دانشگاه آزاد اسلامی واحد ارسنجان

مجله علمی پژوهشی اکوفیزیولوژی گیاهی
سال دوازدهم، شماره چهل و سوم، ۱۳۹۹

بررسی ویژگی‌های مورفولوژیکی، فیتوشیمیایی و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی برخی از اکوتیپ‌های بنفشه معطر (*Viola odorata* L.) در استان مازندران

حسین مرادی[۱]، مهدی حدادی نژاد[۲]، علیرضا یاوری[۳]، مهدی محمدی ازنی[٤]، سید مریم موسوی[٤]، سید محمد امین حسینی[٤]

دریافت: ۹۸/٤/۱٤ پذیرش: ۹۹/٤/۱۰

چکیده

بنفشه معطر با داشتن مواد پیتیدی، فلاونوئیدها، گلیکوزیدها، آلکالوئیدها، ساپونین‌ها و تانن‌ها در درمان برخی از بیماری‌ها از جمله سرطان کاربرد دارد. با وجود و رشد بنفشه معطر به صورت خودرو در جنگل‌های ایران، تحقیقات زیادی بر روی شناسایی و اهلی کردن آن صورت نگرفته است. این تحقیق به منظور ارزیابی اثر اختلاف ارتفاع از سطح دریا سه منطقه ساری(٥٦)، کسوت (٤٨١) و ازنی (۱۰۳٥) استان مازندران بر خصوصیات کمی و کیفی بنفشه معطر اجرا گردید. صفات مورفولوژیک (طول برگ، ریشه، دم‌گل و تعدادبرگ) و بیوشیمیایی (میزان فنل، فلاونوئید کل، ظرفیت آنتی‌اکسیدانی) در منطقه و درقالب طرح کاملا تصادفی مورد اندازه گیری و بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد نمونه‌های گیاهی منطقه ساری با کمترین ارتفاع از سطح دریا بیشترین طول برگ، تعداد برگ، طول دم گل، فنل برگ، فنل کل، فلاونوئید کل و آنتی‌اکسیدان برگ را دارا بودند. نتایج حاصل از اثرمتقابل مناطق برداشت و اندام گیاهی نشان داد بیشترین میزان فنل در نمونه‌های برگ و گل ازنی و بیشترین میزان فلاونوئید در گل نمونه‌های ازنی و گل و برگ نمونه‌های کسوت بود. در حالی که ریشه گیاهان سه منطقه حاوی کمترین میزان فنل و فلاونوئید بود. به طور کلی نمونه گیاهی جمع‌آوری شده از منطقه ازنی به سایر مناطق برای کشت و پرورش این گیاه دارای برتری نسبی می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: ارتفاع از سطح دریا، فنل، فلاونوئید، UV-B، آنزیم PAL

مرادی، ح، م. حدادی نژاد، ع. یاوری، م. محمدی ازنی، س.م. موسوی و س.م.ا. حسینی. ۱۳۹۹. بررسی ویژگی‌های مورفولوژیکی، فیتوشیمیایی و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی برخی از اکوتیپ‌های بنفشه معطر (*Viola odorata* L.) در استان مازندران. مجله اکوفیزیولوژی گیاهی. ٤۳: ۸٥-۷٤.

۱- استادیار گروه علوم و مهندسی باغبانی، دانشکده علوم زراعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران. مسئول مکاتبات.
moradiho@yahoo.com
۲- استادیار گروه علوم باغبانی، دانشکده علوم زراعی و پژوهشکده فناوری های زیستی گیاهان دارویی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران.
۳- استادیار، گروه علوم و مهندسی باغبانی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه هرمزگان، بندرعباس، ایران
٤- دانشجوی گروه علوم و مهندسی باغبانی، دانشکده علوم زراعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران

مقدمه

بنفشه معطر(*Viola odorata* L.) که به خانواده بنفشه (Violaceae) تعلق دارد، در پزشکی سنتی ایرانی تاریخچه طولانی داشته و برای درمان بیماری‌های مختلفی مورد استفاده قرار می‌گیرد (انصاری و همکاران، ۲۰۱۰). طبیعت گل بنفشه مرطوب، تند، سرد و تلخ است در طب سنتی گل بنفشه برای درمان اضطراب، کاهش فشار خون، برونشیت، کاهش اختلال عملکرد کلیه‌ها و کبد و کاهش درد بیماری سرطان مورد استفاده قرار می-گیرد (الهاسانین و همکاران، ۲۰۱۳). این گیاه دارای ترکیباتی مانند سیتوتوکسیک نظیر (cycloviolacin 02 و varv A, varvF) می‌باشد که خواص ضدسرطانی دارد (لیندهولم و همکاران، ۲۰۰۲). عصاره گیاه بنفشه معطر جهت پیش‌گیری و درمان سرطان به خصوص در سرطان دستگاه گوارش متاستاز بعد از جراحی تومور مورد استفاده قرار می‌گیرد (برکت و همکاران، ۲۰۱۳)، همچنین فلاونوئیدها، گلیکوزیدها، آلکالوئیدها، ترکیبات استروئیدی، ساپونینی و تانن‌ها در این گیاه شناسایی شده که پایه‌ای برای توسعه داروهای جدید دردرمان بیماری‌های عفونی تنفسی می‌باشد (شانکر و همکاران، ۲۰۱۲) مهم‌ترین ماده موثره بنفشه معطر، مواد پپتیدی از جمله سیکلوویولاسین (Cycloviolacin) و سیکلوتایدها (Cyclotides) می‌باشد (سادر و همکاران، ۱۹۹۵) که موجب کاهش و مهار تهاجم، متاستاز، رگ‌زدایی و تقسیم سلولی در انواع سرطان‌ها می‌شوند (باترا و همکاران، ۲۰۱۳). همچنین عصاره آبی بنفشه معطر توانایی مهار رادیکال‌های آزاد را دارد و می‌تواند به عنوان یک آنتی‌اکسیدان عمل کند (سیلجگوویس و همکاران، ۲۰۱۱). اگر چه مواد موثره گیاهان دارویی از طریق فرآیندهای ژنتیکی ساخته می‌شوند ولی سنتز این مواد به طور بارزی تحت تاثیر عوامل محیطی قرار می‌گیرد و سبب تغییر در رشد، کمیت و کیفیت مواد موثره آنها می‌گردد (یانوی و پالویتچ، ۱۹۸۲). رادیکال-های آزاد در طیف گسترده‌ای از سیستم‌های بیولوژیکی و شیمیایی در بدن تولید می‌شوند که مضر می‌باشند. رادیکال‌های آزاد توسط سیستم دفاعی کنترل می‌شوند تا آسیب اکسیداتیو را به حداقل برسانند (عبدالهادی و همکاران، ۲۰۱۱). رادیکال‌های آزاد و فعال تولید شده در بدن، موجب تخریب بیومولکول‌ها و ماکرو مولکول‌ها مانند لیپیدها، پروتئین‌ها و اسیدهای نوکلئیک می‌شوند (انبود و همکاران، ۲۰۰٤؛ سبورا و همکاران، ۲۰۱۳). ترکیبات آنتی‌اکسیدانی مانع فعالیت رادیکال‌های آزاد شده و سلول‌های بدن را از اثرات مخرب این ترکیبات حفظ می‌کنند. بر این اساس از پیری زودرس و ابتلا به بیماری‌های قلبی عروقی، سرطان، آسیب‌های مغزی و دیابت جلوگیری می‌کنند (ابراهیم‌زاده و همکاران، ۲۰۰۸). آنتی‌اکسیدان‌ها در صنعت به عنوان نگهدارنده مواد غذایی در جلوگیری از فساد و رنگ غذا به کار می‌روند و طول عمر مواد غذایی و مدت نگهداری آن مواد را افزایش می‌دهند (اخبار و همکاران، ۲۰۱٦). آلومینیوم یک ترکیب نوروتوکسیک بوده که منجر به ناهنجاری‌هایی از جمله آلزایمر و پارکینسون می‌شود. فلاونوئید این توانایی را دارد که میزان این ترکیب را در بدن کاهش دهد (تاین و همکاران، ۲۰۰٦). فلاونوئید مسئول کاهش فشار خون، خاصیت ضدالتهابی و ضد ویروسی نیز می‌باشد (سسشیکومر و همکاران، ۲۰۰۸). در سلول-های سرطانی القا آپیتوزیس توسط فلاونوئید مشاهده شده است (انتخاب و اسلام، ۲۰۰۹). توماس مارکوسسن (۲۰۰۳) اکوتیپ‌های مختلفی از گونه‌ای بنفشه، *V. alba*، جمع‌آوری شده از نقاط مختلف اروپا، قفقاز و آذربایجان را با استفاده از ٦ ایزوآنزیم و مشخصه‌های مورفولوژیکی مورد بررسی قرار داد. نتایج حاصل از ارزیابی‌های مولکولی و مورفولوژیکی، اکوتیپ‌های جمع‌آوری شده از آذربایجان، قبرس و یونان را در یک گروه و اکوتیپ‌های جمع-آوری شده از مناطق جنوبی اروپا و شرق اروپا را در گروهی دیگر قرار داد. در پژوهشی اقدام به بررسی تاثیر حلال‌های مختلف شامل دی کلرومتان، اتیل استات، اتانول و آب بر میزان فلاونوئید کل و ظرفیت آنتی اکسیدانی بنفشه معطر شد. نتایج نشان داد بیشترین میزان فلاونوئید کل استخراج شده و ظرفیت آنتی اکسیدان، با عصاره گیری حاصل از حلال اتانول به دست آمد (اردوغان ارهان و همکاران، ۲۰۱۵). امیدبیگی در سال (۲۰۰۵) وجود ارتباط و اثر محل رویشگاه بر میزان ترکیبات شیمیایی را گزارش نمود. در صورت ثبات شرایط رویشگاه، این تغییرات به مرور زمان به صورت اکتسابی درآمده و اکوتیپ های گیاهی را ایجاد می کند که از لحاظ ژنتیکی با یکدیگر متفاوتند.

با وجود این که بنفشه معطر به صورت خودرو در جنگل‌های برخی از مناطق ایران رشد می‌کند. اما تاکنون تحقیقات زیادی در مورد این گیاه به‌ویژه از نظر ترکیبات شیمیایی، صورت نگرفته است. بنابراین پژوهش حاضر به منظور بررسی صفات مورفولوژیک و میزان فنل کل، فلاونوئید کل و فعالیت آنتی‌اکسیدانی عصاره اندام‌های مختلف گیاه بنفشه معطر در سه رویشگاه طبیعی آن انجام شد.

مواد و روش‌ها

توده‌های مورد مطالعه

توده‌های بنفشه معطر شناسایی شده براساس فلورگیاهی و راهنمایان محلی، از سه منطقه استان مازندران نمونه‌برداری و مطالعه شد.

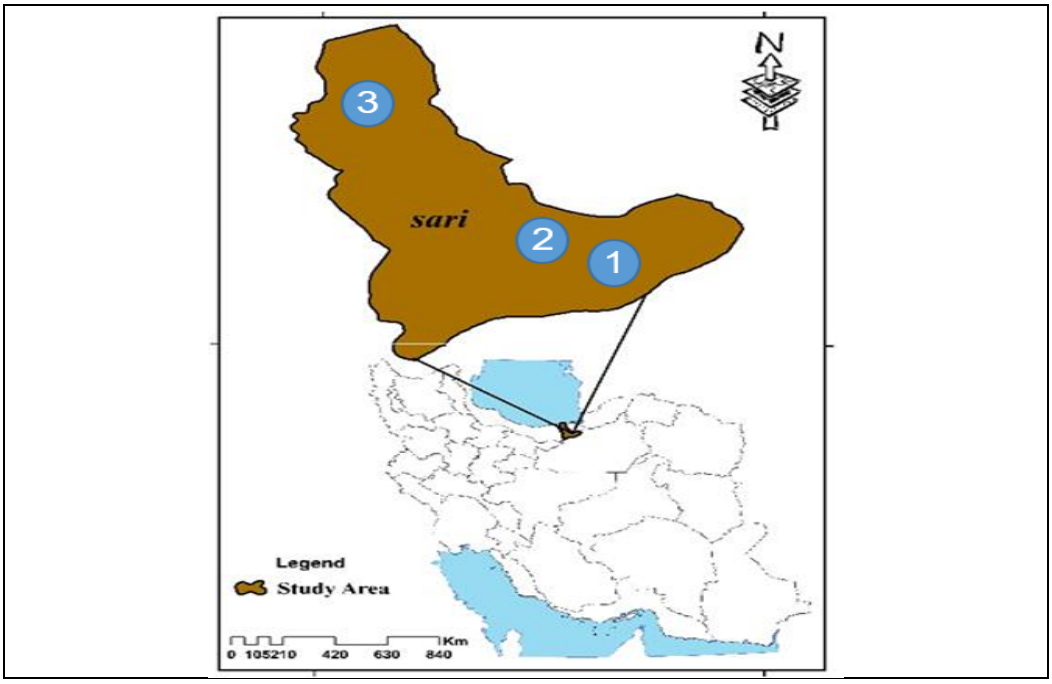
رویشگاه اول: روستای ازنی در ۱۵ کیلومتری شهرستان کیاسر با ارتفاع ۱۰۳۵متر از سطح دریا و طول جغرافیایی ۵۳ درجه ٢٤ دقیقه و عرض جغرافیایی آن ۳٦ درجه ١٤ دقیقه.

رویشگاه دوم: روستای کسوت ۳۵ کیلومتری شهر ساری در مسیر جاده ساری کیاسر، دارای ارتفاع ٤٨١ متر از سطح دریا، طول جغرافیایی ۵۳ درجه ۱۸ دقیقه و عرض جغرافیایی ۳٦ درجه ۲۱ دقیقه می‌باشد.

رویشگاه سوم حومه شهر ساری با ارتفاع ٥٦ متر از سطح دریا، طول جغرافیایی ۵۳ درجه ٤ دقیقه و عرض جغرافیایی ۳٦ درجه ۳۱ دقیقه. نحوه پراکنش گیاه بنفشه معطر در سه رویشگاه مذکور در شکل ۱ آوره شده است.

شاخص‌های مورد مطالعه

صفات مورفولوژیکی: شامل تعداد و طول برگ، طول‌ساقه گلدهنده و ریشه توسط خطکش در رویشگاه طبیعی آن‌ها اندازه گیری شد. جهت اندازه‌گیری ریشه ابتدا بوته با تمام خاک اطراف آن توسط بیل از خاک خارج و سپس ضمن رعایت احتیاط کامل خاک روی ریشه جدا شده و طول ریشه با خطکش اندازه‌گیری شد.



شکل ۱- پراکنش گیاه بنفشه معطر درسه رویشگاه طبیعی بخش مرکزی استان مازندران (۱: رویشگاه اول- روستای ازنی؛ ۲: رویشگاه دوم روستای کسوت و ۳: رویشگاه سوم- حومه شهر ساری)

ظرفیت آنتی‌اکسیدانی: جهت اندازه‌گیری فعالیت آنتی-اکسیدانی کل، از رادیکال پایدار دی فنیل پیکریل هیدرازیل یا DPPH استفاده شد. به مقدار و غلظت مشخصی از عصاره متانولی، DPPH اضافه کرده و بعد از آماده شدن لوله‌ها به مدت ۱۵ دقیقه در محیط تاریک قرار داده و در نهایت جذب ترکیب فوق‌الذکردر طول موج ۵۱۷ نانومتر توسط اسپکتروفتومتر مدل (UV-1800 PC) خوانده شد (ابراهیم زاده و همکاران، ۲۰۱۰).

فنل کل: اندازه‌گیری فنل کل به روش فولین سیوکالتیو انجام شد. بدین منظور ابتدا ۲۰ میکرولیتر از عصاره متانولی (۰/۵ گرم در ۵ میلی‌لیتر متانول ۸۰ درصد) با۱۰۰ میکرولیتر فولین سیوکالتیو و ۱/۱۶ میلی‌لیتر آب مقطر مخلوط شده و پس از ۵ الی ۸ دقیقه استراحت، ۳۰۰ میکرولیتر کربنات سدیم یک مولار به آن افزوده شد. محلول فوق به مدت ۳۰ دقیقه در تاریکی و حمام بخار ۴۰ درجه سانتی‌گراد قرار گرفت. در نهایت میزان جذب نمونه‌ها در طول موج ۷۶۵ نانومتر قرائت شدند. در نمونه شاهد نیز به جای عصاره، از متانول ۸۰ درصد استفاده شد (اسلینکارد و سینگلتون، ۱۹۷۷).

فلاونوئید کل: سنجش فلاونوئید کل به روش آلومینیوم کلراید انجام شد. ابتدا ۰/۵ میلی‌لیتر از عصاره متانولی تهیه شده با ۱/۵ میلی‌لیتر متانول، ۰/۱ میلی‌لیتر آلومینیوم کلرید ۱۰ درصد در اتانول، ۰/۱ میلی‌لیتر استات پتاسیم یک مولار و ۲/۸ میلیلیتر آب مقطر مخلوط شد. در نمونه شاهد به جای عصاره متانولی، از متانول خالص استفاده شد. مخلوط نیم ساعت در تاریکی قرار داده شد. سپس بلافاصله در طول موج ۴۱۵ نانومتر عدد جذب قرائت شد(چنگیت و همکاران، ۲۰۰۹).

واکاوی آماری

برای تجزیه داده‌ها از نرم‌افزار SAS ، مقایسه میانگین‌ها داده ها بر اساس آزمون چند دامنه ای دانکن از نرم افزار MSTAT-C و همچنین برای ثبت داده ها و رسم نمودارها از نرم افزار EXCEL استفاده شد.

نتایج و بحث

صفات مورفولوژیکی: نتایج تجزیه واریانس نشان داد اثر مناطق برداشت بر صفت طول برگ در سطح پنج درصد معنی‌دار شده است (جدول۱). بیشترین طول برگ را گیاهان منطقه ساری و کسوت داشتند و کمترین طول‌برگ را گیاهان منطقه ازنی داشته است (نمودار۱). همچنین صفات طول‌ریشه، تعدادبرگ، طول ساقه گل دهنده، در سطح یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۱)؛ به طوری که بیشترین طول ریشه را گیاهان منطقه کسوت و ازنی و کمترین طول‌ریشه را گیاهان منطقه ساری داشتند. این درحالی است بیشترین طول ساقه گل‌دهنده را گیاهان منطقه ساری و کسوت دارا بودند (نمودار۱). بیشترین تعداد برگ گیاهان منطقه ساری داشته است (نمودار۲). استفاده از خصوصیات مورفولوژیکی یکی از روش‌های قدیمی برای طبقه بندی و ارزیابی تنوع گیاه محسوب می‌شود که همچنان کاربرد وسیعی در مطلعات دارد (رستم‌کیا و همکاران، ۲۰۰۹). پراکنش یک گونه در مناطق مختلف جغرافیایی و ارتفاعی، سبب ایجاد تنوع در خصوصیات مورفولوژیک و فیزیولوژیک آن می‌شود (جونز و ویلکینز، ۱۹۷۱)؛ که این اختلاف می‌تواند از طریق اثر عوامل محیطی منجر به تنوع جمعیت‌های اغلب گونه‌ها گردد (بارنز وهان، ۱۹۹۳). نتایج حاضر بر اساس صفات مورفولوژیکی نشان می‌دهد از بین مناطق مورد بررسی جمعیت گیاهان منطقه ساری با ارتفاع ۵۶ متر از سطح دریا بیشترین طول برگ، تعداد برگ، طول ساقه گلدهنده و کمترین میزان طول ریشه را به خود اختصاص داده است و در جمعیت گیاهان منطقه ازنی با ارتفاع ۱۰۳۵ متر از سطح دریا کمترین طول برگ، تعداد برگ، طول ساقه گلدهنده و بیشترین طول ریشه مشاهده شده است. در مناطق با ارتفاع کم مانند ساری، به‌دلیل عدم محدودیت تکامل خاک و نیز در دسترس بودن مواد غذایی در آن، به‌نظر می‌رسد ریشه‌ها با صرف انرژی کمتر، از نظر طولی، در عمق کمتری از خاک نفوذ کرده و اغلب به‌صورت سطحی گسترش یافته‌اند که پیامد آن، جذب آب و عناصر غذایی بیشتر توسط حجم بیشتر ریشه بوده و در نتیجه شرایط مناسب برای رشد و نمو اندام‌های هوایی مانند ابعاد و تعداد برگ و نیز طول ساقه گل‌دهنده، فراهم می‌گردد. عکس این شرایط برای منطقه ازنی قابل توجیه است؛ به‌طوری که در ارتفاعات بالا، به‌دلیل سرما و نیز محدودیت تکامل خاک می-تواند منجر به کمبود عناصر غذایی در واحد سطح در خاک با گیاهان رویش یافته گردد. در این حالت، ریشه گیاهان جهت دسترسی بیشتر به مواد غذایی، با صرف انرژی بیشتر، رشد عمقی را انجام خواهند داد تا به لایه‌هایی با عناصر غذایی کافی دسترسی پیدا کنند. در چنین وضعیتی که به به‌نظر می‌رسد نوعی تنش برای گیاه محسوب می‌شود، احتمال کاهش ابعاد و طول برگ و نیز طول ساقه

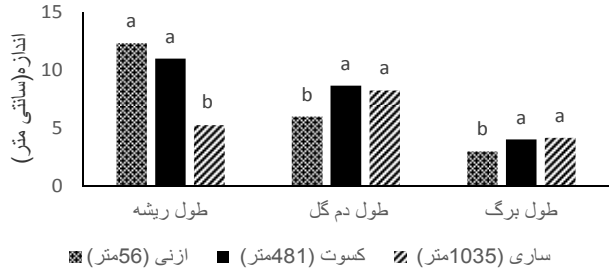
گل‌دهنده وجود دارد. از این گذشته، عرض جغرافیایی، جهت رویشگاه، میزان شیب رویشگاه، نوع خاک هر رویشگاه از نظر نوع بافت و ترکیبات غذایی موجود در آن، رطوبت، اسیدیته خاک (pH) و هدایت الکتریکی خاک (EC) در میزان رشد و ویژگی‌های ظاهری و عملکردی گیاهان نقش دارند (اکبرلو و همکاران، ۱۳۹۱؛ Abebe et al., 2010). همچنین با افزایش ارتفاع از سطح دریا میزان دمای هوا کاهش می‌یابد بنابراین با کاهش دما دوره های رشد کوتاه تر شده و با کاهش رشد رویشی گیاهان مناطق سردتر در نهایت با ایجاد تراکم بیشتر منجر به تحمل به سرما نیز می شود. امید بیگی و همکاران (امید بیگی، ۲۰۰۰) گزارش کردند دمای پایین باعث کاهش خصوصیات رویشی و مورفولوژیک گیاهان می‌شود که تایید کننده نتایج حاصل از این پژوهش می‌باشد. همچنین به دلیل نیاز نوری بالای گیاهان و تحت تاثیر نور UV در ارتفاعات باعث آسیب پذیر شدن آنها می‌شود که یکی دیگراز عوامل کاهش صفات مورفولوژیکی در ارتفاعات می‌باشد (نسیبی و همکاران، ۲۰۰۳). طی پژوهشی بر روی شش جمعیت ازدو گونه ***Nepeta crassifolia*** و ***Nepeta nuda*** در دو استان اردبیل و آذربایجان شرقی، مشخص شده که با افزایش ارتفاع از سطح دریا میزان ارتفاع بوته، طول و عرض برگ و طول گلازین در دو گونه مورد بررسی کاهش یافتند (نریمانی و همکاران، ۱۳۹۶). نجار فیروزجایی و همکاران (۱۳۹۳) بیان کردند در گیاه گزنه طول و عرض برگ ارتفاع گیاه با افزایش ارتفاع از سطح دریا کاهش پیدا کرده است. که با نتایج این پژوهش همسو می‌باشد.

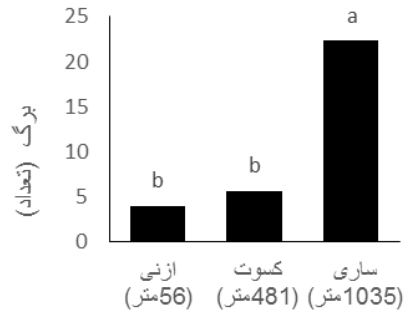
جدول۱- اثر مناطق برداشت نمونه بر صفات مورد ارزیابی

	df	طول برگ (سانتیمتر)	طول ریشه (سانتیمتر)	تعداد برگ	طول‌ساقه گلدهنده (سانتیمتر)	آنتی‌اکسیدان کل برگ (درصد مهار رادیکال‌های آزاد)
منطقه	۲	۱/۱۹٤*	٤۲/۲۹۳**	۳۰۸/۳**	٦/۲۰٤**	۱۷٤۳٦/٦*
خطا	٦	۰/۱۱۱	۱/۱۸۲	۳/۸۸	۰/۲۱٥	۳۱٤/۲٥
cv%		۸/۹٥	۱۱/٤	۱۸/٤۸	٦/۳۷	٦/۳۸

	df	فنل برگ (میلی گرم گالیک اسید در هر گرم ماده خشک)	فنل ریشه (میلی گرم گالیک اسید در هر گرم ماده خشک)	فنل گل (میلی گرم گالیک اسید در هر گرم ماده خشک)	فلاونوئید برگ (میلی گرم کوئرستین در هر گرم ماده خشک)	فلاونوئید ریشه (میلی گرم کوئرستین در هر گرم ماده خشک)	فلاونوئید گل (میلی گرم کوئرستین در هر گرم ماده خشک)
منطقه	۲	۱٤۲/۲**	۳٤/۳**	٥۲/۲**	۸۳/٤۸۸ns	٤۸۸۸/۱**	۳۱٤۳۹۲/۳**
خطا	٦	۳/۲	۰/۸٥	۲/۱	۳۳٦٦٦	۱٦/۳	۲٦۹۸/۳
cv%		۱٤	۲۱	۱۰	۱۰/۹	۲/۷	۲/۹

ns، * و **: به ترتیب بیانگر عدم وجود اختلاف معنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال ٥٪ و ۱٪.





نمودار۱: میانگین طول برگ، دم‌گل و ریشه در سه منطقه برداشت نمودار۲: میانگین تعدادبرگ در سه منطقه برداشت

جدول۲- اثر مناطق برداشت بر میانگین صفات فیتوشیمیایی مورد ارزیابی بر گیاه بنفشه معطر

	فنل برگ (میلی گرم گالیک اسید در هر گرم ماده خشک)	فنل ریشه (میلی گرم گالیک اسید در هر گرم ماده خشک)	فنل گل (میلی گرم گالیک اسید در هر گرم ماده خشک)	فلاونوئید برگ (میلی گرم کوئرستین در هر گرم ماده خشک)	فلاونوئید ریشه (میلی گرم کوئرستین در هر گرم ماده خشک)	فلاونوئید گل (میلی گرم کوئرستین در هر گرم ماده خشک)	آنتی‌اکسیدان برگ (درصد مهار رادیکال-های آزاد)
ساری (٥٦)	^{b}۷/۳۷	^{b}۲/۷٤	^{b}۱۱	^{a}۱٥۳۷	^{a}۱۹٥/۳	^{b}۱۳۹۳	^{b}٥۰/٤۰۹
کسوت (٤۸۱)	^{b}۸/۹٤	^{b}۱/۹٤	^{b}۱۲	^{a}۱٦۳۰	^{b}۱۲٥	^{a}۱۹۳۷	^{c}۳۰/٤۷۷
ازنی (۱۰۳٥)	^{a}۲۰	^{a}۸/۱٦	^{a}۱۸	^{a}۱۸٥۳	^{b}۱۲٥/۸	^{a}۱۹۷۰	^{a}٦۲/٤٦۲

حروف غیر مشترک به معنی اختلاف معنا دار در سطح یک درصد است

از آنجا که ضریب تغییرات (CV) واحد ویژه‌ای ندارد، جهت اندازه‌گیری تنوع صفت‌ها، معیار مناسبی محسوب می‌شود به نحوی که ضریب تغییرات بیشتر بیانگر تنوع فنوتیپی بیشتر است. صفاتی که دارای CV بالایی هستند محدوده وسیع‌تری از کمیت صفت را دارا هستند که دامنه انتخاب وسیع‌تری برای آن صفت محسوب می‌شود (اسماعیل‌پور و همکاران، ۱۳۹۳). در بین ژنوتیپ‌های مربوط به سه رویشگاه مورد بررسی، صفت تعداد برگ و طول ریشه به ترتیب با مقادیر ۱۸/٤۸ و ۱۱/٤۰ درصد دارای بیشترین تنوع بودند. بخش عمده‌ای از تنوع فنوتیپی می‌تواند ناشی از اثر محیط روی صفات و به‌ویژه روی صفات پلی‌ژنیک باشد. بنابراین کوچک بودن ضرایب تنوع فنوتیپی برای صفات طول ساقه گل-دهنده و طول برگ حاکی از آن است که اثرات ژنتیکی برای این صفات بیشتر از اثرات محیطی است. در پژوهشی روی ۱۹۳ ژنوتیپ از گونه‌ای بنفشه (*V. suavis*)، بیشترین ضریب تغییرات در ۱۲ صفت رویشی مورد بررسی مشاهده گردید (Mereda ta al., 2011).

میزان فنل، فلاونوئید و آنتی‌اکسیدان اندام‌های مختلف: اثر مناطق برداشت بر فنل برگ، فنل ریشه، فنل گل، فلاونوئید ریشه، فلاونوئید گل، آنتی‌اکسیدان برگ در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد؛ در حالی که اثر مناطق برداشت بر میزان فلاونوئید برگ در سطح احتمال یک و پنج درصد معنی‌دار نشد (جدول۱). میزان فنل برگ، ریشه و گل گیاه منطقه ازنی به طور معنی‌داری نسبت به گیاهان دو منطقه دیگر به طور معنی داری در بالاترین سطح بوده است (جدول۲). میزان فلاونوئید ریشه نمونه‌های منطقه ساری بیشتر از دو منطقه دیگر بوده است این درحالی است که میزان فلاونوئید گل این منطقه نسبت به دو منطقه دیگر در کمترین میزان بوده است (جدول۲). بیشترین میزان آنتی‌اکسیدان در برگ منطقه ازنی و کمترین میزان آن در برگ منطقه کسوت مشاهده شده است که به طور معنی داری از هم اختلاف دارند (جدول۲).

براساس نتایج واریانس اثرمتقابل مناطق برداشت و اندام گیاهی بر میزان فنل و فلاونوئید کل اندام ها در سطح احتمال یک درصد معنی دار بوده است (جدول۳). بیشترین میزان فنل مربوط به برگ وگل منطق ازنی می‌باشد که به طور معنی‌داری از ریشه منطقه ازنی و تمام اندام‌های سایر مناطق بیشتر بوده است. همچنین کمترین میزان فنل در ریشه گیاهان منطقه کسوت و ساری بوده است (نمودار۳). بیشترین میزان فلاونوئیدکل در گل گیاهان منطقه ازنی و گل و برگ گیاهان منطقه کسوت بوده است که به طور معنی داری از سایر اندام‌ها بیشتر بوده است این در حالی می‌باشد که کمترین میزان فلاونوئید در ریشه‌های گیاه سه منطقه مشاهده شده است (نمودار ۳). براساس نتایج میزان فنل موجود در برگ، گل و ریشه گیاه منطقه ازنی بیشتر از میزان فنل همان اندام سایر مناطق بوده است.

ارتفاع از سطح دریا، درجه حرارت، رطوبت، شدت نور و طول دوره روشنایی از عوامل مهم تأثیرگذار در متابولیسم و تجمع متابولیت‌های ثانویه در گیاهان دارویی و معطر هستند (زیدورن و همکاران، ۲۰۰۱). تفاوت‌های محیطی از قبیل ارتفاع از سطح دریا، درجه حرارت، نور، میزان بارندگی، رطوبت و شرایط ادافیکی، در مکان‌های تولیدی مختلف (از نظر جغرافیایی)، در شکل‌گیری تفاوت در محتوای ماده موثره و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی در انواع گیاهان دارویی نقش بسزائی دارند (وانگ و همکاران، ۲۰۱٤؛ لیو و همکاران، ۲۰۱۵). در این بین، تغییر در ارتفاع از سطح دریا به نوعی برخی عوامل اکولوژیکی دیگر مانند درجه حرارت، رطوبت و شدت نور را تحت تاثیر قرار می‌دهد. پژوهش‌های مختلف نشان داده که با افزایش ارتفاع از سطح دریا، میزان فنل کل و فلاونوئید کل افزایش پیدا می‌کند. در پژوهشی سبورا و همکاران (۲۰۱۳) با بررسی اثر افزایش ارتفاع از سطح دریا بر میزان فنل، فلاونوئید کل و بررسی خاصیت آنتی‌اکسیدانی عصاره ساقه و برگ شش گونه میخک وحشی ایران دریافتند تفاوت شرایط منطقه مانند تغییرات اقلیمی، ارتفاع و تغییر خزانه ژنتیکی در سطح جنس تاثیر معنی‌داری بر میزان ترکیبات فنلی، فلاونوئید و آنتی‌اکسیدانی گیاهان دارد. نجار فیروزجایی و همکاران (۱۳۹۳) طی پژوهشی اثر ارتفاع بر خصوصیات مورفولوژیک و فیتوشیمیایی گیاه گزنه در استان‌های گلستان و مازندران را بررسی کردند و بیان داشتند با افزایش ارتفاع میزان ترکیبات فنل و فلاونوئیدی افزایش می‌یابد. نریمانی و همکاران (نریمانی، ۱۳۹٦) بیان داشتند با افزایش ارتفاع از سطح دریا میزان ترکیبات فنلی افزایش می‌یابد که با نتایج حاصل از این پژوهش در تاثیر ارتفاع بر متابولیت ثانویه همسو می‌باشد. ترکیبات فنلی و فلاونوئیدی از مسیر بیوسنتزی شیکیمیک اسید در گیاهان عالی تولید می‌شوند. آنزیم کلیدی که در تبدیل اسیدآمینه آروماتیک فنیل‌آلانین به اولین ترکیب فنیل پروپانوئیدی یعنی سینامیک اسید نقش دارد، آنزیم فنیل‌آلانین آمونیالیاز (PAL) می‌باشد. این آنزیم در گیاهان رویش یافته در مناطق با ارتفاع از سطح دریا بیشتر، مانند ازنی، که از درجه حرارت پایین محیطی نیز برخوردار می‌باشند، میزان فعالیت بیشتری را دارا می‌باشد که نتیجه آن تولید بیشتر ترکیبات فنلی و فلاونوئیدی در گیاهان می‌باشد (لیو و همکاران، ۲۰۱٦). همچنین یکی از کارکردهای مهم و اصلی ترکیبات فنلی و فلانوئیدی در گیاهان، محافظت از اندام‌های مختلف در برابر اشعه زیان‌بار UV-B می‌باشد. به عبارت دیگر، در مناطق با ارتفاع از سطح دریا بالاتر، به دلیل بالا بودن میزان اشعه UV-B در نور تابشی به گیاهان منطقه، مانند ازنی، عامل محیطی جهت تشدید بیان ژن‌های تولید کننده متابولیت‌های ثانویه موثر در محافظت از گیاهان مانند ترکیبات فنلی و فلاونوئیدی سیگنال لازم را به گیاهان دارویی می‌دهد و گیاهان این ترکیبات را به عنوان مکانیسم دفاعی از خود، سنتز، استفاده و ذخیره می‌نمایند (جاکولا و هوهتولا، ۲۰۱۰).

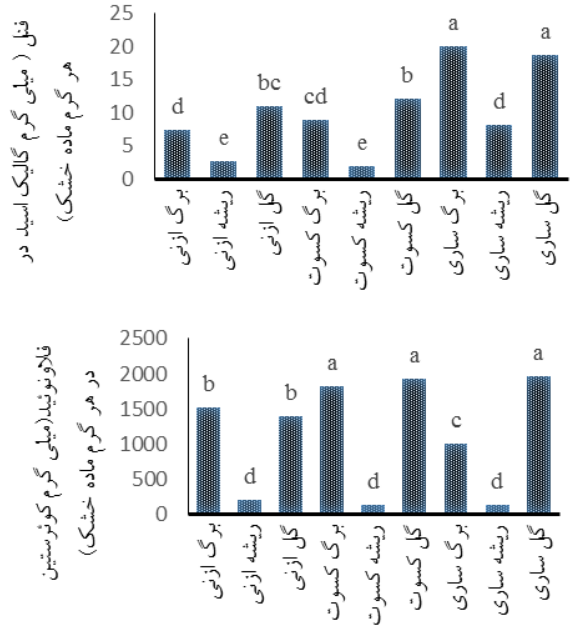
یکی از عوامل تاثیرگذار دیگر بر روی میزان متابولیت ثانویه، نوع اندام گیاهی می‌باشد؛ به طوری که میزان متابولیت ثانویه در اندام‌های مختلف با یکدیگر فرق دارد. بررسی اندام‌های مختلف نشان داد میزان فنل و فلاونوئید موجود در ریشه گیاه در هر سه

منطقه کمتر از میزان فنل و فلاونوئید موجود در برگ و گل بوده است. سلول‌های ریشه از نظر آناتومیکی با سلول‌های سایر اندام-های گیاه مانند برگ، گل و ساقه دارای تفاوت‌هایی می‌باشد که وجود نوار کاسپاری در لایه آندودرم یکی از مهمترین آنهاست. این لایه با توجه به کارکردش که به‌نوعی محافظتی محسوب می‌شود و از عبور غیرفعال موادی مانند آب و محلول‌های معدنی به درون جریان آوندهای چوب و آبکش جلوگیری می‌نماید، از نظر ترکیب-های سازنده دارای مواد فنلی و اسیدهای چرب غیراشباع می‌باشد؛ در نتیجه این وضعیت ساختاری، امکان ساخت و ذخیره‌سازی نسبت به سایر اندام‌ها را در ریشه کاهش می‌دهد. از این گذشته، سلول‌های ریشه به‌دلیل قرار داشتن در خاک و زمین‌گرا بودن این اندام نسبت به سلول‌های اندام‌های هوایی گیاه که نورگرا هستند، در معرض نور زیان‌بار UB-B قرار ندارند؛ بنابراین تنش کمتری به آنها نسبت به سایر اندام‌ها، وارد می‌شود و در نتیجه ترکیبات فنلی و فلاونوئیدی کمتری در آنها تولید و انباشت می‌گردد (کوماری و همکاران، ۲۰۰۹؛ بک، ۲۰۱۰). در گیاهان منطقه ازنی و کسوت میزان فنول سه اندام مختلف با یکدیگر داری تفاوت معنی‌داری است به طوری که میزان فنول موجود در برگ بیشتر از سایر اندام‌ها بوده است. مهرپور و همکاران (مهرپور، ۱۳۹۵) در طی تحقیقی که بر روی ترکیبات فیتوشیمیایی و آنتی‌اکسیدانی اندام‌های مختلف گیاه دارویی آنغوزه در رویشگاه مختلف انجام دادند بیان کردند بیشترین میزان فنول و فلاونوئید کل به ترتیب در عصاره برگ و ریشه گیاه در استان سمنان بوده است و فعالیت آنتی‌اکسیدانی در ریشه خرسان و ساقه سمنان مشاهده شد. در پژوهش دیگر میزان فنل و فلاونوئید اندام‌های مختلف گیاه شابیزک (*Atropa belladonna*) در سه رویشگاه مختلف انجام دادند بیان کردند بیشترین میزان فنول در برگ گیاه و کمترین میزان آن در ساقه این گیاه مشاهده شد (خترنمینی و مازندرانی، ۲۰۱۱). زووکو و همکاران (۲۰۱۰) بیان کردند برگ گیاه زرشک نسبت به سایر اندام-ها بیشترین میزان فنول و فلاونوئید را دارا می‌باشد. همچنین در پژوهشی توسط زینلی و همکاران (زینالی و همکاران، ۲۰۱٤) بر روی گیاه باریجه انجام شد؛ نتایج نشان داد بیشترین میزان فنل کل در ریشه گیاه مشاهده شد و کمترین میزان آن در برگ این گیاه مشاهده شد که دلیل آن می‌تواند اندام نهایی جهت استفاده باشد که تخصصی شده است. در پژوهش حاضر، میزان آنتی‌اکسیدان منطقه ازنی نسبت به سایر مناطق بالاتر بود. بالا بودن ظرفیت آنتی-اکسیدانی یک اندام ارتباط مستقیم با میزان ترکیبات فنلی و فلانوئیدی آن اندام دارد که در منطقه ازنی این شرایط وجود دارد (لیو و همکاران، ۲۰۱۵). در بررسی بر روی میزان متابولیت‌های ثانویه و همچنین فعالیت آنتی‌اکسیدانی اندام هوایی گیاه مرزه سهندی (*Satureja sahendica* Bornm.) انجام شد نتایج حاکی از آن بود اندام مورد استفاده و عوامل اکولوژیکی نقش انکار ناپذیری در میزان متابولیت ثانویه گیاه دارد (طباطبای ایراسی و همکاران، ۲۰۰۷). نتایج پژوهش‌های مختلف و نتایج این پژوهش نشان می‌دهد اندام مورد استفاده تاثیر قابل توجهی بر میزان متابولیت ثانویه دارد و میزان متابولیت ثانویه در اندام‌ها با توجه به نوع گیاه متفاوت است.

جدول۳- اثر متقابل مناطق برداشت و اندام گیاهی بر صفات مورد ارزیابی بر گیاه بنفشه معطر

	df	فنل کل اندام ها	فلاونوئید کل اندام ها
منطقه	۲	۲۰٦/٤٧**	۲۰۰۷۱٦/۹۸**
اندام	۲	۲۳۸/۳۳**	٦٦۱۲۰۰٦**
منطقه*اندام	٤	۱۱/۱۸**	۳۱۹۰۳۰/۸۱**
خطا	۱۸	۲/۰۷	۱۱۹۵۰/۹٤
cv%		۱٤/۲۱	۹/۷۵

ns، * و **: به ترتیب بیانگر عدم وجود اختلاف معنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪



نمودار۳ – اثرمتقابل مناطق برداشت و اندام گیاهی بر میزان فلاونوئید و فنل کل اندام‌های مختلف گیاه بنفشه معطر در سه منطقه برداشت (ستون‌های با حروف مشترک در هر ستون دارای اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال $P<0.01$ نمی‌باشند

نتیجه گیری

صفات مورفولوژیک و فیتوشیمیای اندام‌های مختلف گیاه بنفشه معطر تحت تاثیر ارتفاع منطقه، نتایج متفاوتی نشان داد. بطوریکه بنفشه های معطر روییده شده در کمترین ارتفاع برخلاف تعداد زیادی از گیاهان دارویی نه تنها کاهش صفات مرفولوژیکی را نشان ندادند بلکه درمنطقه ساری با کمترین ارتفاع از سطح دریا بیشترین طول برگ، تعداد برگ، طول ساقه گلدهنده مشاهده گردید. همچنین نتایج حاصل از اثرمتقابل مناطق برداشت و اندام گیاهی نشان داد بیشترین میزان فنل در نمونه‌های برگ و گل ازنی و بیشترین میزان فلاونوئید در گل نمونه‌های ازنی و گل و برگ نمونه‌های کسوت بود. برخلاف اندامها هوایی گیاه، ریشه گیاهان هر سه منطقه ، کمترین میزان فنل و فلاونوئید را نشان دادند. با توجه به دارا بودن مواد با ارزش دارویی در گیاه بنفشه معطر ، و شرایط مناسب کشت و کار آن در شمال کشور، نتایج حاصل از این تحقیق می تواند در تعیین مناسبترین ارتفاع جهت تولید حداکثر مواد موثره در مسیرتولید وسیع و تجاری سازی کشت گیاه در منطقه کمک نماید.

سپاسگزاری

این طرح به شماره ۰۸-۱۳۹۸-۰۱ با جمایت معاونت پژوهش و فناوری دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری در پژوهشکده فناوری های زیستی گیاهان دارویی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری انجام شده، که بدینوسیله مراتب قدردانی ابراز می گردد.

منابع

اکبرلو، م.، شیدایی کرکج، ا.، و س.م. احسانی. ۱۳۹۱. تأثیر شدت چرا بر زیست‌توده اندام‌های هوایی و زیرزمینی و ویژگی‌های ساختاری سه گونه مهم گندم در علفزار کوهستان. مجله. نشریه مرتع: ٦ (۳): ۱۸٦-۱۹۷.

رستمی کیا، ی.، م. فتاحی و ع.ا. ایمانی. ۱۳۸۸. بررسی تنوع ژنتیکی جمعیت‌های بنه با استفاده از صفات مورفولوژیک برگ و میوه، تحقیقات ژنتیک و اصلاح گیاهان مرتعی و جنگلی ایران، . ۲۱٤ -۲.

مهرپور، م، ب. کاشفی. و م. مقدم.۱۳۹۵. بررسی ترکیبات فیتوشیمیایی و آنتی اکسیدانی اندامهای مختلف گیاه دارویی Ferula assa foetida L .در دو رویشگاه طبیعی استانهای سمنان و خراسان. فصلنامه اکوفیتوشیمی گیاهان دارویی: ۱۳(٤):٦٨-٥٦.

نجار فیروزجایی، م.، خ. همتی.، س. خراسانی نژاد.، ا. دارائی گرمه‌خانی. و ا. باقری‌فرد. ۱۳۹۳. اثر ارتفاع بر خصوصیات مورفولوژیکی و بیوشیمیایی برگ گیاه گزنه (*Urtica dioica* L.) در استان‌های مازندران و گلستان. نشریه پژوهش‌های اکوفیزیولوژیکی گیاهی ایران. ۹ (۳): ۱-۱۱.

نریمانی، ر.، م. مقدم.، ع. قاسمی پیربلوطی. و د. شکوهی. ۱۳۹٦. بررسی تنوع موفولوژیکی، محتوی فنل و فعالیت آنتی‌اکسیدانی جمعیت‌های مختلف گونه‌های *Nepeta nuda* و *Nepeta crassifolia* در رویشگاه‌های استان اردبیل و آذربایجان. فصلنامه اکوفیتوشیمی گیاهان دارویی. ۵ (۱۹): ۱۳-۲۲.

اخباری، م.، آقا جانی، ز.، کریمی، ا. و مازوچی، ا. ۱۳۹٤. بررسی ترکیبات شیمیایی اسانس و فعالیت آنتی اکسیدانی و آنتی میکروبی ترکیبات روغنی *گیاه Mentha longifolia*. مجله تازه های بیوتکنولوژی سلولی و مولکولی. ٦ (۲۱) :۵۹-٦٦.

Abdelhady, M.I.S., A. Abdel. and L. Beerhues. 2011. Total Phenolic Content and Antioxidant Activity of Standardized Extracts from Leaves and Cell Cultures of Three Callistemon Species. American Journal of Plant Sciences.; 2(6): 847-850.

Abebe, T.D., Bauer, A.M., and J. Léon. 2010. Morphological diversity of Ethiopian barleys (*Hordeum vulgare* L.) in relation to geographic regions and altitudes. Hereditas; 147(4): 154–164.

Ansari, M., K.H. Rafiee., N. Yasa., S. Vardasbi, S.M. Naimi. and A. Nowrouzi. 2010. Measurement of melatonin in alcoholic and hot water extracts of *Tanacetum parthenium*, Tripleurospermum disciforme and *Viola odorata*. DARU Journal of Pharmaceutical Sciences; 18(3): 173-178

Barekat, T., M. Otroshy., B. Samsam-Zadeh., A. Sadrarhami. and A. Mokhtari. 2013. A novel approach for breaking seed dormancy and germination in *Viola odorata* (A medicinal plant). J Nov Appl Sci; 2(10): 513-516.

Barnes, B., and F. Han, 1993. Phenotypic variation of Chinese aspens and their relationships to similar taxa in Europe and North America, Canadian Journal of Botany, 71: 799-815.

Batra, P. and A.K. Sharma.2013. Anti-cancer potential of flavonoids: recent trends and future perspectives. Biotech; 3(6): 439-459.

Beck, C.B. 2010. An introduction to plant structure and development: plant anatomy for the twenty-first century. Cambridge University Press. 458 p.

Chang, C., M. Yang., H. Wen, and J. Chern. 2002. Estimation of total flavonoid content in propolis by two complementary colorimetric methods. Journal of Food Drug Anal, 10: 178-182

Ebrahimzadeh, M.A., F. Pourmorad. and S. Hafezi. 2008. Antioxidant activities of Iranian corn silk. Turk J Biol; 32(1): 43-49.

Ebrahimzadeh, M.A., S.F. Nabavi., S.M. Nabavi. and B. Eslami. 2010. Antihemolytic and antioxidant activities of *Allium paradoxum*. Central European Journal of Biology. 5: 338-345.

Einbod, L.S., K.A. Reynertson., X.D. Luo., M.J. Basile. and E.J. Kennelly. 2004. Anthocyanin antioxidant from edible fruits. Food Chemistry. 84(1): 23-28.

Erdogan Orhan, I., Senol, F. S., Aslan Erdem, S., Tatli, I. I., Kartal, M., & Alp, S. 2015. Tyrosinase and Cholinesterase Inhibitory Potential and Flavonoid Characterization of *Viola odorata* L. (Sweet Violet). Phytotherapy Research, 29(9): 1304–1310.

Gerlach, S.L., R. Rathinakumar., G. Chakravarty., U. Göransson., W.C. Wimley.and S.P. Darwin. 2010. Anticancer and chemosensitizing abilities of cycloviolacin O2 from Viola odorata and psyle cyclotides from Psychotria leptothyrsa. Biopolymers; 94(5): 617-625.

Intekhab, J. and M. Aslam. 2009. Isolation of a flavonoid from the roots of *Citrus sinesis*. Malaysian J. Pharm. Sci. 7:1-8.

Jaakola, L. and A. Hohtola. 2010. Effect of latitude on flavonoid biosynthesis in plants. Plant, Cell & Environment, 33: 1239-1247.

Jones, D.A., and D.A.Wilkins. 1971. Variation and adaptation in plant species, 1st Ed, Heinemann Educational Books, London, 184 pp

Khatir nameni, M., and M. Mazandarani. 2011. Of total flavonoids and phenolicdifferent organs of medicinal plant Deadly nights' hade (*Atropa belladonna* L.) in the jungle province Tvskstan. National Conference on Medicinal Plants, 2: 2-7.

Kumari, R., Singh, S. and S.B. Agrawal. 2009. Effects of supplemental ultraviolet-B radiation on growth and physiology of *Acorus calamus* L. (sweet flag). Acta Biologica Cracoviensia Series Botanica, 51: 19–27.

Lindholm, P., U. Goransson., S. Johansson., P. Claeson., J. Gullbo., R. Larsson., L. Bohlin.and Lindholm, P., U. Goransson., S. Johansson., P. Claeson., J. Gullbo., R. Larsson., L. Bohlin and A. Backlund. 2002. Cyclotides: a novel type of cytotoxic agents, Mol Cancer Ther. 1(6) 365-9.

Liu, W., Liu, J., Yin, D. & Zhao, X. 2015. Influence of ecological factors on the production of active substances in the anti-cancer plant *Sinopodophyllum hexandrum* (Royle) T.S. Ying. PLoS ONE 10, e0122981.

Liu, W., Yin, D., Li, N., Hou, X., Wang, D., Li, D., and Liu, J. 2016. Influence of environmental factors on the active substance production and antioxidant activity in *Potentilla fruticosa* L. and its quality assessment. Scientific Reports, 6(1). doi:10.1038/srep28591.

Marcussen, T. 2003. Evolution, phylogeography, and taxonomy within the *Viola alba* complex (Violaceae). Plant Systematics and Evolution, 237(1-2): 51–74.

Mereďa, P., Hodálová, I., Kučera, J., Zozomová-Lihová, J., Letz, D. R., and M. Slovák. 2011. Genetic and morphological variation in *Viola suavis* s.l. (Violaceae) in the western Balkan Peninsula: two endemic subspecies revealed. Systematics and Biodiversity, 9(3): 211–231.

Nasibi, F., K. Kalantari. and M. Rashidi. 2003. Investigation of change in morphological and physiological parameter induced by UV-A, UV-B and UV-C of ultraviolet radiation in colza seedling (*Brassica napus*). Research and Reconstruction, 16(3):97-103

Omidbaigi, R.2000. Approaches to production and processing of medicinal Plants. Publication Designers city. Mashhad. Volume 1. Second Edition. 281 p. (In Persian)

Omidbeigi, R. 2005. . Production and processing of medicinal plant.-plant. - BahNashr . Mashhad .VolMashhad. Vol 1. Pp: 347Saboora, A., K.H. Dadmehr. and. M. Ranjbar. 2013. Total phenolic and flavonoid contents and investigation on antioxidant properties of stem and leaf extracts in six Iranian species of wild *Dianthus* L. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 29: 281-295.

Sathishkumar, T., R. Baskar., S. Shanmugam., P. Rajasekaran. and V. Manikandan. 2008. Optimization of flavonoids extraction from the leaves of *Tabernaemontana heyneana* wall using L16 orthogonal design. Nature and Science. 6:10-21.

Shiv Shanker, G. and S.K. Navneet. 2012.The antibacterial and Phytochemical Aspects of *Viola odorata* Linn, Extracts Against Respiratory Tract Pathogens, Biological Sciences; 82(4) 567-572

Slinkard, K. and V.L. Singleton. 1977. Total phenol analysis:automation and comparison with manual methods. Amrican Journal of Enology and Viticulture. 28: 49-55.

Tian, Q.L., S.H. Liao. and L.J. Lu Ping Liu. 2006: Spectroscopic study on the interaction of Al3+ with flavonoids and BSA. Chinese J. Chem. 24:1388-1390.

Tabatabaei raisi, A., A. Khaligi. and A. Kashi. 2007. Antioxidant activity and chemical compositions of essential oil of aerial parts of Satureja sahendica Bornm. Pharmaceutical Sciences, 3: 1-6.

Wang, D. M., He, F. Y., Lv, Z. J. & Li, D. W. 2014. Phytochemical composition, antioxidant activity and HPLC fingerprinting profiles of three *Pyrola* species from different regions. PLoS ONE 9, e96329.

Yanive, Z., D. Palevitch. 1982. Effects of drought on the secondary metabolite of medicinal and aromatic plants, 1-23. In: Atal and Kapur (eds.) Cultivation and Utilization of Medicinal Plants. CSIR Jammu-Tawi, India, 877p.

Zeinali, Z., K.H. Hemmati. and M.Mazandarani. 2014. Aut ecology, ethnopharmacology, phytochemistry and antioxidant activity of *Ferula gummosa* Boiss. In different regions of Razavi Khorasan Province. Eco-phytochemical Journal of Medicinal Plants, 1: 11-22.

Zidorn, C. and Stuppner, H. 2001. Evaluation of chemosystematic characters in the genus *Leontodon* (Asteraceae). Taxon, 50: 115–133.

Zovko Koncic, M., D. Kremer. and Karlovic. 2010. Evaluation of antioxidant activities and phenolic content of *Berberis vulgaris* L. and *Berberis croatica Horvat*. Food and Chemical Toxicology, 48: 2176-21.

Evaluation of morphological, phytochemical traits and antioxidant content of Some *Viola odorata* L. ecotypes from three natural habitants of Mazandaran province

H. Moradi[1], M. Haddadinejad[2], A.R. Yavari[3], M. Mohamadi Azni[4], S.M. Mosavi[3], S.M.A. Hosseini[3]

Received: 2019-7-5 Accepted: 2020-6-30

Abstract

Viola odorata contain compounds such as peptides, flavonoids, glycosides, alkaloids, saponins and tannins, which are used in the treatment of certain diseases, including cancer. *Viola odorata* grows in the northern forests, and few research has been carried out on this plant's domestication and identification . The present study was designed to evaluate the effect of three different altitudes in Mazandaran province (sari (56m) to Azni (1035 m) above sea level) on quantitative and qualitative characteristics of *Viola odorata*. The morphological (area of leaf, leaf width, petiole length, pedicel length and root length) and biochemical (phenol content, total flavonoids, antioxidant capacity) traits studied in the region. The results showed that plants accessions from Sari with lowest altitude, had the highest leaf length, number of leaves, stem length, leaf phenol, total phenol, total flavonoid and leaf antioxidant capacity. Interaction results between region and plants organ showed, the highest rate of phenol was in the leaf and flower of Sari accessions and the most flavonoids rate were in the flower of Sari accession and the leaf and flower of Kosoot accessions. In general, accessions collected from the Sari area have a relative superiority to other areas for cultivation.

Keywords: Altitude, flavonoid, phenol, PAL enzyme, UV-B

1- Assistant Professor, Department of Horticultural Science, College of Agronomical Science, Sari University of Agriculture and Natural Science, Sari, Iran
2- Assistant Professor, Department of Horticultural Sciences, Crop Sciences College, Resesrch Institude of Medicinial Plant Biotechnologies (RIMPBio), Sari Agricultural Sciences and Natural Resources Uinersity, Sari, Iran
3- Assistant Professor, Department of Horticultural Science, College of Agrculture and Natural Resource, Hormozgan University, Bandarabbs, Iran
4- Graduated Student, Department of Horticultural Science, College of Agronomical Science, Sari University of Agriculture and Natural Science, Sari, Iran