مقاله پژوهشی

ارزیابی برخی صفات فیزیولوژیک، عملکرد و محتویات اسانس زرین گیاه *Dracocephalum kotschyi* Boiss. در رویشگاه‌های طبیعی بجنورد

پویا آروین[1*] و رعنا فیروزه[2]

[1] گروه کشاورزی، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران

[2] فیزیولوژی گیاهی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران، ایران

(تاریخ دریافت:۱۴۰۱/۰۷/۰۱، تاریخ پذیرش نهایی:۱۴۰۱/۱۰/۰۷)

چکیده

زرین‌گیاه *Dracocephalum kotschyi* Boiss. از گیاهان دارویی و معطر است که در رویشگاه‌های طبیعی در نواحی کوهستانی و مرتفع کشور یافت می‌شود. این گیاه به‌دلیل داشتن اسانس زیاد و خواص دارویی با اهمیت، بسیار مورد توجه است. در این تحقیق به‌منظور بررسی تأثیر رویشگاه بر صفات فیزیولوژیک، بازده و محتوای اسانس، نمونه‌برداری به‌صورت تصادفی از سرشاخه‌های گل‌دار گیاه در مرحله گلدهی کامل با سه تکرار از رویشگاه‌های طبیعی آن واقع در ارتفاعات اسپیدان، آخورداغ و ارکان استان خراسان شمالی انجام گرفت. نتایج نشان داد که گیاهان رشدیافته در منطقه اسپیدان با ۱۵/۷۶ گرم وزن تر و ۳/۲۴ گرم وزن خشک بیشترین و گیاهان منطقه آخورداغ با ۱۲/۵۸ گرم وزن تر و ۲/۶۸ گرم وزن خشک کمترین میزان وزن تر و خشک را نشان دادند. در ارتباط با محتوای ترکیبات فلاونوئیدی و درصد بازده اسانس، زرین‌گیاه‌های ارتفاعات ارکان با ۶۹/۶۳ (میلی‌گرم کوئرستین بر گرم عصاره خشک) و ۱/۵۲ درصد بیشترین مقادیر این ترکیبات را به خود اختصاص دادند. در ادامه نتایج نشان داد ۲۳ ترکیب در اسانس زرین گیاه‌های سه رویشگاه شناسایی شد که ترکیبات سیس الفابرگاموتن، لیمونن و بتا اوسیمن عمده‌ترین ترکیبات مشترک در اسانس سه منطقه بودند. در ارتباط با خاصیت آنتی‌اکسیدانی نیز، گیاهان منطقه ارکان با ۵۰/۸۹ میکروگرم بر میلی‌لیتر، ظرفیت آنتی‌اکسیدانی بیشتری را نسبت به دیگر رویشگاه‌ها در مهار رادیکال‌های آزاد DPPH نشان دادند. از نظر محتوای آنتوسیانین نیز عصاره زرین گیاه‌های منطقه ارکان با ۲/۹۶ میلی‌گرم سیانیدین ۳ گلوکوزید در گرم با اختلاف معنی‌داری در مقایسه با سایر رویشگاه‌ها، منبع بیشتری از آنتوسیانین‌ها بودند. گیاهان رشدیافته در ارتفاعات ارکان محتوای ترکیبات آنتوسیانین، فلاونوئید، ظرفیت آنتی‌اکسیدانی و بازده اسانس بیشتری نسبت به سایر رویشگاه‌ها از خود نشان دادند و به نظر می‌رسد رویشگاه ارکان مناسب‌ترین شرایط را برای کشت این گیاه دارویی ارزشمند داشته باشد.

کلمات کلیدی: آنتوسیانین، بازده اسانس، ظرفیت آنتی‌اکسیدانی، گیاه دارویی، وزن تر و خشک

مقدمه

زرین‌گیاه یا بادرنجبویه دنایی با نام علمی *Dracocephalum kotschyi* Boiss. و نام محلی آق‌باش (گویش بومی منطقه) گیاهی چندساله از تیره نعناعیان (Labiateae) است، ارتفاع این گیاه ۱۵ تا ۲۰ سانتی‌متر بوده و دارای ساقه‌های چوبی متعدد و منشعب با برگ‌های تخم‌مرغی شکل و کنگره‌ای و گل‌های

*نویسنده مسؤل، نشانی پست الکترونیکی: pooya.arvin@pnu.ac.ir

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2024-04-17]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1402.12.53.3.1]

بزرگ و سفیدرنگ که به‌صورت مجتمع و خوشه در انتهای ساقه قرار دارد است (اسعدی و خشنودیزدی، ۱۳۸۹). زرین گیاه در طب سنتی ایران جهت رفع مشکلات معده، اسپاسم و نفخ، تب، التهاب، درد مفاصل و روماتیسم و همچنین به‌عنوان آنتی‌باکتریال و التیام‌دهنده زخم استفاده می‌شود و در تقویت سیستم ایمنی و اعصاب بدن نیز نقش مهمی ایفا می‌کند (چم و همکاران، ۱۴۰۰؛ Heydari *et al*., 2019). این گیاه حاوی مقادیر زیادی اسانس، فلاونوئید، ترپنوئید، رزمارینیک اسید و گلیکوزیدهای مونوترپن است (کمالی و همکاران، ۱۳۹۳؛ Fattahi *et al*., 2016). طی مطالعات Saeidnia و همکاران در سال ۲۰۰۴ از اسانس این گیاه دو ترکیب مونوترپن گلیکوزیدی جدید به همراه ۷ ترپنوئید و فیتواسترول نیز شناسایی و جدا شد. به علاوه در برگ‌های آن ترکیباتی نظیر Spinal-z و Xanthomicrol وجود دارد که از تکثیر سلول‌های سرطانی بدخیم جلوگیری می‌کند (Jahanian *et al*., 2005). زرین گیاه با توجه به ارزش دارویی بی نظیر، یکی از گونه‌های دارویی است که از قدیم مورد توجه مردم بوده و امروزه به‌علت برداشت بی‌رویه این گیاه در مرحله گلدهی توسط افراد بومی مانع از به بذر نشستن این گیاه شده و گفته می‌شود یکی از گیاهان در معرض انقراض ایران است (چم و همکاران، ۱۴۰۰).

رشد و عملکرد گیاهان در اکوسیستم‌ها، تحت‌تأثیر عوامل مختلفی نظیر اقلیم منطقه، نوع خاک، میزان بارش، دما، ارتفاع از سطح دریا و موقعیت جغرافیایی قرار دارد و هر یک از این عوامل می‌تواند تأثیر به‌سزایی بر میزان متابولیت‌های ثانویه و کمیت و کیفیت اسانس گیاهان دارویی داشته باشد (آروین و فیروزه، ۱۴۰۱). در بررسی تأثیر شرایط رویشگاهی بر اجزای بیوشیمیایی میوه چهار جمعیت خودروی گلپرگانی (*Heracleum gorganicum* Rech) که توسط رجبیان و همکاران (۱۳۹۳) انجام گرفت، نتایج نشان داد از میان عوامل محیطی مانند طول و عرض جغرافیایی، ارتفاع از سطح دریا و شرایط اقلیمی، همبستگی مثبتی بین تغییرات در محتوای ترکیبات بیوشیمیایی و ارتفاع منطقه رویش جمعیت‌های مورد مطالعه وجود داشت. به‌طور کلی متابولیت‌های ثانویه که محتویات اسانس نیز جزئی از آن است از مهمترین مواد مؤثره موجود در گیاهان دارویی هستند که می‌توانند تحت‌تأثیر فرایندهای اصلی متابولیسم گیاه تحت شرایط اقلیمی مختلف قرار بگیرند (امیدبیگی، ۱۳۸۵). در مطالعات دهقان و همکاران (۱۳۹۳) که با هدف بررسی تأثیر شرایط اقلیمی بر بازده و کیفیت اسانس گیاه کاکوتی (*Ziziphora clinopodioides*) در رویشگاه‌های مختلف استان همدان انجام گرفت، نتایج نشان داد میزان ترکیبات عمده اسانس در نمونه‌های مختلف متفاوت بود که نشان‌دهنده تأثیر شرایط رویشگاه بر کیفیت اسانس است. در تحقیقات حبیبی و همکاران (۱۳۸۵) نیز که به‌منظور بررسی اثر ارتفاع بر روغن اسانس و محتویات تشکیل‌دهنده آن در گیاه دارویی آویشن وحشی (*Thymus kotschaynus*) در منطقه طالقان صورت گرفت، دیده شد که بین درصد اسانس و اختلاف ارتفاع از سطح دریا یک رابطه خطی معنی‌داری وجود داشت. گزارشات متعدد دیگری نیز وجود دارد که مؤید این مطلب است که شرایط حاکم بر رویشگاه از عوامل مهم تأثیرگذار بر میزان ماده مؤثره در گیاهان دارویی و معطر هستند (آروین و فیروزه، ۱۴۰۱؛ حسینی و دری، ۱۳۸۳؛ جمشیدی و همکاران، ۱۳۸۴).

اندام‌هوایی به‌همراه سرشاخه‌های گلدار زرین گیاه، حاوی اسانس زرد رنگ و بسیار معطر است که ترکیباتی نظیر لیمونین، آلفاترپینئول، وربنون و کاریوفیلن اجزای اصلی آن هستند (Mozaffarian, 2012؛ کیانی و همکاران، ۱۳۹۸). از آنجا که بخش دارویی این گیاه پیکره رویشی و زایشی آن است، مسلماً شرایط اکولوژیکی رویشگاه از جمله نوع خاک، میزان رطوبت، ارتفاع از سطح دریا، شدت نور و دما نقش به‌سزایی در تعیین میزان رشدونمو، عملکرد محصول و کیفیت مواد مؤثره آن دارد (Saleh Rastin, 2001). از این‌رو با توجه به اهمیت و ارزش گیاه دارویی زرین گیاه و پراکنش آن در مناطق مورد مطالعه، انجام تحقیقات در رابطه با تأثیر عوامل محیطی و اکولوژیکی بر میزان وزن تر و خشک، محتوای متابولیت‌های ثانویه نظیر آنتوسیانین، فلاونوئیدها و ترکیبات تشکیل‌دهنده

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2024-04-17]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1402.12.53.3.1]

اسانس صورت گرفت، چرا که شناسایی نیازهای اکولوژیکی این گیاه و کشف بهترین شرایط رویشگاهی که در آن کیفیت و کمیت مواد مؤثره ممتاز و قابل قبول باشد، ضروری و مهم به نظر می‌رسد.

مواد و روش‌ها

جمع‌آوری نمونه: به‌منظور انجام تحقیق، نمونه‌برداری از رویشگاه‌های طبیعی این گیاه در استان خراسان شمالی در خردادماه ۱۴۰۰ در مرحله گلدهی کامل (بازشدن ۵۰ تا ۷۰ درصد از گل‌ها در هر خوشه)، از اندام‌های هوایی (ده سانتی‌متری سطح خاک) به روش تصادفی در سه تکرار صورت گرفت. نمونه‌برداری از هر منطقه به این صورت بود که سه ترانسکت به طول ۳۰ متر مستقر شد. در طول هر ترانسکت ۱۰ پلات یک مترمربعی به‌صورت تصادفی انداخته شد و نمونه‌های ۱۰ پلات با هم مخلوط و به‌عنوان یک نمونه لحاظ شد و در نهایت سه نمونه آماده شد. علاوه بر این نمونه خاک پای بوته تا عمق ۰/۵ متر نیز جمع‌آوری شد که به همراه نمونه‌های گیاهی به‌منظور انجام مطالعات به آزمایشگاه گروه کشاورزی دانشگاه پیام‌نور بجنورد منتقل شدند. شناسایی گیاهان نیز با استفاده از منابع معتبر فلوریستیک، انجام گرفت. نمونه‌های گیاهی پس از توزین و خشک شدن به‌مدت یک هفته در سایه و دمای اتاق (۲۲ تا ۲۵ درجه سانتیگراد) مجدداً وزن شده و آماده تهیه عصاره و اسانس‌گیری شدند.

آزمایش‌های خاک: نمونه‌های خشک شده خاک ابتدا توسط هاون چینی کوبیده شده و کلوخه‌های آن‌ها خرد شدند. سپس از الک دو میلی‌متری عبور داده شده و برای انجام آزمایش‌های خاک آماده شدند. جهت تعیین بافت خاک از روش هیدرومتری، هدایت الکتریکی خاک (EC)، از دستگاه هدایت‌سنج الکتریکی و اسیدیته خاک (pH)، از دستگاه pH متر استفاده شد.

مشخصات خاک، موقعیت جغرافیایی و ارتفاع سه منطقه در جدول ۱ گزارش‌شده است.

عصاره‌گیری: تهیه عصاره به روش ماسراسیون (خیساندن) انجام شد (Trusheva *et al.*, 2007). بدین منظور مقدار ۱۰ گرم از پودر خشک شده (سرشاخه‌های گلدار) گیاه را به ۱۰۰ میلی‌لیتر الکل افزوده و به‌مدت ۲۴ ساعت بر روی شیکر بهم زده شد. نمونه به‌دست‌آمده توسط کاغذ صافی واتمن صاف و به‌منظور حذف کامل ذرات معلق، به‌وسیله دستگاه سانتریفیوژ با سرعت ۱۰۰۰۰ دور در دقیقه به‌مدت ۲۰ دقیقه سانتریفیوژ شد. پس از حذف حلال، به‌دلیل حساسیت بالای عصاره به‌دست‌آمده به نور، حرارت و اکسیژن، درب آن بسته و تا زمان آنالیز در یخچال و در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند.

سنجش فلاونوئید: میزان فلاونوئید به روش رنگ‌سنجی آلومینیم کلرید اندازه‌گیری شد (Chang *et al.*, 2002). اصول روش رنگ‌سنجی آلومینیم کلرید، تشکیل کمپلکس‌های اسیدی آلومینیم کلرید با گروه کتو و یا گروه هیدروکسیل فلاونوئیدها است که این ترکیبات بیشترین جذب را در طول‌موج ۴۱۵ نانومتر دارند. در این روش ابتدا یک میلی‌گرم عصاره گیاهی را در یک میلی‌لیتر متانول حل کرده، ۰/۵ میلی‌لیتر از این محلول با ۱/۵ میلی‌لیتر اتانول ۹۵٪، ۰/۱ میلی‌لیتر آلومینیم کلرید ۱۰٪، ۰/۱ میلی‌لیتر استات پتاسیم یک مولار و ۲/۸ میلی‌لیتر آب‌مقطر مخلوط گردید. بعد از نگهداری نمونه‌ها در دمای اتاق به‌مدت ۳۰ دقیقه، جذب مخلوط در ۴۱۵ نانومتر خوانده شد. از کوئرستین در غلظت‌های مختلف (۱۰، ۲۰، ۳۰، ۴۰، ۵۰، ۶۰، ۷۰، ۸۰، ۹۰ و ۱۰۰ میکروگرم بر میلی‌لیتر) به‌منظور رسم منحنی استاندارد استفاده شد و نتایج برحسب میلی‌گرم کوئرستین در هر گرم عصاره بیان شد.

سنجش آنتوسیانین کل: ۰/۰۴ سی‌سی عصاره متانولی گیاه (سرشاخه‌های گلدار) را در دو لوله جداگانه ریخته، به یکی ۳/۶ میلی‌لیتر بافر پتاسیم کلراید (۰/۰۲۵ مولار) در pH = ۱، و به دومی ۳/۶ میلی‌لیتر بافر سدیم استات (۰/۴ مولار) در pH ۴/۵ افزوده و جذب هر یک از لوله‌ها در طول‌موج‌های ۵۱۰ و ۷۰۰ نانومتر توسط اسپکتروفتومتر خوانده شد (Lako *et al.*, 2007). میزان آنتوسیانین کل با فرمول زیر براساس میلی‌گرم آنتوسیانین معادل Cyanidin-3-glucosid در گرم محاسبه شد:

$$A = (A_{510} - A_{700})_{pH1} - (A_{510} - A_{700})_{pH4.5}$$

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2024-04-17]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1402.12.53.3.1]

جدول ۱- مشخصات خاک، موقعیت جغرافیایی و ارتفاع سه منطقه موردمطالعه

		اسپیدان	آخورداغ	ارکان
خاک	نوع بافت	لوم	لوم	لوم
	اسیدیته (pH)	۷/۸	۷/۹	۷/۶
	هدایت الکتریکی	۱/۸۳	۱/۱۸	۰/۹۷
	مختصات جغرافیایی	۵۷°۳۵´۳۲´´ طول شرقی ۳۷°۱۹´۵۰´´ عرض شمالی	۵۷°۱۲´۴۱´´ طول شرقی ۳۷°۳۴´۴۵´´ عرض شمالی	۵۷°۰۲´۳۸´´ طول شرقی ۳۷°۲۴´۲۱´´ عرض شمالی
	ارتفاع از سطح دریا (m)	۱۶۱۴ متر	۱۷۹۱ متر	۱۹۶۴ متر

$$TAC = (A\times MW\times DF \times 100)/ MA$$

A = جذب، MW = 499.2، DF = 100، MA = 26900

ارزیابی فعالیت آنتی‌اکسیدانی: ۲ و۲-دی‌فنیل-۱-پیکریل هیدرازیل (DPPH) یک ترکیب رادیکالی پایدار بارنگ بنفش است که با احیاشدن توسط عناصر الکترون‌دهنده یا هیدروژن (ترکیبات آنتی‌اکسیدانی) به دی‌فنیل‌پیکرین هیدرازیل زردرنگ تبدیل می‌شود. توانایی دادن اتم هیدروژن یا الکترون توسط ترکیبات و عصاره‌های مختلف در این آزمون با میزان بی‌رنگ کردن یا کاهش میزان جذب نوری محلول بنفش DPPH در متانول سنجیده می‌شود. بدین ترتیب که ۵۰ میکرولیتر از عصاره گیاهی با ۵ میلی‌لیتر محلول ۰/۰۰۴ درصد DPPH حل‌شده در متانول مخلوط شد. از مخلوط متانول (بدون عصاره زرین گیاه) به‌همراه DPPH به‌عنوان کنترل منفی و از مخلوط گلوتاتیون با DPPH نیز به‌عنوان کنترل مثبت در این آزمایش استفاده شد. بعد از گذشت ۳۰ دقیقه جذب نوری نمونه‌ها در طول‌موج ۵۱۷ نانومتر خوانده شد. درصد مهار رادیکال‌های آزاد DPPH با استفاده از فرمول زیر محاسبه شد.

$$Sc\ (\%) = [(A0-As)/A0] \times 100$$

A0 = جذب کنترل (حاوی تمامی واکنشگرها به‌غیر از نمونه آزمایش)، As = جذب نمونه آزمایش، Sc (%) = درصد مهار رادیکال آزاد DPPH (Burits and Bucar, 2000).

نتایج حاصل از این بررسی به‌صورت IC_{50} (Half Maximal Inhibitory Concentration) بیان شد که نشانگر غلظتی از عصاره است که توان مهار ۵۰ درصد از رادیکال‌های آزاد را دارا است (Khatamian *et al.*, 2019).

استخراج اسانس: جهت استخراج اسانس، ۵۰ گرم از نمونه خشک‌شده اندام هوایی و سرشاخه‌های گل‌دار به روش تقطیر با آب، توسط دستگاه کلونجر به‌مدت سه ساعت اسانس‌گیری و در مرحله آخر با سولفات سدیم آبگیری شد. اسانس‌ها تا زمان آنالیز، درون شیشه‌های تیره دربسته و در یخچال نگهداری شدند.

تعیین بازده اسانس استخراج‌شده: درصد بازده اسانس نمونه‌ها برحسب وزن اسانس به وزن خشک ماده گیاهی، به کمک فرمول زیر محاسبه گردید:

درصد بازده اسانس = وزن اسانس/ وزن خشک گیاه × ۱۰۰

شناسایی ترکیبات تشکیل‌دهنده اسانس: شناسایی ترکیبات اسانس در آزمایشگاه تحقیقات گیاهان دارویی دانشگاه علوم پزشکی بجنورد با دستگاه کروماتوگرافی گازی متصل‌شده به طیف‌سنج جرمی (GC/MS) مدل Shimadzu-QP2010SE مجهز به ستون Rtx-5MS (طول ستون ۳۰ متر، قطر داخلی ۰/۲۵ میلی‌متر و ضخامت فاز ثابت ۰/۲۵ میکرومتر) انجام گرفت. دمای ابتدایی آون ۶۰ درجه سانتی‌گراد تنظیم شد، هر یک دقیقه ۱۰ درجه دما افزایش یافت تا دمای انتهایی ۲۹۰ درجه سانتی‌گراد که به‌مدت ۱۳ دقیقه در این دما باقی ماند. از گاز هلیوم به‌عنوان گاز حامل و با سرعت جریان ۰/۹ میلی‌لیتر بر دقیقه و طیف‌سنج جرمی با انرژی یونیزاسیون ۷۰ الکترون ولت استفاده شد. شناسایی طیف‌های حاصل با رسم کروماتوگرام یک سری از پارافین‌های نرمال (C_5-C_{30}) تحت شرایط یکسان با تزریق نمونه انجام شد و با توجه به زمان بازداری این ترکیب‌ها اندیس کواتز برای هر جز موجود در

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2024-04-17]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1402.12.53.3.1]

کروماتوگرام نمونه محاسبه شد.

تعیین بازده اسانس استخراج‌شده: درصد بازده اسانس نمونه‌ها برحسب وزن اسانس به وزن خشک ماده گیاهی، به کمک فرمول زیر محاسبه شد:

درصد بازده اسانس = وزن اسانس/ وزن خشک گیاه × ۱۰۰

تجزیه و تحلیل داده‌های مربوط به طرح کاملاً تصادفی، با سه تکرار و با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS ver 9 انجام شد و از آزمون LSD ($P\leq 0.05$) برای مقایسه اختلاف بین میانگین‌ها استفاده شد.

نتایج

نتایج حاصل از اندازه‌گیری وزن تر و خشک گیاهان سه رویشگاه: نتایج حاصل از اندازه‌گیری‌ها نشان داد که اثر رویشگاه بر محتوای وزن تر و خشک زرین گیاه‌های سه منطقه در سطح ۵ درصد معنی‌دار شد (جدول ۲) و گیاهان رشدیافته در منطقه اسپیدان با ۱۵/۷۶ گرم، گیاهان منطقه ارکان با ۱۳/۵۲ گرم و گیاهان منطقه آخورداغ با ۱۲/۵۸ گرم، به‌ترتیب بیشترین میزان وزن تر را به خود اختصاص دادند. در ارتباط با وزن خشک نیز گیاهان منطقه اسپیدان با ۳/۲۴ گرم بیشترین میزان وزن خشک را نسبت به سایر رویشگاه‌ها کسب کردند (شکل ۱).

نتایج حاصل از اندازه‌گیری محتوای فلاونوئید: نتایج حاصل از تحقیق حاضر نشان داد که اثر رویشگاه بر محتوای فلاونوئید در سطح ۱ درصد معنی‌دار شد و رویشگاه ارکان با ۶۹/۶۳ (میلی‌گرم کوئرستین بر گرم عصاره خشک) بیشترین مقدار فلاونوئید را به خود اختصاص داد (شکل ۲ و جدول ۲). بین محتوای فلاونوئید زرین گیاه‌های رشدیافته در دو رویشگاه اسپیدان و آخورداغ تفاوت معنی‌داری وجود نداشت.

نتایج حاصل از اندازه‌گیری محتوای آنتوسیانین: نتایج آزمایش نشان داد در محتوای آنتوسیانین کل گیاهان رشدیافته در سه رویشگاه تفاوت معنی‌داری در سطح ۵ درصد دیده شد (جدول ۲)، و عصاره زرین گیاه‌های منطقه ارکان با ۲/۹۶ میلی‌گرم سیانیدین ۳ گلوکوزید در گرم بیشترین میزان این شاخص را به‌دست آورند (شکل ۳) و با اختلاف معنی‌داری در مقایسه با محتوای آنتوسیانین سایر رویشگاه‌ها، منبع بیشتری از آنتوسیانین‌ها بودند.

نتایج حاصل از اندازه‌گیری فعالیت آنتی‌اکسیدانی: تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد، اثر رویشگاه بر فعالیت آنتی‌اکسیدانی در سطح ۱٪ معنی‌دار شد (جدول ۲). اندازه‌گیری فعالیت آنتی‌اکسیدانی عصاره زرین گیاه‌های سه رویشگاه نیز نشان داد که گیاهان منطقه ارکان با IC_{50} ۵۰/۸۹ میکروگرم بر میلی‌لیتر، گیاهان منطقه آخورداغ با IC_{50} ۶۳/۵۷ میکروگرم بر میلی‌لیتر و گیاهان منطقه اسپیدان با IC_{50} ۸۲/۵۲ میکروگرم بر میلی‌لیتر ظرفیت‌های آنتی‌اکسیدانی متفاوتی را از خود نشان دادند (شکل ۴). عصاره زرین گیاه منطقه ارکان پتانسیل و قدرت آنتی‌اکسیدانی بیشتری نسبت به سایر رویشگاه‌ها داشته و همان‌طور که در شکل دیده می‌شود در غلظت کمتری (حدود ۵۰/۸۹ میکروگرم بر میلی‌لیتر) توانایی مهار ۵۰ درصد از رادیکال‌های آزاد را دارد، درحالی‌که عصاره گیاهی رویشگاه‌های دیگر در غلظت‌های بالاتری توانایی این مهار را داشتند. گلوتاتیون نیز به‌عنوان کنترل مثبت در غلظت ۴۴ میکروگرم بر میلی‌لیتر حدود ۵۰ درصد از رادیکال‌های آزاد را مهار کرد (شکل ۴).

نتایج همچنین نشان داد میزان مهار رادیکال‌های آزاد DPPH با افزایش غلظت عصاره رابطه مستقیم داشت، به‌عبارتی با افزایش غلظت عصاره، میزان مهار نیز افزایش پیدا کرد.

نتایج حاصل از اندازه‌گیری عملکرد اسانس: داده‌های مطالعات حاضر نشان داد که اثر رویشگاه بر عملکرد اسانس سرشاخه‌های گلدار زرین گیاه‌های سه منطقه در سطح ۵ درصد معنی‌دار شد و رویشگاه ارکان با ۱/۵۲ درصد بیشترین بازده اسانس را نسبت به سایر گروه‌ها به خود اختصاص داد (شکل ۵ و جدول ۲).

نتایج مطالعات اسانس زرین گیاه‌های منطقه اسپیدان: اسانس حاصل از این گیاه به رنگ زرد با بازده ۰/۹۵ درصد برحسب وزن خشک (w/w) به‌دست آمد (شکل ۵). نتایج همچنین نشان داد که در محتوای اسانس این منطقه ۱۴ ترکیب

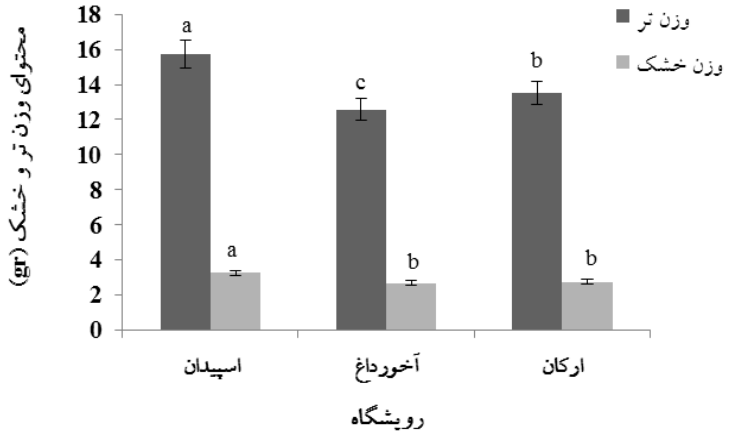
[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2024-04-17]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1402.12.53.3.1]

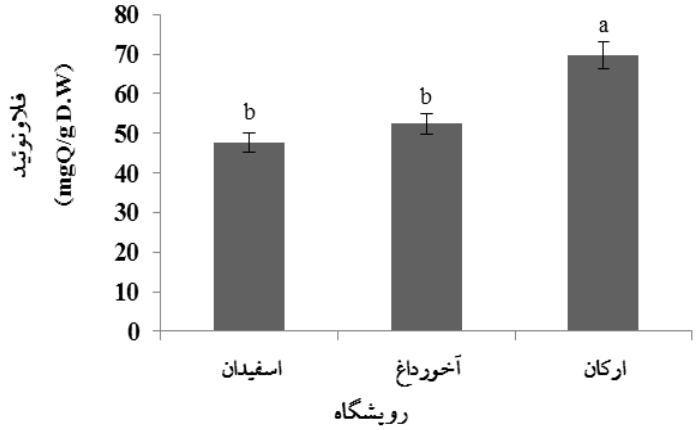
جدول ۲- تجزیه واریانس داده‌های گیاهان زرین گیاه رشدیافته در سه رویشگاه

منبع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات					
		وزن تر	وزن خشک	فلاونوئید	آنتوسیانین	مهار رادیکال آزاد	بازده اسانس
تیمار	۲	۱۶۰/۰۳*	۰/۸۱۱*	۴۵۹/۷**	۰/۶۷۱*	۳۵۴/۲۴۴**	۰/۵۸۶*
خطا	۶	۲/۰۸۱	۰/۰۰۷	۵/۳۷	۰/۰۰۴	۴/۷۷	۰/۰۰۳
ضریب تغییرات		۳/۱۰	۵/۹۳	۴/۲۴	۶/۰۲	۷/۳۱	۵/۴۳

*** و ** به‌ترتیب معنی‌داری در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪**



شکل ۱- وزن تر و خشک گیاهان در سه رویشگاه مورد مطالعه. حروف غیر یکسان بالای ستون‌ها، تفاوت معنی‌داری را در سطح احتمال ۵٪ (آزمون LSD) نشان می‌دهد.

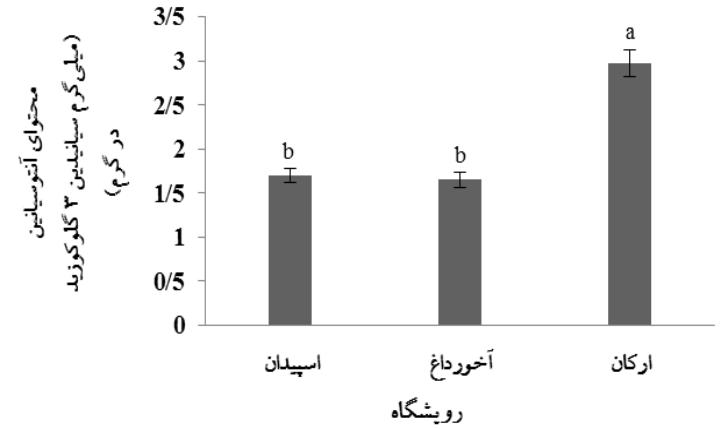


شکل ۲- محتوای فلاونوئید گیاهان زرین گیاه در سه رویشگاه مورد مطالعه. حروف غیر یکسان بالای ستون‌ها، تفاوت معنی‌داری را در سطح احتمال ۵٪ (آزمون LSD) نشان می‌دهد.

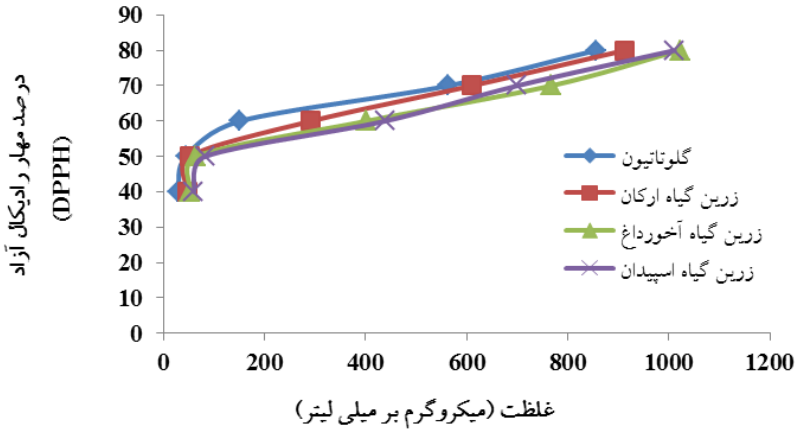
وجود داشت که مجموعاً ۹۵/۵۲ درصد از کل اسانس را تشکیل دادند. از این بین سیس الفابرگاموتن با ۳۱/۶۷ درصد، وربنون با ۲۲/۲۳ درصد و لیمونن با ۱۰/۳۳ درصد جز مواردی بودند که عمده‌ترین درصد ترکیبات تشکیل‌دهنده اسانس را

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2024-04-17]

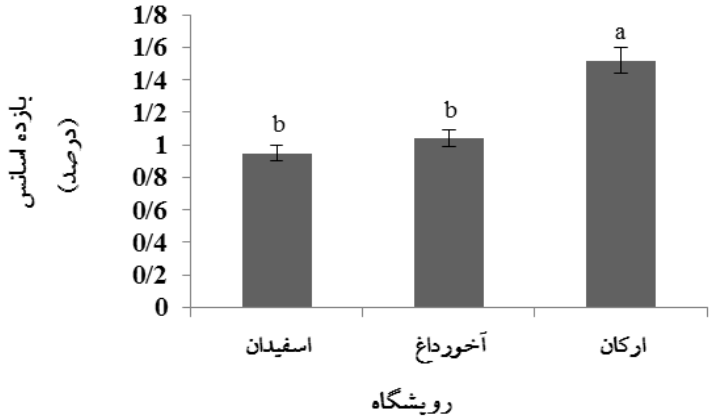
[DOR: 20.1001.1.23222727.1402.12.53.3.1]



شکل ۳- محتوای آنتوسیانین گیاهان زرین گیاه در سه رویشگاه مورد مطالعه. حروف غیر یکسان بالای ستون‌ها، تفاوت معنی‌داری را در سطح احتمال ۵٪ (آزمون LSD) نشان می‌دهد.



شکل ۴- میزان مهار رادیکال آزاد DPPH در واکنش با عصاره‌های گیاهی زرین گیاه در مقایسه با گلوتاتیون



شکل ۵- درصد بازده اسانس گیاه زرین گیاه در سه رویشگاه مورد مطالعه. حروف غیر یکسان بالای ستون‌ها، تفاوت معنی‌داری را در سطح احتمال ۵٪ (آزمون LSD) نشان می‌دهد.

شامل شدند. در این منطقه سابینن با ۰/۶۶ درصد کمترین مقدار را بین ترکیبات تشکیل‌دهنده اسانس به خود اختصاص

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2024-04-17]
[DOR: 20.1001.1.23222727.1402.12.53.3.1]

جدول ۳- ترکیبات اسانس گیاهان زرین گیاه در سه منطقه اسپیدان، آخورداغ و ارکان

شماره	ترکیبات	منطقه اسپیدان درصد	شاخص بازداری RI^{exp}	منطقه آخورداغ درصد	شاخص بازداری RI^{exp}	منطقه ارکان درصد	شاخص بازداری RI^{exp}
۱	α-pinene	–	–	–	–	۱/۰۲	۹۳۹
۲	ß-pinene	۰/۷۴	۹۷۲	۰/۷۱	۹۷۲	۰/۹۳	۹۷۴
۳	Sabinene	۰/۶۶	۹۷۴	۰/۵	۹۷۵	۰/۷۸	۹۷۴
۴	Myrcene	–	–	۰/۶۹	۹۸۷	–	–
۵	Limonene	۱۰/۳۳	۱۰۳۴	۵/۹۶	۱۰۳۴	۱۲/۳۲	۱۰۳۳
۶	1,8 cineol	–	–	–	–	۳/۰۴	۱۰۳۵
۷	z-ß- ocimene	۷/۹۸	۱۰۳۸	۶/۷۷	۱۰۳۷	۱/۰۹	۱۰۳۷
۸	Terpinen -4- ol	–	–	۱/۳۹	۱۰۷۴	–	–
۹	Linalool	۰/۹۴	۱۰۹۵	۱/۰۷	۱۰۹۸	۰/۸۶	۱۰۹۵
۱۰	Terpineol	۳/۵۴	۱۰۹۸	۰/۸۹	۱۰۹۹	–	–
۱۱	Perillene	۰/۸۱	۱۱۰۲	–	–	–	–
۱۲	Pinene oxide	–	–	–	–	۰/۸۵	۱۰۹۹
۱۳	trans Sabinol	۰/۹۰	۱۱۳۷	۰/۶۳	۱۱۳۹	۱/۰۶	۱۱۳۹
۱۴	Neral	–	–	۷/۳۱	۱۲۱۰	–	–
۱۵	Verbenone	۲۲/۲۳	۱۲۱۰	–	–	۴۵/۶۲	۱۲۱۰
۱۶	Geraniol	۴/۴۵	۱۲۴۳	۵/۲۸	۱۲۴۲	–	–
۱۷	Geranial	۶/۶۳	۱۲۷۰	۷/۹۵	۱۲۷۱	–	–
۱۸	Limonene- 10-ol	۳/۵۰	۱۲۹۴	–	–	۲/۵۵	۱۲۹۳
۱۹	Thymol	–	–	۵/۵۳	۱۲۹۵	–	–
۲۰	Carvacrol	–	–	۰/۶۴	۱۳۰۰	–	–
۲۱	Geranyl acetate	–	–	۶/۱۳	۱۳۶۲	–	–
۲۲	Cis- α- bergamotene	۳۱/۶۷	۱۴۱۱	۴۲/۹۹	۱۴۱۴	۲۴/۴۵	۱۴۰۹
۲۳	Germacrene D	۱/۱۴	۱۴۸۲	۲/۹۸	۱۴۸۳	۱/۹۷	۱۴۸۲
	Total	۹۵/۵۲		۹۷/۴۲		۹۶/۵۴	–

شاخص بازداری برای ستون RTX-5MS با اشاره به n-آلکان‌ها ارائه شده است.

داد (جدول ۳).

نتایج مطالعات اسانس زرین گیاه‌های منطقه آخورداغ: بازده اسانس در این گروه گیاهان ۱/۰۴ درصد برحسب وزن خشک (w/w) گزارش شد (شکل ۵). آزمایشات بیوشیمیایی انجام شده وجود ۱۷ ترکیب را شناسایی کرد که در مجموع ۹۷/۴۲ درصد از کل اسانس را تشکیل می‌دهند. از این میان، ترکیبات سیس الفابرگاموتن با ۴۲/۹۹ درصد، ژرانیال با ۷/۹۵ درصد و نرال با ۷/۳۱ درصد به‌ترتیب عمده‌ترین ترکیبات اسانس شناخته شدند. در منطقه آخورداغ نیز ترکیب سابینن با ۰/۵۰ درصد کمترین مقدار را در بین ترکیبات تشکیل‌دهنده اسانس کسب کرد (جدول ۳).

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2024-04-17]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1402.12.53.3.1]

نتایج مطالعات اسانس زرین گیاه‌های منطقه ارکان: جدول واریانس داده‌ها نشان داد که اثر رویشگاه بر بازده اسانس گیاهان زرین گیاه در سطح ۵ درصد معنی‌دار شد (جدول ۲) و منطقه ارکان بیشترین بازده اسانس که از نظر مقدار تفاوت معنی‌داری با دو منطقه دیگر داشت و معادل ۱/۵۲ درصد برحسب وزن خشک (w/w) بود، را به‌دست آورد (شکل ۵) داده‌ها همچنین نشان داد که ۱۳ ترکیب در اسانس زرین

گیاه‌های منطقه ارکان وجود داشت (جدول ۳) که مجموعاً ۹۶/۵۴ درصد از کل اسانس را تشکیل داده و از میان ترکیبات شناسایی‌شده وربنون با ۴۵/۶۲ درصد، سیس الفابرگاموتن با ۲۴/۴۵ درصد و لیمونن با ۱۲/۳۲ درصد، به‌ترتیب بیشترین مقادیر ترکیبات اسانس را به خود اختصاص دادند. در ادامه نتایج، باز هم متابولیت سابینن با ۰/۷۸ درصد کمترین مقدار از اسانس را به خود اختصاص داد (جدول ۳).

مقایسه ترکیبات عمده سه رویشگاه از نظر ترکیبات شیمیایی تشکیل‌دهنده اسانس: نتایج حاصل از بررسی‌ها نشان داد که بازده وزنی اسانس سرشاخه‌های گل‌دار به‌طور معنی‌داری از رویشگاه اسپیدان با ارتفاع ۱۶۱۴ متر تا رویشگاه ارکان با ارتفاع ۱۹۶۴ متر افزایش یافت و منطقه ارکان بیشترین مقدار (۱/۵۲ درصد) را کسب کرد. در مورد تنوع ترکیبات اسانس، منطقه آخورداغ با ۱۷ ترکیب نسبت به دو منطقه دیگر بالاترین تنوع را داشت. در مجموع از ۲۳ ترکیب شناسایی‌شده، ۸ ترکیب مشابه و مشترک در اسانس گیاهان زرین گیاه هر سه رویشگاه دیده شد که بتا پینن، سابینن، لیمونن، بتا اوسیمن، لینالول، ترانس سابینول، سیس الفابرگاموتن و جرماکرن D نام داشتند (جدول ۳). برخی ترکیبات اسانس نیز به‌صورت انحصاری تنها در یک رویشگاه حضور داشتند، برای مثال ۱و۸ سینئول با ۳/۰۴ درصد، الفا پینن با ۱/۰۲ درصد و پینن اکساید با ۰/۸۵ درصد ترکیباتی بودند که تنها در اسانس گیاهان منطقه ارکان دیده شدند و یا ترکیب نرال با ۷/۳۱ درصد، ژرانیل استات با ۶/۱۳ درصد، تیمول با ۵/۵۳ درصد، ترپینن با ۱/۳۹ درصد، میرسن با ۰/۶۹ درصد و کارواکرول با ۰/۶۴ درصد ترکیباتی بودند که تنها در اسانس گیاهان رویشگاه آخورداغ مشاهده شدند. در منطقه اسپیدان نیز تنها ترکیب انحصاری شناسایی شده در اسانس پریلن با ۰/۸۱ درصد بود (جدول ۳). از دیگر تفاوت‌های بارز در نوع ترکیبات شیمیایی اسانس، می‌توان به ترکیب وربنون اشاره کرد که در اسانس گیاهان دو رویشگاه ارکان و اسپیدان درصد نسبتاً بالایی از اسانس را شامل می‌شد ولی در اسانس گیاهان منطقه آخورداغ یافت نشد. البته گیاهان سه رویشگاه از نظر محتویات اسانس در مواردی نیز تشابهات قابل‌توجه‌ای با یکدیگر داشتند برای مثال ترکیب سیس الفابرگاموتن جز ترکیباتی بود که در هر سه منطقه درصد بالایی از اسانس را تشکیل داد و یا سابینن ترکیبی بود که در سه رویشگاه کمترین درصد مقدار تشکیل‌دهنده اسانس را شامل شد (جدول ۳).

بحث

در مطالعه حاضر تفاوت‌های معنی‌داری از لحاظ میزان وزن تر و خشک، محتوای ترکیبات بیوشیمیایی، کیفیت و کمیت اسانس در زرین گیاه‌های رشدیافته در سه منطقه در اطراف بجنورد مشاهده شد. عوامل محیطی محل رویش از طریق تأثیر بر مقدار کلی مواد مؤثره، عناصر تشکیل‌دهنده ترکیبات مؤثره و تولید وزن خشک در کمیت و کیفیت پارامترهای فیتوشیمیایی گیاهان دارویی دخالت دارند (محمدنژاد گنجی و همکاران، ۱۳۹۶). از طرفی باید توجه داشت که یک گیاه دارویی از نظر اقتصادی زمانی مقرون به صرفه است که میزان متابولیت اولیه و ثانویه آن به حد مطلوب رسیده باشد. ارتفاع از سطح دریا در دسته پراهمیت‌ترین عوامل محیطی تأثیرگذار در این زمینه است (قربانزاده و همکاران، ۱۳۹۸؛ آریانفر و همکاران، ۱۳۹۷)، با افزایش و کاهش ارتفاع، عواملی چون دما، رطوبت نسبی، سرعت باد، میزان آب در دسترس و میزان تابش دریافتی تغییر می‌کند، بنابراین تغییر ارتفاع محل استقرار گیاه می‌تواند بر بسیاری از واکنش‌های اکوفیزیولوژی اثر بگذارد (قنبری و همکاران، ۱۳۹۹). در تحقیق حاضر نشان داده شد وزن تر و خشک اندام هوایی گیاهان رشدیافته در رویشگاه اسپیدان که از

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2024-04-17]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1402.12.53.3.1]

لحاظ ارتفاع پست‌ترین منطقه مورد مطالعه بودند، بیشترین مقدار بود. به‌نظر می‌رسد در ارتفاعات بالاتر با تداوم شدت تابش، ظرفیت زنجیرهٔ انتقال الکترون اشباع شده و احتمال تنش اکسیداتیو افزایش می‌یابد. تنش اکسیداتیو با آسیب رساندن به بخش آزادکنندهٔ اکسیژن و تجزیهٔ اجزای پلی‌پپتیدی فتوسیستم-ها سبب غیرفعال شدن آن‌ها گردیده و فعالیت فتوشیمیایی فتوسنتز مختل می‌شود. از سوی دیگر جذب آب و مواد غذایی از خاک و ساخت و تهیه مواد ذخیره شونده به کمک فتوسنتز در برگ‌ها به دما بستگی دارد و افت درجه حرارت و تنش سرمایی می‌تواند یکی از عوامل کاهش ماده‌سازی و میزان رشد و عملکرد گیاهان در ارتفاعات بالا باشد (Foyer, 2020).

اگر چه تولید متابولیت‌های ثانویه با هدایت و فرایندهای ژنتیکی ساخته می‌شوند، ولی ساخت آن‌ها در گیاه به‌طور بارزی تحت‌تأثیر عوامل محیطی قرار می‌گیرد (امیدبیگی، ۱۳۸۵) و به دفعات گزارش‌شده که شرایط اقلیمی حاکم بر رویشگاه در مراحل فنولوژی مختلف، تغییراتی در محتوای متابولیت‌های ثانویه مثل فلاونوئیدها و میزان اسانس (غلظت و نوع ترکیبات) گیاهان اعمال می‌کند (پورحسینی و همکاران، ۱۳۹۶). برای مثال در مطالعات آروین و فیروزه (۱۴۰۱) دیده شد که میزان ترکیبات فلاونوئیدی و درصد بازده اسانس سرشاخه‌های گل‌دار گیاهان برازمبل در رویشگاه ۱۴۵۰ متر به‌طور معنی‌داری بیشتر از ارتفاع ۹۹۵ و ۱۲۰۷ متر بود و این موضوع احتمالاً در ارتباط با ارتفاع و تنش‌های مرتبط با آن است که طبعاً در افزایش میزان متابولیت‌های ثانویه و قدرت سازگاری گیاه مؤثر است. به نظر می‌رسد افزایش ارتفاع با کاهش دما، افزایش شدت نور و افزایش شدت وزش باد همراه است، این تغییرات همراه با کاهش درجه حرارت بر مقدار رطوبت هوا و خاک تأثیر گذاشته و منجر به ایجاد شرایط تنش‌زا در ارتفاعات بالا خواهد شد (پورحسینی و همکاران، ۱۳۹۶). در تحقیقات مشابه دیگر در مورد گونه‌های دارویی موره، گلپر، هواچوبه، کنگر و کاسنی نیز مشخص شد که یک رابطه مستقیم میان افزایش ارتفاع و متعاقب آن اثر تنش‌های اکولوژیکی با محتوای مواد مؤثره فلاونوییدی عصاره آن گیاهان وجود دارد (Mazandarani *et al*., 2011). طی مطالعات Ghasemi و همکاران (۲۰۱۱) نیز در بررسی تأثیر فاکتورهای محیطی بر میزان ترکیبات فلاونوئیدی در گیاه گردو (*Juglans regia*)، بیشترین میزان ترکیبات فلاونوئیدی در منطقه آبعلی با بیشترین ارتفاع و کمترین میانگین دمای روزانه به‌دست آمد. در همین ارتباط طی بررسی محتوای متابولیت‌های ثانویه ریشه گیاه شیرین‌بیان (*Glycyrrhiza glabral*) دیده شد که محتوای متابولیت‌های ثانویه گیاه بسته به شرایط مختلف آب‌وهوایی، متغیر است و بیشترین مقدار ترکیبات فلاونوئیدی در ریشه‌های به‌دست آمده از مناطق مرتفع‌تر وجود داشت (Oloumi and Hasibi, 2012). در مطالعات Tajali و Khazaeipoor در سال ۲۰۰۲ نیز میزان فلاونوئید گیاه زالزالک (*Cerateagus microphylla*) در ارتفاعات بالا (۱۲۲۲ متری) دارای بیشترین سطح و در ارتفاعات پست دارای کمترین مقدار گزارش شد. نتایج این تحقیق نیز با نتایج سایر محققین مطابقت داشته و نشان داد محتوای فلاونوئیدی زرین گیاه‌های مربوط به منطقه ارکان که در بالاترین ارتفاع (۱۹۶۴ متر) رشد یافته بودند بیشتر از دو منطقه دیگر بود و با کم‌شدن ارتفاع منطقه رشدی، محتوای فلاونوئیدی نیز کاهش یافت، به‌طوریکه منطقه اسپیدان که با ارتفاع ۱۶۱۴ متر از سطح دریا کم ارتفاع‌ترین رویشگاه مورد مطالعه بود کمترین میزان محتوای فلاونوئیدی را به خود اختصاص داد. ارتفاع رویشگاه گیاه می‌تواند از طریق تغییرات دمایی و رطوبتی بر فرآیند تشکیل مواد مؤثره تأثیرگذار باشد، گرچه مکانیسم تأثیرات محیط بر تجمع متابولیت‌های ثانویه به‌درستی روشن نیست، ولیکن این مطلب تأیید شده است که محیط از طریق تأثیری که در فرایند تولید متابولیت‌ها و نیز آنزیم‌های مرتبط با آن دارد، در نوع و شدت واکنش‌های شیمیایی و بیوسنتز متابولیت‌های ثانویه مؤثر است (Srivastava and Shym, 2002; Hemati *et al*., 2003). درجه حرارت از جمله عوامل محیطی تأثیرگذار در تشکیل و تجمع متابولیت‌های ثانویه است و در مناطقی با درجه حرارت پایین‌تر، تجمع فلاونوئیدها بیشتر خواهد بود. در این راستا تحقیقات انجام‌شده روی برخی فلاونوئیدهای مرکبات نشان داد

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2024-04-17]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1402.12.53.3.1]

که تولید این ترکیبات در مناطقی با آب‌وهوای خنک بیشتر از مناطق گرم است، زیرا طول دوره تقسیم سلولی بیشتر بوده و در این مرحله عوامل تولید برخی فلاونوئیدها بیشتر می‌شود (Davise and Albrigo, 1994). در تحقیقی دیگر که توسط Oomaha و Mazza (۱۹۹۶) انجام گرفت، دیده شد که با افزایش ارتفاع بر میزان ترکیبات فلاونوئیدی در اندام‌های گیاهی افزوده می‌شود، چرا که ترکیبات فلاونوئیدی جاذب نور، مانند فالون‌ها در پاسخ به اشعه UV و برای محافظت بافت‌های درونی ساقه و برگ از آسیب‌های ناشی از این اشعه، در سلول-های اپیدرم تجمع پیدا می‌کنند. اینگونه به نظر می‌رسد در تحقیق حاضر نیز افزایش ارتفاع رویشگاه در تجمع میزان متابولیت‌های ثانویه مؤثر بوده و یکی از دلایل آن می‌تواند کیفیت تشعشعات، مخصوصاً B-UV در ارتفاعات باشد، در این راستا گزارش شده که اشعه B-UV در ارتفاعات بالاتر بیشتر است و در نتیجه می‌تواند سبب تحریک و تولید بیشتر برخی از فلاونوئیدهای محافظتی نیز شود (Jaakola and Hohtola, 2010).

اختلاف ارتفاع بین سه رویشگاه اسپیدان (۱۶۱۴ متر)، آخورداغ (۱۷۹۱ متر) و ارکان (۱۹۶۴ متر) از سطح دریا در القای کیفیت مختلف نور و میزان درجه حرارت مؤثر بوده و سبب تراکم بیشتر آنتوسیانین در اندام‌های هوایی گیاهان رشدیافته در ارتفاعات ارکان در مقایسه با سایر رویشگاه‌ها شد. Khayyat و همکاران (۲۰۲۰) در بررسی نمونه‌های زرشک حاصل از ارتفاعات مختلف بیان کردند که شدت نور بالا در روز و درجه حرارت پایین خصوصاً در شب برای رشد رنگ و تجمع آنتوسیانین میوه زرشک مهم است. در بررسی‌های Khoo و همکاران (۲۰۱۷) نیز اشاره شده است که با افزایش ارتفاع میزان اشعه B-UV افزایش یافته که سبب بیان بیش از حد ژن‌های اکسیداز و سوپراکسید دیسموتاز در گیاه می‌شود تا محتویات آنتوسیانین برای جبران اثرات زیان‌بار اشعه ماوراءبنفش تجمع بیشتری داشته باشد. به‌طورکلی از نتایج پژوهش حاضر می‌توان اینگونه نتیجه گرفت که عصاره زرین گیاه‌های منطقه ارکان بیشترین محتوای آنتوسیانین را در بین سایر عصاره‌ها به خود اختصاص دادند و به‌نظر می‌رسد، عصاره‌هایی که ترکیب‌های آنتوسیانینی آن‌ها بیشتر باشد، فعالیت آنتی‌اکسیدانی بیشتری نیز خواهند داشت (راشدی و همکاران، ۱۳۹۳).

در پژوهش حاضر بیشترین پتانسیل و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی از عصاره گیاهان منطقه ارکان به مقدار ۵۰/۸۹ میکروگرم بر میلی‌لیتر به‌دست آمد. این مقدار به این معناست که عصاره در غلظت ۵۰/۸۹ میکروگرم بر میلی‌لیتر قادر به مهار نیمی از رادیکال‌های آزاد بوده است. IC_{50} به‌طور معکوس با فعالیت آنتی‌رادیکالی ترکیبات آنتی‌اکسیدانی در ارتباط است، به این ترتیب که هر چه IC_{50} کمتر باشد فعالیت و پتانسیل آنتی‌اکسیدانی بیشتر خواهد بود. علاوه بر نکات و نتایج به دست آمده به‌نظر می‌رسد فعالیت آنتی‌اکسیدانی گیاهان رابطه مستقیم با میزان ترکیبات فلاونوئیدی آن‌ها داشته باشد، چرا که عصاره زرین گیاه‌های منطقه ارکان با بالاترین میزان ترکیبات فلاونوئیدی، دارای بالاترین خاصیت آنتی‌اکسیدانی نیز بودند.

مقایسه یافته‌های پژوهش حاضر با نتایج سایر محققین در این زمینه، گویای این مطلب است که میزان ظرفیت و پتانسیل آنتی‌اکسیدانی یک گونه گیاهی در رویشگاه‌های مختلف متفاوت است و این امر ممکن است ناشی از شرایط اقلیمی محل رویش گیاه باشد که می‌تواند محتوای مواد مؤثره گیاه را تحت‌تأثیر قرار دهد (سعادتمند و همکاران، ۱۳۹۲؛ Rezzan *et al*., 2013; Moradi *et al*., 2019). ارتفاع و دمای منطقه از اثرگذارترین عوامل بر میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی هستند. مهرپور و همکاران (۱۳۹۵) در بررسی فعالیت آنتی‌اکسیدانی گیاه *Ferula assafoetida* L. در دو رویشگاه طبیعی در سمنان و خراسان نیز به این امر تأکید کردند. به‌طورکلی آنتی‌اکسیدان-ها براساس عملکردشان به دو گروه آنتی‌اکسیدان‌های اولیه و ثانویه تقسیم می‌شوند. آنتی‌اکسیدان‌های اولیه الکترون یا هیدروژن خود را به رادیکال‌های آزاد می‌دهند درحالی‌که آنتی‌اکسیدان‌های ثانویه به‌عنوان همیار عمل می‌کنند، یعنی از طریق دادن هیدروژن و بازیابی آنتی‌اکسیدان اولیه و یا جاروب

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2024-04-17]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1402.12.53.3.1]

کننده‌های اکسیژن و عوامل کلاته‌کننده نقش خود را ایفا می‌نمایند (Alkadi, 2020).

به‌دلیل تعامل مداوم گیاهان با شرایط استرس‌زا خصوصاً تنش‌های اکسیداتیو، همواره گیاهان با تولید رادیکال‌های آزاد در ساختارهای خود روبرو هستند. رادیکال‌های آزاد ترکیبات بیولوژیکی هستند که حاوی یک یا چند الکترون جفت نشده‌اند و برای جبران الکترون خود به پروتئین‌ها، DNA و ... می‌چسبد و آن‌ها را تخریب می‌کنند (Alkadi, 2020). در چنین شرایطی گیاهان برای جلوگیری از این آسیب‌ها، سیستم آنتی‌اکسیدانی خود را فعال کرده و با تولید بیشتر آنتی‌اکسیدان‌هایی مانند فنل و فلاونوئیدها کمبود الکترون رادیکال‌های آزاد را جبران کرده و باعث مهار آن‌ها می‌گردند که با DPPH یا درصد مهار رادیکال آزاد سنجیده و به‌عنوان ظرفیت آنتی‌اکسیدانی گیاهی شناخته می‌شود (قنبری و همکاران، ۱۳۹۹؛ همتی حسن گاویار و همکاران، ۱۴۰۰).

نتایج بررسی و مقایسه میزان درصد بازده اسانس سه رویشگاه نشان داد که منطقه ارکان میزان درصد اسانس بیشتری را نسبت به منطقه اسپیدان و آخورداغ به خود اختصاص داد. از مهم‌ترین عوامل بوم‌شناختی مؤثر بر میزان کمی و کیفی ماده مؤثره موجود در اسانس گیاهان دارویی می‌توان به شرایط آب و هوایی و اقلیمی (مانند نور، درجه حرارت، باد)، ویژگی‌های خاک (بافت، اسیدیته، عناصر غذایی خاک) و عوامل جغرافیایی (ارتفاع از سطح دریا، مقدار شیب و جهت آن) اشاره کرد (امیدبیگی، ۱۳۷۴). برای مثال در تحقیقات حبیبی و همکاران (۱۳۸۵) که به‌منظور بررسی اثر ارتفاع بر روغن اسانس و ترکیبات تشکیل‌دهنده آن در گیاه دارویی آویشن وحشی (*Thymus kotschaynus*) در منطقه طالقان صورت گرفت، دیده شد که بین درصد اسانس و اختلاف ارتفاع از سطح دریا یک رابطه خطی معنی‌داری وجود داشت. در پژوهش صورت گرفته روی گیاه لعل کوهستان (*Oliveria decumbens*) نیز مشخص گردید عملکرد اسانس این گیاه در اغلب مناطق رویشگاه‌های طبیعی آن در استان خوزستان، با افزایش ارتفاع از سطح دریا، افزایش یافت (Ale Omrani Nejad and Rezvani Aghdam, 2019). شدت نور بالا در ارتفاعات، بر فعال‌شدن مسیر بیوسنتزی و تولید هر چه بیشتر اسانس نقش دارد، چرا که بین نور و مواد حدواسطی که در طی چرخه تثبیت کربن به‌عنوان پیش‌ماده‌های اصلی در بیوسنتز اسانس‌ها به‌کار می‌رود، همبستگی شدیدی دیده می‌شود (Bernath, 2008). دمای محیط نیز از طریق اثرگذاری بر هدایت روزنه‌ای، تبخیر و تعرق، جذب املاح، سرعت واکنش‌های شیمیایی مثل فتوسنتز، حل‌شدن گازها و تأثیر در رشدونمو گیاهان تولید متابولیت‌های ثانویه را تحت‌تأثیر قرار می‌دهد. در مسیر تولیدی اسانس، دما روی سرعت متیلاسیون، اکسیداسیون و احیاء تأثیر گذاشته و نسبت ترکیبات مختلف را تغییر می‌دهد که باعث تغییر در کمیّت و کیفیت اسانس می‌شود (Mahajan *et al*., 2020).

در تحقیقات مفاخری و همکاران (۱۳۹۶) که در ارتباط با بررسی برخی خصوصیات مورفولوژیکی و بیوشیمیایی زرین گیاه انجام گرفت، ۲۶ ترکیب شیمیایی شناسایی شد که از آن میان وربنون و لیمونن بیشترین درصد اسانس را تشکیل دادند، که تا حدودی با نتایج تحقیق حاضر همخوانی داشت. طی مطالعات Yaghmai و همکاران (۱۹۸۸) بر روی گیاه *Dracocephalum kotschyi* برداشت‌شده از منطقه مشهد، ترکیبات سیترال (۲۹/۳ ٪)، بتاکاریوفیلن (۲۱/۵ ٪)، ترپنیل استات (۱۲/۲ ٪) و میرسن (۷/۱ ٪) به‌عنوان اصلی‌ترین ترکیبات تشکیل‌دهنده اسانس گزارش شدند. نمونه‌های زرین گیاه جمع‌آوری شده از ساری نیز نشان داد که بیشترین ترکیب مربوط به دلتا ۳ کارن (۹/۷ ٪) و کارواکرول (۸/۳ ٪) بود (Morteza–Semnani and Saeedi, 2005)، طی گزارشات نجف‌پور نوایی و میرزا (۱۳۸۶) در اسانس نمونه‌های زرین گیاه رویش‌یافته در منطقه جیرود استان تهران، لیمونن (۲۹ ٪)، متیل ژرانات (۱۷/۷ ٪) و ژرانیال (۱۵/۸ ٪) ترکیب‌های اصلی اسانس گیاه را تشکیل دادند. همان‌طور که مشاهده می‌شود تفاوت‌هایی در نوع و مقدار ترکیبات تشکیل‌دهنده اسانس در زرین گیاه‌های مناطق مختلف وجود دارد که می‌تواند به شرایط اکولوژیکی و محیطی حاکم بر منطقه مربوط شود (Fernandez-Sestelo and Carrillo, 2020).

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2024-04-17]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1402.12.53.3.1]

نتیجه‌گیری

با انجام تحقیق حاضر وجود ترکیباتی با خواص دارویی با ارزش از جمله سیس الفابرگاموتن، وربنون و لیمونن در گیاهان زرین‌گیاه شناسایی شد، به‌علاوه نتایج نشان داد محتوای آنتوسیانین، ترکیبات فلاونوئیدی، فعالیت آنتی‌اکسیدانی و همچنین عملکرد اسانس به‌طور معنی‌داری در رویشگاه ارکان (با ارتفاع ۱۹۶۴ متر از سطح دریا) نسبت به دو رویشگاه دیگر افزایش داشت. با توجه به ارزش دارویی بالای زرین گیاه، حفظ این گیاه در طبیعت و جلوگیری از انقراض آن یکی از مهمترین نکاتی است که باید مورد توجه قرار گیرد، چرا که برداشت متداوم این گیاه در طبیعت باعث نابودی ذخایر ژنتیکی این گونه خواهد گردید. یکی از راه‌های حفظ این ذخایر ژنتیکی ارزشمند، کشت انبوه آن‌ها است که لازم است ضمن حفظ استعدادهای اصیل ژنتیکی آن‌ها، با بهینه‌سازی کشت و عوامل اقلیمی و اکولوژیکی مؤثر و سازگار با طبیعت میزان عملکرد و مواد مؤثره آن‌ها افزایش یابد. از اینرو با توجه به نتایج، انتظار می‌رود که رویشگاه ارکان در مقایسه با دو رویشگاه دیگر شرایط بهتری برای کشت این گیاه دارویی با حفظ و تقویت هر چه بیشتر خواص دارویی آن داشته باشد.

منابع

آروین، پ. و فیروزه، ر. (۱۴۰۱) بررسی ترکیبات فنلی، فلاونوئیدی و محتوای اسانس گیاه دارویی برازمبل در سه رویشگاه طبیعی شهرستان رازو جرگلان. فرآیند و کارکرد گیاهی ۶۹-۸۱ .

آریانفر، م.، اکبری نودهی، د.، همتی، خ. و رستمپور، م. (۱۳۹۷) تأثیر ارتفاع و جهت در عملکرد اسانس و برخی از خواص فیتوشیمیایی گونه‌های دارویی *Artemisia aucheri* و *Artemisia sieberi* در مراتع خراسان جنوبی. نشریه مرتع ۱۲: ۲۸۱-۲۹۴.

اسعدی، ع. م. و خشنود یزدی، ا. (۱۳۸۹) بررسی خصوصیات بوم شناختی *Dracocephalum kotschyi* Boiss. در مراتع شهرستان بجنورد. فصلنامه تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران ۴۰۶-۴۱۴.

امیدبیگی، ر. (۱۳۷۴) رهیافت‌های تولید و فرآوری گیاهان دارویی، جلد اول. انتشارات فکر روز.

امیدبیگی، ر. (۱۳۸۵) تولید و فرآوری گیاهان دارویی. جلد سوم، انتشارات آستان قدس رضوی.

پورحسینی، س. ح.، میرجلیلی، م. ح.، نژادابراهیمی، ص. و سنبلی، ع. (۱۳۹۶) بررسی کمیت و کیفیت اسانس اندام‌های مختلف برازمبل (*Perovskia abrotanoides*) در رویشگاه طبیعی استان خراسان شمالی. تولیدات گیاهی ۵۳-۶۳.

جمشیدی، ا. ح.، امین‌زاده، م.، آذرنیوند، ح. و عابدی، م. (۱۳۸۴) تأثیر ارتفاع بر کمیت و کیفیت اسانس گیاه آویشن کوهی. فصلنامه گیاهان دارویی ۸۶-۹۳.

چم، ر.، ابطحی، س. ع.، جعفری‌نیا، م. و یثربی، ج. (۱۴۰۰) ارزیابی اثرات برخی کودهای زیستی بر جذب عناصر غذایی و عملکرد اسانس در گیاه زرین گیاه *Dracocephalum kotschyi* Boiss. در رژیم‌های رطوبتی خاک. نشریه حفاظت منابع آب و خاک ۲۹-۴۳.

حبیبی، ح.، مظاهری، د.، مجنون حسینی، ن.، چائی‌چی، م، ر.، فخرطباطبائی، م. و بیگدلی، م. (۱۳۸۵) اثر ارتفاع بر روغن اسانس و ترکیبات دارویی آویشن وحشی *Thymus kotschyanus* منطقه طالقان. پژوهش و سازندگی در زراعت و باغبانی ۷۳: ۲-۱۰.

حسینی، س. ع. و دری، م. ع. (۱۳۸۳) بررسی مقدماتی استقرار و عملکرد سرشاخه گلدار گل راعی *Hypericum perforatum* جمع‌آوری شده از درازنو و گرمابدشت در استان گلستان. فصلنامه پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی و عطر ایران ۳۹۰-۴۱۰.

دهقان، ز.، سفیدکن، ف.، امامی، س. م. و کلوندی، ر. (۱۳۹۳) تأثیر شرایط اقلیمی بر بازده و کیفیت اسانس *Ziziphora clinopodioides* در رویشگاه‌های مختلف استان همدان. مجله پژوهش‌های گیاهی (مجله زیست‌شناسی ایران) ۲۷: ۶۱-۷۱.

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2024-04-17]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1402.12.53.3.1]

راشدی، ه.، امیری، ح. و قارزی، ا. (۱۳۹۳) بررسی فیتوشیمیایی و خواص آنتی‌اکسیدانی گیاه علف مار استان خوزستان. مجله علمی دانشگاه علوم پزشکی قزوین ۶: ۱۱-۱۷.

رجبیان، ط.، رحمانی، ن.، سلیمی، ا. و شهیری طبرستانی، ف. (۱۳۹۳) بررسی اجزای شیمیایی روغن اسانسی میوه چهار جمعیت خودروی گلپرگرگانی *Heracleum gorganicum* Rech ایران. مجله پژوهش‌های گیاهی (مجله زیست‌شناسی ایران) ۸۲-۹۰.

سعادتمند، ل.، قربانلی، م. و نیاکان، م. (۱۳۹۲) بررسی تغییرات مهمترین مواد مؤثره ثانوی و فعالیت آنتی‌اکسیدانی اندام‌های مختلف گیاه دارویی سنجد رویشگاه‌های مختلف استان خراسان رضوی. فصلنامه اکوفیتوشیمی گیاهان دارویی ۴: ۵۸-۶۷.

قربانزاده، ا.، قاسم‌نژاد، ع.، خوشحال سرمست، م. و نژاد ابراهیمی، ص. (۱۳۹۸) بررسی و مقایسه فیتوشیمیایی اسانس و عملکرد آنتی‌اکسیدانی سرشاخه‌های گیاه دارویی *Juniperus communis* در رویشگاه‌های مختلف مازندران و گلستان. اکوفیتوشیمی گیاهان دارویی ۷: ۱۵-۳۲.

قنبری، ع.، عظیمی، م. ر.، رفیعی، ع. ر.، بی‌پروا، پ. و ابراهیم‌زاده، م. ع. (۱۳۹۹) تغییر محتوای فیتوشیمیایی گیاه دارویی علف مار *Capparis spinosa* L. جمع‌آوری‌شده از خرد اقلیم‌های مختلف. فرآیند و کارکرد گیاهی ۳۹: ۱۶۵- ۱۷۸.

کمالی، م.، خسرویار، س. و جلیلوند، م. ر. (۱۳۹۳) بررسی ترکیبات فنلی، فلاونوئیدی، آنتوسیانینی و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی عصاره‌های مختلف اندام هوایی گیاه دارویی *Dracocephalum kotschyi*. مجله دانشگاه علوم پزشکی خراسان شمالی ۶۲۷- ۶۳۴.

کیانی، ص.، احمدی، ج.، شیران، ب.، فابریکی اورنگ، ص. و فلاحی. ح. (۱۳۹۸) بررسی بیان ژن‌های کلیدی مسیر بیوسنتز لیمونن تحت‌تأثیر تنش خشکی در زرین گیاه *Dracocephalum kotschyi* در دو مرحله رویشی و گلدهی. مجله بیوتکنولوژی کشاورزی ۱-۱۸.

محمدنژاد گنجی، م.، مرادی، ح. و قنبری، ع. (۱۳۹۶) کمیت و کیفیت مواد ثانویه گیاه اسطوخودوس تحت‌تأثیر عامل بوم‌شناختی ارتفاع از سطح دریا. یافته‌های نوین در علوم زیستی ۴: ۱۷۲-۱۶۶.

مفاخری، س.، حلاج، ر. و امینیان دهکردی، ر. (۱۳۹۶) بررسی اثر تیمارهای تغذیه‌ای بر برخی خصوصیات مورفولوژیکی، فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی گیاه دارویی .*Dracocephalum kotschyi* Boiss. فصلنامه اکوفیتوشیمی گیاهان دارویی ۲۰-۳۳.

مهرپور، م.، کاشفی، ب. و مقدم، م. (۱۳۹۵) بررسی ترکیبات فیتوشیمیایی و آنتی‌اکسیدانی اندام‌های مختلف گیاه دارویی آنغوزه در دو رویشگاه طبیعی استان‌های سمنان و خراسان. فصلنامه اکوفیتوشیمی گیاهان دارویی ۴: ۵۶-۶۸.

نجف‌پور نوایی، م. و میرزا، م. (۱۳۸۶) بررسی مقایسه‌ای ترکیب‌های شیمیایی اسانس نمونه زراعی و رویشگاهی گیاه *Dracocephalum kotschyi*. فصلنامهٔ علمی پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران ۱۲۸-۱۳۳.

همتی حسن گاویار، پ.، امیری، ح. و آرمند، نظام. (۱۴۰۰) شناسایی ترکیب‌های تشکیل‌دهنده اسانس، بررسی خاصیت آنتی‌اکسیدانی و میزان فنل و فلاونوئید اندام‌های مختلف *puberula Postia* در مرحله بعد از گلدهی. مجله پژوهش‌های گیاهی (مجله زیست شناسی ایران) ۳۴: ۱-۱۳.

Ale Omrani Nejad, S. and Rezvani Aghdam, A. (2019) The study of essential oil composition and antioxidant activity of *Oliveria decumbens* collected from different regions of Khuzestan province. Ecophytochemistry Journal of Medicinal Plants 24: 14-25.

Alkadi, H. A. (2020) Review on free radicals and antioxidants. Infectious Disorders Drug Targets 18: 16-26.

Bernath, J. (2008) Production ecology of secondary plant products. In: Herbs, Spices and Medicinal Plants: Recent Advances in Botany, Horticulture and Pharmacology. (eds. Craker, L. E. and Simon, J. E.) p. 220. Oryx Press, Phoenix, Arizona.

Burits, M. and Bucar, F. (2000) Antioxidant activity of *Nigella sativa* essential oil. Phytotherapy Research 14: 323-328.

Chang, C., Yang, M., Wen, H. and Chern, J. (2002) Estimation of total flavonoid content in propolis by two complementary colorimetric methods. Food and Drug Analysis 10: 178-82.

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2024-04-17]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1402.12.53.3.1]

Davise, F. S. and Albrigo, L. G. (1994) Citrus. CAB. International Press, Wallington, UK.P 9814.
Fattahi, M., Bonfill, M., Fattahi, B., Sefidkon, F. and Cusido, R. (2016) Secondary metabolites profiling of *Dracocephalum kotschyi* Boiss at three phenological stages using uni-and multivariate methods. Journal of Applied Research on Medicinal and Aromatic Plants 3: 16-34.
Fernandez-Sestelo, M. and Carrillo, J. M. (2020) Environmental effects on yield and composition of essential oil in wild populations of Spike Lavender (*Lavandula latifolia* Medik.). Agriculture 10: 626.
Foyer, C. H., Kyndt, T. and Hancock, R. D. (2020) Vitamin C in plants: Novel concepts, new perspectives and outstanding issues. Antioxidants and Redox Signaling 32: 463-485.
Ghasemi, K., Ghasemi, Y., Ehteshamnia, A., Nabavi, M., Nabavi, F., Ebrahimzadeh, A. and Pourmand, F. (2011) Influence of environmental factors on antioxidant activity, phenol and flavonoid content of walnut. Medicinal Plant 5: 1128-1133.
Hemati, K. H., Omidbeigi, R. and Bashiri Sadr, Z. (2003) Effect of climate and harvest time on the qualitative and quantitative characteristics of flavonoids of citrus varieties. PhD Thesis, Submitted to Modares university.
Heydari, P., Yavari, M., Adibi, P., Asghari, Gh., Ghanadian, S. M., Dida, G. and Khamesipour, F. (2019) Medicinal properties and active constituents of *Dracocephalum kotschyi* and its significance in Iran: A systematic review. Evidence Based Complementary and Alternative Medicine 1-14.
Jaakola, L. and Hohtola, A. (2010) Effect of latitude on flavonoid biosynthesis in plants. Plant Cell and Environmental 11: 1239-1241.
Jahanian, F., Ebrahimi, S. A., Rahbar Roshandel, N. and Mahmoudian, M. (2005) Xanthomicrol is the main cytotoxic component of *Dracocephalum kotschyi* and a potential ant. Phytochemistry 66: 1581-1592.
Khatamian, N., Homayouni Tabrizi, M. and Ardalan, P. (2019) Effect of *carum carvi* essential oil nanoemulsion on tubo cancer cells and L929 normal cells and evaluation of antioxidant activity. Study of Medical Science 30: 315-321.
Khayyat, M., Barati, Z., Aminifard, M. H. and Samadzadeh, A. (2020) Anthocyanin accumulation and color development in seedless barberry (*Berberis vulgaris* L.) fruits: The role of altitude and sun light - the preliminary results. International Journal of Fruit Science 1-14.
Khoo, H. E., Azlan, A., Tang, S. T. and Lim, S. M. (2017) Anthocyanidins and anthocyanins: Colored pigments as food, pharmaceutical ingredients, and the potential health benefits. Food and Nutrition Research 61: 1-21.
Lako, J., Trenerry, V. C., Wahlqvist, M., Wattanapenpaiboon, N., Sotheeswaran, S. and Premier, R. (2007) Phytochemical flavonols, carotenoids and the antioxidant properties of a wide selection of Fijian fruit,vegetables and other readily available. Food Chemistry 101: 1727-1741.
Mahajan, M., Kuiry, R. and Pal, P. (2020) Understanding the consequence of environmental stress for accumulation of secondary metabolites in medicinal and aromatic plants. Journal of Applied Research on Medicinal and Aromatic Plants 18: 100255.
Mazandarani, M., Makari, S. and Bajian, G. R. (2011) Evaluation of phytochemical and antioxidant activity in different parts of *Heracleum gorganicum* Rech. in Golestan province, North of Iran. Journal of Plant Physiology 2: 381-388.
Moradi, H., Ghavam, M. and Tavili, A. (2019) Study of antioxidant activity and some herbal compounds of *Dracocephalum kotschyi* Bioss. in different ages of growth. Biotechnology reports (Amsterdam, Netherlands) 25: e00408.
Morteza Semnani, K. and Saeedi, M. (2005) Essential oil composition of *Dracocephalum kotschyi* Boiss. Journal of essential oil-Bearing Plants 8: 192-195.
Mozaffarian, V. (2012) Identification of medicinal and aromatic plants of Iran. Farhang e Moaser Press.
Oloumi, H. and Hasibi, N. (2012) Evaluation of secondary metabolites in roots of *Glycerizia glabra* L. in some of natural habitats in Kerman province. Journal of Medicinal Plants 11: 55-68.
Oomaha, B. D. and Mazza, G. (1996) Flavonoids and antioxidative activities in buckwheat. Journal of Agricultural and Food Chemistry 44: 1746-1750.
Rezzan, A., Ozan, E. and Huseyin, S. (2013) Phenolic components, antioxidant activity, and mineral analysis of *Capparis spinosa* L. African Journal Biotechnology 12: 6643-6649.
Saeidnia, S., Gohari, A. R., Uchiyama, N., Ito, M., Honda, G. and Kiuchi, F. (2004) Two new monoterpene glycosides and trypanocidal terpenoids from *Dracocephalum kotschyi*. Chemical and Pharmaceutical Bulleti 52: 1249-1250.
Saleh Rastin, N. (2001) Biological fertilizers and their role in sustainable agriculture. Collection of Researches on the Necessity of Industrial Production of Bio-fertilizers 1-54.
Srivastava, A. W. and Shym, S. (2002) Citrus: Climate and soil. International Book Distributing Company.
Tajali, A. and Khazaeipoor, M. (2002) Effect of height and organs on flavonoids of *Crataegus microphylla*. International Journal of Biosciences 7: 54-58.
Trusheva, B., Trunkova, D. and Bankova, V. (2007) Different extraction methods of biologically active components from propolis: A preliminary study. Chemistry Central Journal 1: 1-4.

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2024-04-17]
[DOR: 20.1001.1.23222727.1402.12.53.3.1]

Yaghmai, M. S. and Taffazoli, R. (1988) The essential oil of *Dracocephalum kotschy* Boiss. Flavour and Fragrance Journal 3: 33-36.

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2024-04-17]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1402.12.53.3.1]

Study of some physiological traits, yield and essential oil contents of *Dracocephalum kotschyi* Boiss. in natural habitats of Bojnourd

Pooya Arvin[1*], Rana Firouzeh[2]

[1] Department of Agriculture, Payame Noor University, Tehran, Iran
[2] Plant Physiology, Islamic Azad University, Science and Research Branch, Tehran, Iran
(Received: 23/09/2022, Accepted: 28/12/2022)

Abstract

Dracocephalum kotschyi Boiss. is one of the medicinal and aromatic plants that can be found in natural habitats in mountainous and high areas of the country. This plant is very popular because of its large amounts of essential oil and important medicinal properties. In this study, in order to investigate the effect of the habitat on the physiological traits, yield and essential oil content, random sampling of the flowering branches of the plant in the full flowering stage with three replications was carried out from its natural habitats located in the altitudes of Espidan, Akher Dagh and Arkan in North Khorasan province. The results showed that the plants grown in Espidan region with 15.76 g F.W and 3.24 g D.W were the highest, and the plants of Akher dagh region with 12.58 g F.W and 2.68 g D.W, were the lowest in fresh and dry weight. In terms of the content of flavonoid compounds and the percentage of essential oil yield, the highest amount of these compounds was obtained from 69.63 (mg Q/g D.W) and 1.52% from the plants of Arkan heights. Further, the results showed that 23 compounds were identified in the essential oil of plants of three habitats, and the compounds of cis-α-Bergamotene, limonene and ß-ocimene were the main common compounds in the essential oils of the three regions. In connection with the antioxidant property, the plants of Arkan area showed a higher antioxidant capacity than other habitats in inhibiting DPPH free radicals with 50.89 µg/ml. In terms of anthocyanin content, extract of Arkan plants with 2.96 mg of cyanidin 3-glucoside/g was a greater source of anthocyanin, with a significant difference compared to the other plants. General conclusion: The plants grown in the altitudes of Arkan showed more content of anthocyanin, flavonoid compounds, antioxidant capacity and essential oil yield than other habitats, and it seemed that the Arkan habitat had the most suitable conditions for the cultivation of this valuable medicinal plant.

Keywords: Anthocyanin, Essential oil yield, Antioxidant capacity, Medicinal plant, Fresh and dry weight

Corresponding author, Email: Pooya.arvin@pnu.ac.ir

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2024-04-17]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1402.12.53.3.1]