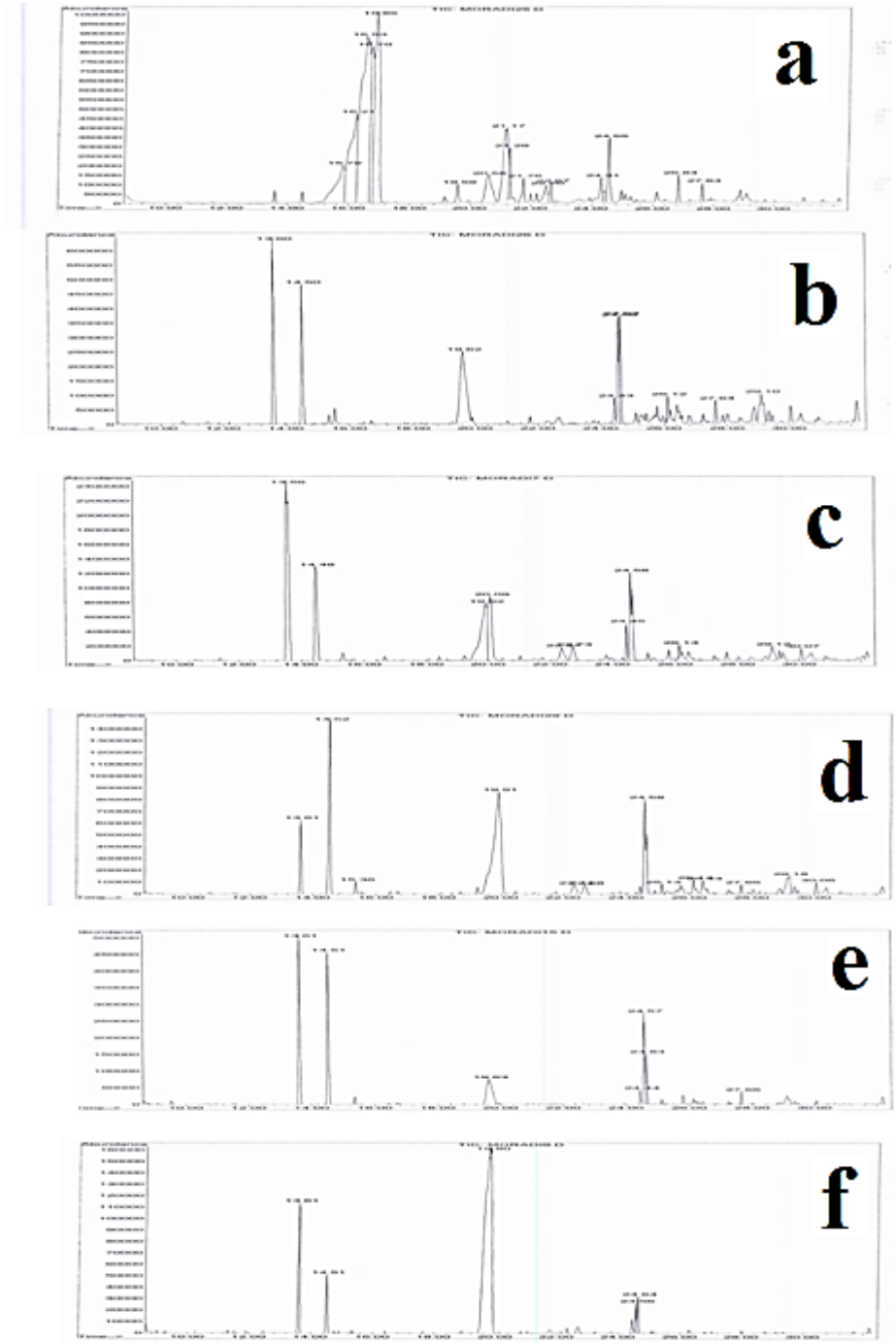
نتایج مطالعه حاضر نشان داد که ترکیبات مختلفی در اسانس گیاه دارویی زنجبیل شامی وجود دارد (شکل ۳) و گیاهان جمع‌آوری شده از رویشگاه‌های مختلف از نظر اجزای تشکیل دهنده اسانس نیز تفاوت معنی‌داری با هم داشته‌اند که نتایج تجزیه واریانس آن در جدول ٤ آورده شده است. نتایج نشان داد که محتوی آلفا- سلینن در اسانس گیاه زنجبیل شامی تحت تاثیر ارتفاع قرار داشته‌است و با افزایش ارتفاع از محتوی آن کاسته‌شده است. با این حال، محتوی ژرانیل استون با افزایش ارتفاع از سطح دریا در گیاه زنجبیل شامی افزایش را نشان داد. محتوی آلفا-پینن و وربانول در گیاه زنجبیل شامی با افزایش

ارتفاع از سطح دریا بیشتر شد. ایزوالانتولاکتون به عنوان ترکیب اصلی اسانس با افزایش ارتفاع از حدود ۱۲۰۰ متر به ۲٤۰۰ متر حدود دو برابر افزایش یافت و گیاهان زنجبیل شامی جمع‌آوری شده از رویشگاه‌ها با ارتفاع ۲۲۰۰ تا ۲٤۰۰ متر بیشترین محتوی این ترکیب را نشان دادند. از سوی دیگر تغییرات معنی‌داری در محتوی بتا-المن و کاریوفیلن اکسید اسانس زنجبیل شامی با افزایش ارتفاع مشاهده نشد. ولی، محتوی والنسن با افزایش ارتفاع، افزایش یافت (شکل ٤).

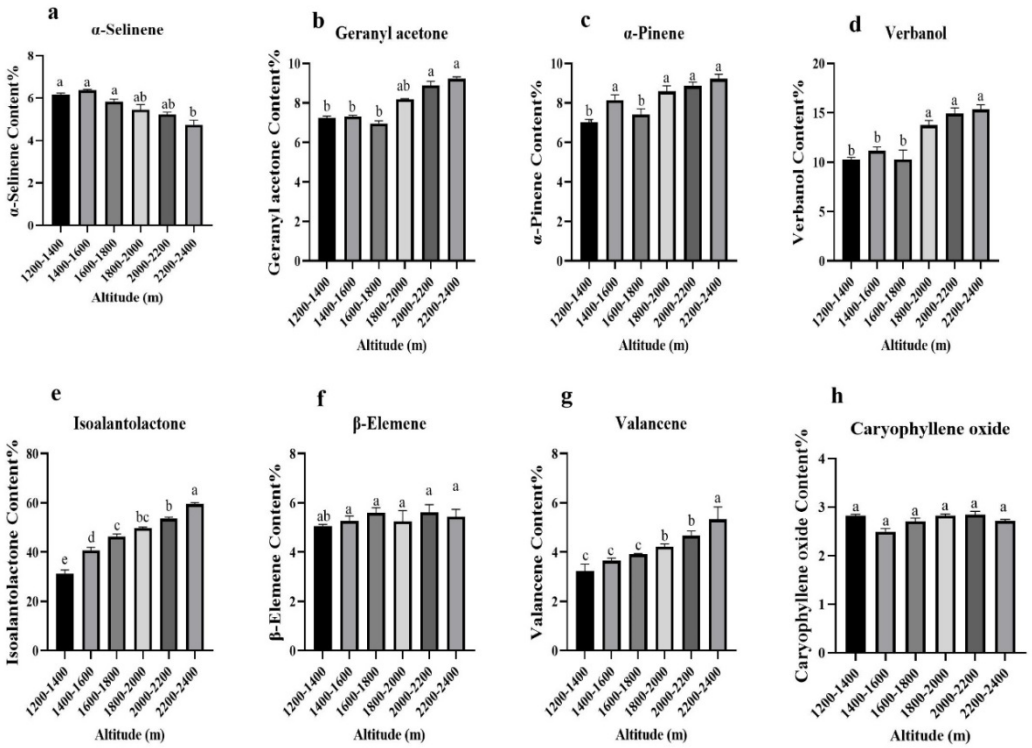
بحث

نتایج نشان داد که بر اساس ارتفاع محل رویش، تغییرات معنی‌داری در صفات رشدی و فیتوشیمیایی (میزان و اجزای اسانس) مشاهده‌شده‌است (جدول ۲ و ٤). بهرحال شرایط آب و هوایی و ژنتیکی روی صفات رشدی گیاهان اثر قابل توجهی دارند (Mirza and Sefidkon, 1999) و تغییر ارتفاع محل رویش بعنوان یک پارامتر مهم محیطی می‌تواند بر خصوصیات رشدی گیاه تاثیرگذار باشد. ارتفاع یک عامل مهم اکولوژیکی است که روی جمعیت‌های گیاهی تاثیر بارزی دارد وحتی تنوع ژنتیکی را تحت تأثیر قرار می‌دهد. لازم به ذکر است که گیاهان دارای راهکارهای سازگاری مشخصی با تغییر خصوصیات مورفولوژیکی خود نسبت به شرایط محیطی دارند. از این رو، تنوع مورفولوژیکی مشاهده شده در مطالعه حاضر در میان جمعیت‌های زنجبیل شامی در ارتفاعات مختلف می‌تواند به الگوهای سازگاری گیاه به ارتفاع نسبت داده شود (Royer et al., 2005). همچنین گزارش شده است گیاهانی با شرایط محیطی سازگاری می‌شوند که عملکردهای مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی خود را تغییر دهند (Royer et al., 2005). در مطالعه‌ای که با هدف بررسی تنوع مورفولوژیکی در جمعیت‌های مختلف *Teucrium polium* انجام شده بود نشان داده شد که شرایط آب و هوایی محل رویش گیاه ارتباط معنی‌داری با تنوع موروفوژیکی در این گیاه دارد (Shabankare et al., 2015) که مطابق با یافته‌های پژوهش کنونی است. بنابراین مطالعه خصوصیات مورفولوژیکی و فیتوشیمیایی جمعیت‌ها در رویشگاه‌های مختلف، اطلاعات مفیدی برای ارزیابی عملکرد زراعی و توسعه واریته‌های جدید ارائه می‌کند.

در مطالعه حاضر مشاهده شد که اگرچه ارتفاع بوته، وزن خشک برگ و ساقه، طول و عرض برگ و همچنین تعداد برگ با افزایش ارتفاع از سطح دریا بطور معنی‌داری کاهش یافته است ولی خصوصیات مربوط به اندام‌های زیرزمینی نظیر وزن خشک ریزوم و همچنین قطر ریزوم با افزایش ارتفاع بیشتر شده است (شکل ۱ و ۲) که می‌تواند این مسئله در راستای سازگاری گیاهان جهت بقاء در ارتفاعات بالا باشد. این نتیجه مطابق با دیگر یافته‌ها در این زمینه است (Wu et al., 2004). تغییرات در صفات موروفوژیکی مشاهده شده (شکل ۱ و ۲) در گیاه زنجبیل شامی در ارتفاعات مختلف در مطالعه کنونی حاکی از این است که ارتفاع از سطح دریا در این گیاه پارامتر بسیار مهمی است. این امر نشان می‌دهد که افزون بر عوامل ژنتیکی، عوامل محیطی نیز در تنوع صفات مورفولوژیکی در گیاه زنجبیل شامی نقش دارد و باید توجه ویژه‌ای به ارتفاع از سطح دریا محل کشت مبذول گردد. لازم به ذکر است با افزایش ارتفاع از سطح دریا دمای هوا کاهش می‌یابد و به تبع آن رشد و نمو اندام‌های گیاهی در شرا یط دمای پایین کاهش می‌یابد و بسیاری از صفات مورفولوژیکی نظیر بیوماس، تعداد برگ و ارتفاع گیاه کاهش می‌یابند (Farhang et al., 2014).



شکل ۳: کروماتوگرام اسانس گیاه دارویی زنجبیل شامی در طبقات ارتفاعی مختلف (a: ۱۴۰۰–۱۲۰۰ متر، b: ۱۶۰۰–۱۴۰۰ متر، c: ۱۸۰۰–۱۶۰۰ متر، d: ۲۰۰۰–۱۸۰۰ متر، e: ۲۲۰۰–۲۰۰۰ متر، f: ۲۴۰۰–۲۲۰۰ متر)



شکل ٤: روند تغییرات مهم‌ترین اجزای تشکیل دهنده اسانس گیاه زنجبیل شامی در ارتفاعات مختلف (حروف متفاوت در ستون‌ها حاکی از تفاوت‌های معنی‌دار در سطح احتمال ۰/۰۵ درصد می‌باشند)

در این مطالعه، ضرایب همبستگی صفات نشان داد که بین صفات مهم همبستگی بالایی وجود دارد (جدول ۳). این ضرایب همبستگی در مطالعه‌ای بر روی گونه‌های مریم گلی گزارش شده‌است (Mirza and Sefidkon, 1999). در این مطالعه، درصد اسانس زنجبیل شامی با صفاتی نظیر ارتفاع گیاهی، وزن خشک برگ، ساقه و ریزوم، قطر ساقه، قطر ریزوم، طول و عرض برگ زنجبیل شامی همبستگی مثبت معنی‌داری داشت. صفات رشدی که با عملکرد اسانس همبستگی بالایی را دارند می‌توانند ابزار مفید برای انتخاب غیرمستقیم در اصلاح گیاه دارویی زنجبیل شامی فراهم آورد. طول برگ و قطر ساقه همبستگی بالایی با عملکرد اسانس در زنجبیل شامی داشت. لذا می‌توانند شاخصی برای انتخاب غیرمستقیم و اصلاح برای افزایش محتوی اسانس در گیاه زنجبیل شامی به کار روند. این مطالعه نشان داد که با افزایش ارتفاع، محتوی اسانس گیاه زنجبیل شامی افزایش ارتفاع افزایش یافته بود (شکل ۲) که با نتایج تحقیقی بر روی گیاه سرو پیرو تطابق داشت که گزارش کرده بودند با افزایش ارتفاع محتوی اسانس پایه‌های ماده گیاه سرو پیرو افزایش یافته یود (Rostaefar et al., 2018). لازم به ذکر است عوامل محیطی از جمله دما، نور (شدت و تناوب)، ارتفاع محل رشد، شیب منطقه، میزان آب و تغذیه گیاه بر کمیت و کیفیت اسانس گیاهان معطر موثرند ولی چگونگی و میزان اثر آنها در گیاهان مختلف متفاوت است (Rostaefar et al., 2018) که نیاز به بررسی و مطالعه دارد. به نظر می‌رسد گیاه در ارتفاعات بالا، بیشتر انرژی فتوشنتزی خود را صرف تولید متابولیت‌های ثانویه مانند اسانس برای مقابله با تنش‌های محیطی و بقای خود نموده‌است (Farhang et al., 2014).

با افزایش ارتفاع تغییراتی در محتوی اجزای اصلی تشکیل دهنده اسانس زنجبیل شامی مشاهده شد و رابطه مستقیم بین افزایش ارتفاع و افزایش ترکیباتی همچون verbanol، α-pinene، isoalantolactone و valancene مشاهده شد. بنابراین تفاوتها در ترکیب و مقدار اسانس جمعیتها میتواند علاوه بر عوامل ژنتیکی ناشی از عوامل محیطی نیز باشد (Arbabi et al., 2020). رابطه بین ارتفاع و اجزای تشکیل دهنده اسانس در گیاهان دیگر گزارش شده است (Hassanabadi et al., 2019, Azarnivand et al., 2010)، ولی تاکنون مطالعهای در این زمینه روی زنجبیل شامی گزارش نشده است. در گیاه دارویی آویشن، محتوی اسانس در ارتفاعات متفاوت، تفاوت معنیداری را نشان داد و نتایج حاوی از محتوی بالای اسانس در ارتفاع ۲٤۰۰ متر بود (Shirmard et al., 2010). در مطالعه دیگر، ارتفاع پایین برای حصول به حداکثر محتوی اسانس گیاه دارویی فراسیون (*Marrubium vulgar*) ضروری بوده است (Andalib et al., 2015). در دیگر مطالعهای که در کشور روسیه انجام شد نشان داده شد که محتوی اسانس برگ گیاه *Rhododendron aureum* در ارتفاع بالا بیشترین است (Olennikov et al., 2010). بیان شده است که عواملی همچون، تنوع خاک، آب و هوا، مقدار مواد آلی و بافت خاک نقش مهمی در محتوی اجزای اسانس دارد (Aboukhalid et al., 2017) و در اکثر مطالعات با افزایش ارتفاع، کاهش در محتوی اسانس دیده شده است (Aboukhalid et al., 2017) که متفاوت با نتایج بدست آمده در مطالعه کنونی است. این مسئله به احتمال به شرایط اکولوژیکی مورد نیاز برای رشد زنجبیل شامی میتوان نسبت داد که در ارتفاعات بالا منجر به افزایش رشد و میزان اسانس شده است. همچنین، افزایش رشد ریزوم در ارتفاعات بالا میتواند نقش مهمی در افزایش محتوی اسانس آن داشته باشد (Etehadpour et al., 2019). در تحقیق دیگری که بر روی گیاه دارویی پونه معطر مشخص شد که میزان پولگون در ترکیب اسانس جمعیتهای کشت شده در زنجان نسبت به جمعیتهای جمعآوری شده از استان گیلان بیشتری بود که این افزایش در میزان ترکیب پولگون را با افزایش ارتفاع از سطح دریا ارتباط مستقیم داشت (Kheiry et al., 2020). بهرحال میزان اسانس و اجزای تشکیل دهنده اسانس در رویشگاههای مختلف تحت تأثیر ارتفاع از سطح دریا و موقعیت جغرافیایی قرار گرفته است و حداکثر میزان اسانس در گیاه زنجبیل شامی در ارتفاع ۲۰۰۰ متر به بالا مشاهده شده است شکل ۲) که بیانگر تاثیر ارتفاع از سطح دریا بر خصوصیات فیتوشیمیایی این گیاه است.

نتیجهگیری نهایی

بطورکلی نتایج نشان داد که با افزایش ارتفاع از سطح دریا، اگرچه طول و عرض برگ، ارتفاع گیاه، و وزن خشک برگ و ساقه کاهش یافته است ولی وزن اندام دارویی گیاه یعنی وزن خشک ریشه و قطر آن و همچنین میزان اسانس افزایش یافته است. همچنین با افزایش ارتفاع از سطح دریا، میزان ترکیب ایزوالانتولاکتون در اسانس بطور معنیداری افزایش یافته است که با توجه به اینکه این ترکیب دارای اثرات درمانی ارزشمندی مانند ضد سرطان (مرگ سلولی و آپوپتوز در ردههای سلولی مختلف سرطانی) میباشد (Chen et al., 2018)، میتواند در تحقیقات بعدی مورد توجه قرار گیرد. بهرحال ارتفاع رویشگاه از سطح دریا ویژگی بسیار مهم و اثرگذار بر نوع و مقدار اجزای تشکیل دهنده اسانس گیاه زنجبیل شامی است که در پژوهشهای بعدی باید در نظر گرفته شود.

References

Aboukhalid, K., AL Faiz, C., Douaik, A., Bakha, M., Kursa, K., Agacka-Mołdoch, M., Machon, N., Tomi, F. and Lamiri, A. 2017. Influence of environmental factors on essential oil variability in

Origanum compactum Benth. growing wild in Morocco. Chemistry & biodiversity, 14: e1700158.

Arbabi, M., Naghdi Badi, H., Labbafi, M., Mehrafarin, A. and Saboki, E. 2020. Investigating the essential oil composition of *Ducrosia anethifolia* (DC.) Boiss. in differnet altitudes of Sistan and Baluchestan province, Iran. Journal of Medicinal Plants, 19**:** 341-353.

Azarnivand, H., Arabani, M. G., Sefidkon, F. and Tavili, A. 2010. The effect of ecological characteristics on quality and quantity of the essential oils of *Achillea millefolium* L. *subsp*. *millefolium*. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 25: 556-571.

Cabo, J., Crespo, M., Jimenez, J., Navarro, C. and Risco, S. 1987. Seasonal variation of essential oil yield and composition of *Thymus hyemalis*. Planta medica, 53: 380-382.

Chang, C.C., Yang, M.H., Wen, H.M. and Chern, J.C. 2002. Estimation of total flavonoid content in propolis by two complementary colorimetric methods. Journal of food and drug analysis, 10 (3).

Chen, W., Li, P., Liu, Y., Yang, Y., Ye, X., Zhang, F. and Huang, H. 2018. Isoalantolactone induces apoptosis through ROS-mediated ER stress and inhibition of STAT3 in prostate cancer cells. Journal of Experimental & Clinical Cancer Research, 37(1): 1-12.

Chen, G., Sun, W., Wang, X., Kongkiatpaiboon, S. and Cai, X. 2019. Conserving threatened widespread species: a case study using a traditional medicinal plant in Asia. Biodiversity and Conservation, 28: 213-227.

Delbanco, A.S., Burgess, N.D. and Cuni-Sanchez, A. 2017. Medicinal plant trade in Northern Kenya: economic importance, uses, and origin. Economic Botany, 71: 13-31.

Diguță, C., Cornea, C., Ioniță, L., Brîndușe, E., Farcaș, N., Bobit, D. and Matei, F. 2014. Studies on antimicrobial activity of *Inula helenium* L. Romanian cultivar. Romanian Biotechnological Letters, 19: 9699.

Etehadpour, M. and Tavassolian, I. 2019. Ecological factors regulate essential oil yield, percent and compositions of endemic yarrow (*Achillea eriophora* DC.) in Southeast Iran. International Journal of Horticultural Science and Technology, 6: 201-215.

Farhang, S.A., Kheyri, A., Soleymani, A. and Zibaseresht, R. 2014. Evaluation of morphological traits and oil contents of *Achillea aucheri* from different altitudes. Journal of Medicinal Plants and By-products, 2: 127-131.

Flamini, G., Cioni, P. L., Morelli, I., Maccioni, S. and Baldini, R. 2004. Phytochemical typologies in some populations of *Myrtus communis* L. on *Caprione Promontory* (East Liguria, Italy). Food chemistry 85: 599-604.

Gao, S., Wang, Q., Tian, X.-H., Li, H.-L., Shen, Y.-H., Xu, X.-K., Wu, G.-Z., Hu, Z.-L. and Zhang, W.-D. 2017. Total sesquiterpene lactones prepared from *Inula helenium* L. has potentials in prevention and therapy of rheumatoid arthritis. Journal of ethnopharmacology, 196: 39-46.

Hassanabadi, M., Ebrahimi, M., Farajpour, M. and Dejahang, A. 2019. Variation in essential oil components among Iranian *Ferula assa-foetida* L. accessions. Industrial Crops and Products, 140:111598.

Ivanova, V., Trendafilova, A., Todorova, M., Danova, K. and Dimitrov, D., 2017. Phytochemical profile of *Inula britannica* from Bulgaria. Natural product communications, 12(2):1934578X1701200201.

Jana, B.K., Bar, R. and Mukherjee, S. 2013. Cypselar morphology and anatomy of five species of the tribe Inuleae-Asteraceae. International Journal of Pharma and Bio Sciences, 4: 911-919.

Joshi, B.C.and Joshi, R.K. 2014. The role of medicinal plants in livelihood improvement in Uttarakhand. International Journal of Herbal Medicine, 1: 55-58.

Kheiry, A., baharmast, Z., Sanikhani, M. and Soleimani, A. 2020. Study and comparison of morphological and phytochemical traits of *Mentha pulegium* L. in different habitats of Guilan province. Eco-phytochemical Journal of Medicinal Plants (EJMP), 8(30): 60-75.

Kokkini, S., Karousou, R. and Lanaras, T. 1997. Essential oils with 1,

2-epoxy-p-menthane derivatives from *Mentha spicata* plants growing across the Island of Crete. Botanica Acta, 110: 184-189.

Larsen, H.O. and Olsen, C.S. 2007. Unsustainable collection and unfair trade uncovering and assessing assumptions regarding central Himalayan medicinal plant conservation. Biodiversity and Conservation, 16:1679-1697.

Li, Y., Ni, Z.Y., Zhu, M.C., Dong, M., Wang, S.M., Shi, Q.W., Zhang, M.L., Wang, Y.F., Huo, C.H. and Kiyota, H. 2012. Antitumour activities of sesquiterpene lactones from *Inula helenium* and *Inula japonica*. Zeitschrift für Naturforschung C, 67: 375-380.

Mirza, M. and Sefidkon, F. 1999. Essential oil composition of two *Salvia* species from Iran, *Salvia nemorosa* L. and *Salvia reuterana* Boiss. Flavour and Fragrance Journal. 14: 230-232.

Morshedloo, M.R., Salami, S.A., Nazeri, V., Maggi, F. and Craker, L. 2018. Essential oil profile of oregano (*Origanum vulgare* L.) populations grown under similar soil and climate conditions. Industrial Crops and Products, 119: 183-190.

Nalawade, S.M., Sagare, A.P., LEE, C.Y., Kao, C.L. and Tsay, H.S. 2003. Studies on tissue culture of Chinese medicinal plant resources in Taiwan and their sustainable utilization. Botanical Bulletin of Academia Sinica, 44: 79-98.

Olennikov, D.N., Dudareva, L.V., Osipenko, S.N. and Penzina, T.Y.A. 2010. Chemical composition of *Rhododendron aureum* (gold rosebay) essential oil from Pribaikal'e (Russian Federation). Journal of the Serbian Chemical Society, 75: 209-215.

Özgüven, M. and Tansi, L. 1998. Drug Yield and Essential Oil of *Thymus vulgaris* L. as in Influenced by ecological and ontogenetical variation. Turkish journal of agriculture and forestry, 22(6): 537-542.

Rostaefar, A., Hassani, A. and Sefidkon, F. 2018. Effect of altitude on essential oil composition in different gender of Juniperus communis ssp. hemisphaerica growing wild in Amol. Eco-phytochemical Journal of Medicinal Plants (EJMP), 6(1): 1-11.

Royer, D.L., Wilf, P., Janesko, D.A., Kowalski, E.A. and Dilcher, D.L. 2005. Correlations of climate and plant ecology to leaf size and shape: potential proxies for the fossil record. American journal of botany, 92: 1141-1151.

Seo, J.Y., Park, J., Kim, H.J., Lee, I.A., Lim, J.S., Lim, S.S., Choi, S.J., Park, J.H.Y., Kang, H.J. and Kim, J.S. 2009. Isoalantolactone from *Inula helenium* caused Nrf2-mediated induction of detoxifying enzymes. Journal of medicinal food, 12: 1038-1045.

Shabankare, H.G., Asgharipour, M.R. and Fakheri, B. 2015. Morpho-chemical diversity among Iranian *Teucrium polium* L. (Lamiaceae) populations in Fars Province. Journal of Agricultural Science and Technology, 17: 705-716.

Shafie, M.S.B., Hasan, S.M.Z. and Shah, R.M. 2009. Study of genetic variability of Wormwood capillary (*Artemisia capillaris*) using inter simple sequence repeat (ISSR) in Pahang region, Malaysia. Plant Omics, 2: 127.

Stojanović-Radić, Z., Čomić, L., Radulović, N., Blagojević, P., Denić, M., Miltojević, A., Rajković, J. and Mihajilov-Krstev, T. 2012. Antistaphylococcal activity of *Inula helenium* L. root essential oil: eudesmane sesquiterpene lactones induce cell membrane damage. European journal of clinical microbiology & infectious diseases. 31: 1015-1025.

Wong, K.L., Wong, R.N.S., Zhang, L., Liu, W.K., Ng, T.B., Shaw, P.C., Kwok, P.C.L., Lai, Y.M., Zhang, Z.J. and Zhang, Y. 2014. Bioactive proteins and peptides isolated from Chinese medicines with pharmaceutical potential. Chinese medicine. 9: 19.

Wu, Z., Skjelvåg, A. and Baadshaug, O. 2004. Quantification of photoperiodic effects on growth of *Phleum pratense*. Annals of botany. 94: 535-543.

Zlatić, N., Jakovljević, D. and Stanković, M. 2019. Temporal, plant part, and interpopulation variability of secondary metabolites and antioxidant activity of *Inula helenium* L. Plants, 8: 179.

Zhou, J., Xie, G. and Yan, X. 2011. Encyclopedia of traditional Chinese medicines. Isolat Compound AB. 1: 455.