مقاله پژوهشی

نشریه فیزیولوژی محیطی گیاهی، سال شانزدهم، شماره ۶۳، پاییز ۱۴۰۰ / صفحات: ۱۱۵-۱۰۱
Doi: 10.30495/iper.2021.686563 ***Dor: 20.1001.1.76712423.1400.16.63.8.0***

بررسی ویژگی‌های فتوسنتزی و فیتوشیمیایی برخی از اکوتیپ‌های بنفشه معطر (*Viola odorata* L.) در استان‌های مازندران و گلستان

حسین مرادی[۱*]، مهدی حدادی نژاد[۲]، علیرضا یاوری[۳]، مهدی‌محمدی ازنی[۲]، سیده مریم موسوی[۲]، سیدمحمد امین‌حسینی[۲]

[۱]گروه علوم و مهندسی باغبانی، دانشکده علوم زراعی و پژوهشکده فناوری‌های زیستی گیاهان دارویی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ایران

[۲]گروه علوم و مهندسی باغبانی، دانشکده علوم زراعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ایران

[۳]استادیار گروه علوم و مهندسی باغبانی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه هرمزگان، بندرعباس، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۷/۲۱ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۱/۱۱

چکیده

به‌منظور ارزیابی تنوع ژنتیکی با استفاده از ویژگی‌های ظاهری و فیتوشیمیایی گیاه بنفشه معطر (*Viola odorata* L.)، ۱۰ منطقه از استان‌های مازندران و گلستان بررسی شد. صفات فیتوشیمیایی نظیر میزان ترکیبات فنلی، فلاونوئیدها، ظرفیت آنتی‌اکسیدانی، کلروفیل a، کلروفیل b، کلروفیل کل و صفات ریخت شناسی از جمله طول و عرض برگ، طول دم برگ و طول ریشه ارزیابی گردید. در بررسی صفات فیتوشیمیایی ژنوتیپ‌های مناطق ساری و کسوت دارای بالاترین میزان کلروفیل b و کلروفیل کل بوده و اکوتیپ ساری از بالاترین میزان فلاونوئید بر خوردار بودند. از نظر میزان ظرفیت آنتی‌اکسیدانی، دو اکوتیپ ساری و وری، با غلظت مهار ۶۰ درصد رادیکال‌های آزاد بالاترین مقدار را نشان دادند. اکوتیپ‌های مناطق زنگلاب، آق‌چشمه، تنگه‌چهل‌چای با ارتفاع از سطح دریای کمتر نسبت به مناطق دیگر مورد مطالعه، بالاترین میزان فنل کل را به میزان ۲۵ میلی‌گرم اسید گالیک در گرم وزن خشک را نشان دادند. نتایج حاصل از ارزیابی ریخت شناسی نشان داد، بیشترین اندازه طول برگ را اکوتیپ‌های وری، ساری و کسوت نشان دادند و اکوتیپ‌های ازنی و وری بیشترین اندازه طول ریشه را دارا بودند. همچنین، اکوتیپ‌های وری، کسوت، چهل چای و زنگلاب بالاترین میزان طول دم برگ و اکوتیپ چهل چای بالاترین تعداد برگ را نشان دادند. نتایج همبستگی صفات نشان داد که با افزایش ارتفاع از سطح دریا میزان طول برگ، عرض برگ، طول دم برگ، تعداد برگ، فلاونوئید برگ و فنل برگ گیاه بنفشه معطر کاهش می‌یابد. به‌طورکلی اکوتیپ‌های ساری، وری وکسوت در استان مازندران در اکثر ویژگی‌های عملکردی دارای ژنوتیپ‌های برتر جهت کارهای اصلاحی در آینده می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: اکوتیپ، صفات مورفولوژیکی، بنفشه ایرانی، ترکیبات فیتوشیمیایی، فلاونوئید

*نویسنده مسئول: moradiho@yahoo.com

مقدمه

گیاهان دارویی از جمله گیاهان مهم اقتصادی هستند که به‌صورت خام یا فرآوری شده در طب سنتی و مدرن مورد استفاده قرار می‌گیرند (Dou et al., 2017; Ramachandra and Ravishankar, 2002). ایران با وجود دارا بودن ذخایر مطلوب گیاهان دارویی به دلیل عدم شناخت ذخایر ژنتیکی و ژن‌های مطلوب، برنامه‌های اصلاح گیاهان دارویی به‌صورت محدود انجام شده است. بنابراین آگاهی از تنوع موجود و روابط بین صفات مختلف نقش اساسی در موفقیت برنامه‌های اصلاحی دارد (Bernath, 2002). مطالعه تنوع ژنتیکی گیاهان بومی منطقه به عنوان اولین گام در مسیرکارهای اصلاحی بوده که از طریق روش‌های مختلفی انجام می‌گیرد که از جمله آنها استفاده از انواع نشانگرها مانند نشانگرهای مورفولوژیک، بیوشیمیایی مبتنی بر ژنوم می‌باشد. یکی از پرکاربردترین این روش‌ها، بررسی تنوع مورفولوژیک می‌باشد. اگر چه تنوع مورفولوژیک نسبت به تنوع مولکولی، تحت تاثیر شرایط محیطی است، با این حال، در گیاهان مختلف به تنهایی یا به همراه نشانگرهای مولکولی مورد استفاده قرار می‌گیرد (Noormand Moaied et al., 2019). ارزیابی‌ها در سطح ظاهری علاوه بر کاربرد در زمینه طبقه‌بندی گیاهان، می‌تواند به مدیریت کلکسیون‌ها، تایید هویت نمونه‌ها، تشخیص اشتباهات در شناسایی و نیز تعیین روابط فنوتیپی از جمله بین دورگ‌ها و والدین آنها کمک نماید (Peng et al., 2014. Lansari et al., 1994. Saiiad Aleian et al., 2013).

بنفشه معطر با نام علمی *Viola odorata* متعلق به خانواده ویولاسه (Violaceae) می‌باشد. این گیاه با ارزش دارویی (بومی شرق آسیا، بخش‌هایی از مدیترانه و شمال شرقی اروپا) است که به‌صورت خودرو در بخش‌های مختلف جنگل‌های شمال کشور می‌روید. این گیاه با دارا بودن مواد موثره متفاوت نظیر گلیکوزیدهای فنولی، فلاونوئیدها، سالیسیلات، آلکالوئیدها، ادورتین و ویلین (Ireland et al., 2006. Karioti et al., 2011). دارای ارزش تجاری بالایی می‌باشد. هم‌چنین ویولین به‌عنوان یک ترکیب قی‌آور در تمام بخش‌های گیاه وجود دارد. 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 می‌گیرد (Karioti et al., 2011). اثرات ضدباکتریایی آن به‌دلیل وجود ترکیبات پلی ساکاریدهای پکتینی، اسید سالیسیلیک، و پروتئین‌های خاص می‌باشد (Pranting et al., 2010). علاوه بر اثرات ضدباکتریایی، اثرات ضد قارچ نیز در این گیاه گزارش شد (Pranting et al., 2010. Amin et al., 2002). این گیاه به دلیل وجود پروتئین سیکلوتید در ساختار آن برای دفاع در برابر آفات و بیماری‌ها (Ireland et al., 2006) و فعالیت‌های ضدباکتریایی، ضد توموری، ضد سرطانی، ضد ویروس هم شناخته می‌شود (Zhang et al., 2009).

کمیت و کیفیت مواد موثره در گیاهان دارویی تحت تاثیر عوامل ژنتیکی و محیطی قرار دارد که عوامل محیطی می‌توانند شامل عوامل مختلف بوم شناختی، ارتفاع از سطح دریا، جغرافیایی، اقلیمی و خاکی باشند. این عوامل بر مقدار کل ماده موثره، عوامل تشکیل دهنده مواد موثره و بر مقدار وزن خشک گیاه دارویی تاثیر می‌گذارد (Kazemizadeh et al., 2010). در همین راستا، ارتباط بین محل رویشگاه و تاثیر آن بر میزان ترکیبات شیمیایی به‌عنوان یکی از عوامل مورد بررسی قرار می‌گیرد (Omidbeigi, 2005). Sonboli و همکاران (۲۰۰۹)، تفاوت‌های

کیفی و کمی مشاهده شده در گیاه مریم گلی (*Salvia officinalis*) را شامل تفاوت‌های کیفی و کمی ترکیبات شیمیایی اسانس در زمان گلدهی اعلام کردند که بین دو رویشگاه مختلف با عوامل مختلف اکولوژیکی، جغرافیایی، اقلیمی و خاکی مشاهده نمودند. Kohan'mu و همکاران (۲۰۱۰) ویژگی‌های زراعی و فیتوشیمیایی جمعیت بابونه (*Matricaria chamomilla*) سه رویشگاه طبیعی ایران را مقایسه کردند و گزارش نمودند که بابونه اصفهان دارای قطر گل و ارتفاع بیشتر و شاخص برداشت کمتری نسبت به جمعیت بوشهر و فارس بود. همچنین ایشان گزارش نمودند که علاوه بر درصد اسانس ماده خشک، سایر ویژگی‌های مربوط به اسانس و مواد موثره، در جمعیت‌های مورد بررسی معنی‌دار بوده است. بیشترین کامازولن در اسانس (۱۳/۸ درصد) و آپیجنین در عصاره (۰/۰۷ میلی‌گرم در میلی‌لیتر) به‌ترتیب در جمعیت‌های اصفهان و بوشهر مشاهده شد. بازده اسانس گیاه پونه سرخ آبادی (*Mentha pulegium*) در سه منطقه حدود یک درصد بوده و اختلاف در ترکیبات موجود در اسانس این گونه به اختلاف منطقه رویش نسبت داده شد (Tatian, 2001). Mohammadnejad Ganji و همکاران (۲۰۱۷) میزان و ترکیبات شیمیایی متفاوتی از بخش هوایی گیاه اسطوخودوس در دو منطقه با اختلاف از سطح دریا را گزارش کردند و اعلام نمودند که این اختلاف می تواند به دلیل برخی تفاوت‌های اقلیمی، بوم شناختی و آب و هوایی منطقه رویشگاه گیاهان باشد.

با توجه به اینکه در حال حاضر گیاه بنفشه معطر از طبیعت جمع‌آوری می‌شود، بررسی کمی و کیفی این گیاه در رویشگاه‌های طبیعی موجود در مناطق مختلف شمال کشور نقش بسزایی در شناسایی اکوتیپ‌های برتر جهت کشت و اهلی‌سازی این گیاه ارزشمند دارویی دارد. از طرف دیگر، از برداشت بی‌رویه از منابع طبیعی به‌عنوان مخازن ارزشمند ژنتیکی، جلوگیری می‌شود؛ بنابراین، با توجه به پراکندگی توده‌های وحشی بنفشه معطر در نوار جنوبی دریای خزر در ایران، هدف از پژوهش حاضر بررسی تنوع ژنتیکی برخی از اکوتیپ‌های بنفشه معطر در غرب و بخش مرکزی استان مازندران و بخش غرب استان گلستان با استفاده از ویژگی‌های مورفولوژیکی و مطالعه این صفات با یکدیگر جهت انتخاب اکوتیپ(های) برتر به منظور اهلی‌سازی و در ادامه کشت و پرورش این گونه می‌باشد.

مواد و روش‌ها

این تحقیق به‌منظور ارزیابی گیاه بنفشه‌های معطر ۱۰ منطقه از دو استان مازندران و گلستان انجام شد. پس از مطالعه و شناسایی پراکنش جعمیت‌های مختلف بنفشه معطر بر اساس فلور و پرسش از افراد منطقه تعداد هفت منطقه از استان مازندران (ساری، کسوت، ازنی، وری، مکارود، رودبارک، طبرسو) و سه منطقه از استان گلستان (تنگه‌چهل‌چای، اق‌چشمه، زنگلاب) شناسایی و انتخاب شدند. سپس صفات ریخت شناسی و فیتوشیمیایی زیر مورد ارزیابی قرار گرفت.

صفات ریخت‌شناسی: این صفات شامل تعداد برگ، طول برگ، عرض برگ، طول دم برگ و طول ریشه بودند که در زمان گلدهی گیاه در محل رویش اندازه گیری شدند. همچنین نمونه گیاهی برای عصاره گیری و اندازه گیری صفات بیوشیمیایی به همراه خاک اطراف محل رشد گیاه نمونه برداری شده که طی ماه‌های اسفند و فروردین ۱۳۹۷ به دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری منتقل گردیدند. اطلاعات جغرافیایی هر رویشگاه ثبت شده و در زیر نویس شکل شماره ۱ آورده شده است.

رویشگاه	کسوت
منطقه	مازندران
ارتفاع از سطح دریا	٤٨١
طول جغرافیایی	٥٣ ١٨ ٤٠٠
عرض جغرافیایی	٣٦ ٢١ ٠٩٠

رویشگاه	وری
منطقه	مازندران
ارتفاع از سطح دریا	١٢٠٠
طول جغرافیایی	٥٣ ٣٠ ١٩٧٦
عرض جغرافیایی	٣٦ ١٥ ٤٣٤٨

رویشگاه	ساری
استان	مازندران
ارتفاع از سطح دریا	٥٦
طول جغرافیایی	٥٣ ٤ ٨١٩
عرض جغرافیایی	٣٦ ٣١ ٩٥٧

رویشگاه	رودبارک
منطقه	مازندران
ارتفاع از سطح دریا	١٦٨١
طول جغرافیایی	٥ ١٦٨ ٥١
عرض جغرافیایی	٣٦ ٢٨ ٤٣١

رویشگاه	طبرسو
منطقه	مازندران
ارتفاع از سطح دریا	١٢٠٧
طول جغرافیایی	١٢ ٣٦٠ ٥١
عرض جغرافیایی	٣٦ ٢٩ ٦٢٠

رویشگاه	ازنی
منطقه	مازندران
ارتفاع از سطح دریا	١٠٣٥
طول جغرافیایی	٥٣ ٢٤ ٨٢٦
عرض جغرافیایی	٣٦ ١٤ ٨٠٥

رویشگاه	آق چشمه
منطقه	گلستان
ارتفاع از سطح دریا	٣٩٣
طول جغرافیایی	٥٥ ٢٧ ٤٤
عرض جغرافیایی	٣٧ ٩ ٤٩

رویشگاه	تنگه چهل چای
منطقه	گلستان
ارتفاع از سطح دریا	٣٣٠
طول جغرافیایی	٥٥ ٢٦ ٣١
عرض جغرافیایی	٣٧ ١١ ٣

رویشگاه	مکارود
منطقه	مازندران
ارتفاع از سطح دریا	١٢٢١
طول جغرافیایی	٩ ٣٩٤ ٥١
عرض جغرافیایی	٣٦ ٣٣ ١٧٦

رویشگاه	زنگلاب
منطقه	گلستان
ارتفاع از سطح دریا	٤٥٠
طول جغرافیایی	٥٥ ٢٨ '
عرض جغرافیایی	٣٧ ٩

شکل ۱: تصاویر به همراه ارتفاع از سطح دریا از مناطق جمع آوری نمونه

صفات بیوشیمیایی مورد ارزیابی

رنگریزه‌های فتوسنتزی: این اندازه‌گیری‌ها بر مبنای روش آرنون (۱۹٤۷) انجام شد میزان رنگیزه با دستگاه اسپکتروفتومتری مدل (UV-1800 PC) در طول موج‌های ٦٤٥ نانومتر و ٦٦٣ نانومتر قرائت گردید و با استفاده از روابط زیر میزان کلروفیل a، کلروفیل b و کلروفیل‌کل محاسبه شد.

$$=[(12.7\times A663) - (2.69\times A645)]\times V / 1000\times W$$

میلی گرم کلروفیل a در هر گرم برگ‌تر

$$= [(22.9\times A645) - (4.69\times A663)]\times V / 1000\times W$$

میلی گرم کلروفیل b در هر گرم برگ‌تر

$$= [(20.2\times A645) + (8.02\times A663)]\times V / 1000\times W$$

میلی گرم کلروفیل‌کل در هر گرم برگ‌تر

فعالیت آنتی‌اکسیدانی: از روش رادیکال پایدار دی فنیل پیکریل هیدرازیل (DPPH) استفاده شد. بطوریکه به ۲ میلی‌لیتر از عصاره متانولی (۰/۵گرم از بنفشه آسیاب شده با ۵ میلی‌لیتر متانول ٪۸۰ اظافه شده سپس به مدت ٢٤ ساعت بر روی شیکر قرار گرفته است)، ۲ میلی‌لیتر DPPH اضافه گردید سپس به مدت ۱۵ دقیقه در محیط تاریک قرار داده و در نهایت جذب ترکیب حاصله، در طول موج ۵۱۷ نانومتر توسط اسپکتروفتومتری قرائت گردید (Ebrahimzadeh et al., 2010).

$$\text{آنتی اکسیدان} = \frac{\text{عدد شاهد} - \text{عدد نمونه}}{\text{عدد شاهد}} * 100$$

ترکیبات فنلی: از روش فولین سیوکالتیو انجام شد. به این منظور ابتدا۲۰ میکرولیتر از عصاره متانولی (۰/۵ گرم در ۵ میلی‌لیتر متانول ٪۸۰) با۱۰۰ میکرولیتر فولین‌سیوکالتیو و ۱/۱٦میلی‌لیتر آب مقطر مخلوط شده و پس از ۵ الی ۸ دقیقه استراحت، ۳۰۰ میکرولیتر کربنات‌سدیم یک مولار (٦/۱۰ گرم در ۱۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر) به آن افزوده شد. محلول فوق به مدت ۳۰ دقیقه در تاریکی و حمام بخار ٤۰ درجه سانتیگراد قرار گرفت. در نهایت نمونه‌ها در طول موج ۷٦۵ نانومتر قرائت شدند. در نمونه شاهد نیز به جای عصاره، از متانول ۸۰ درصد استفاده شد (Slinkard and Singleton, 1977).

فلاونوئیدها: از روش آلومینیوم کلراید استفاده گردید. ابتدا ۰/۵ میلی‌لیتر از عصاره متانولی تهیه شده با ۱/۵ میلی‌لیتر متانول، ۰/۱ میلی‌لیتر آلومینیوم کلرید ۱۰درصد در اتانول، ۰/۱ میلی‌لیتر استات‌پتاسیم 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 ٤۱۵ نانومتر عدد جذب قرائت شد (Changet et al., 2002).

این پژوهش در قالب طرح کامل تصادفی با ۱۰ تکرار انجام گردید. سپس آنالیز داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS و مقایسه میانگین‌ها از طریق آزمون چند دامنه دانکن در سطح احتمال یک و پنج درصد انجام شد و سپس با نرم افزار Spss نسخه ۱۹ همبستگی صفات مورد بررسی قرار گرفت.

نتایج

صفات مورفولوژیکی: نتایج تجزیه واریانس نشان داد اثر مناطق مورد بررسی بر صفت طول برگ، عرض برگ، طول ریشه، طول دم برگ، تعداد برگ، در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شده است (جدول ۱). طبق جدول منطقه وری، ساری، کسوت چون از نظر آماری حرف a را دارند پس بالاترین طول برگ را دارند، منطقه رودبارک و مکارودکمترین طول برگ را داشتند (جدول ۲). نمونه‌های بنفشه معطر در مناطق وری، ساری، کسوت در استان مازندران و مناطق تنگه چهل چای و زنگلاب در استان گلستان بالاترین عرض برگ را داشتند در حالی که نمونه‌های این گیاه در مناطق رودبارک، مکارود و طبرسو کمترین میزان عرض برگ

را نشان دادند (جدول ۲). اکوتیپ‌های مناطق ازنی و وری بالاترین طول ریشه و در مناطق ساری و زنگلاب کمترین میزان طول ریشه را نشان داد (جدول ۲). نمونه‌ها در در مناطق وری، کسوت، چهل چای، زنگلاب بالاترین میزان طول دم برگ را داشته و جمعیت منطقه رودبارک کمترین میزان طول دم برگ را داشتند و در صفت تعداد برگ نمونه‌های منطقه چهل چای بالاترین تعداد برگ را داشتند (جدول ۲).

جدول ۱: جدول تجزیه واریانس اثر مناطق برداشت بر صفات مورفولوژیکی گیاه بنفشه معطر

	درجه آزادی	میانگین مربعات				
		طول برگ	عرض برگ	طول ریشه	طول دم برگ	تعداد برگ
منطقه	۹	۳/۰٤**	۲/۱۷**	۲٤/۵**	۸/۵۸**	۳۳۳**
خطا	۲۰	۰/۰٤	۱۳/۲۳	۱/۲۳	۰/۲۵	۱/۷
ضریب تغییرات (درصد)		۸/۰۵	۰/۱۲۵	۱۲/۳	۱۰/۸۷	۱۰/۱۸

* و **: به‌ترتیب بیانگر عدم وجود اختلاف معنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪.

جدول ۲: جدول مقایسه میانگین اثر مناطق بر صفات مورفولوژیکی گیاه بنفشه معطر

	طول برگ	عرض برگ	طول ریشه	طول دم برگ	تعداد برگ
ازنی	۳b	۲/٦٦b	۱۲/۳۳ab	۵/۳۳b	٤c
وری	۳/۸۸a	۳/۵a	۱۳a	۵/٦٦ab	٦c
ساری	٤/۱٦a	۳/۱ab	۵/۲٦fg	٤/۱٦cd	۲۲/۳۳b
کسوت	٤a	۳/۳۳a	۱۱bc	٦/۳۳a	۵/٦٦c
رودبارک	۱/۳۳e	۱/۳۹c	۱۰cd	۱/۱٤f	٤c
مکارود	۱/٦٦ed	۱/۳۵c	٦/٦٦ef	۲/۵۹e	٤c
طبرسو	۲/۱۲c	۳/۹۲c	۹/۳۳cd	٤/۸۷bc	٤/٦٦c
تنگه چهل چای	۲/٦٦b	۳/٤a	۹/۳۳cd	٦/۳٦a	۲٦/٦٦a
اق چشمه	۱/۹۳cd	۲/۵۷b	۸/۵de	۳/۹۲d	۲۳/۳۳b
زنگلاب	۲/۹۹b	۳/۵٤a	٤/۳۳g	۵/۷۳ab	۲۷/۳۳b

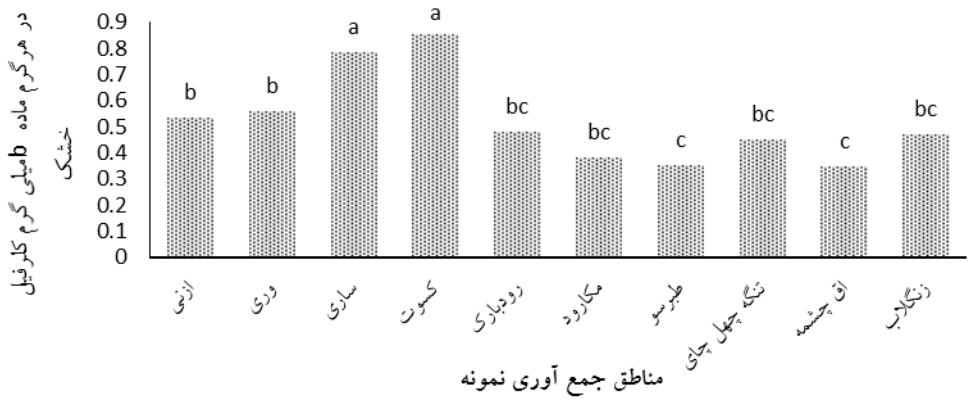
اعداد با حروف مشترک در هر ستون دارای اختلاف معنی‌دار ($P<0.01$) نمی‌باشند

رنگیزه فتوسنتزی: بر اساس جدول تجزیه واریانس اثر مناطق مورد بررسی بر میزان کلروفیل b و کلروفیل کل در سطح یک درصد معنی‌دار شده است ولی اثر این مناطق برمیزان کلروفیل a معنی‌دار نشده است (جدول ۳). نتایج حاصل از مقایسه میانگین اثر مناطق مورد بررسی نشان می‌دهد میزان کلروفیل b در مناطق ساری و کسوت به طور معنی‌داری نسبت به مناطق دیگر بالاتر است این در حالی است که اکوتیپ‌های مناطق طبرسو و آق چشمه کمترین میزان را داشت (شکل ۲)، همچنین نمونه‌های جمع‌آوری شده از منطقه ساری و کسوت در استان مازندران بالاترین میزان کلرفیل کل را داشتد این در حالی است که مناطق طبرسو در استان مازندران و مناطق آق چشمه و زنگلاب در استان گلستان کمترین میزان کلروفیل کل را به خود اختصاص داده بودند (شکل ۳).

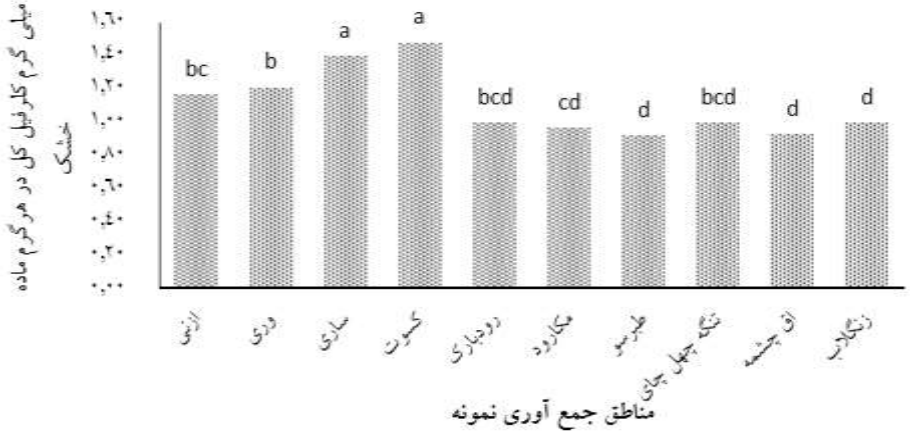
جدول ۳: جدول تجزیه واریانس اثر مناطق برداشت بر صفات فیتوشیمیایی گیاه بنفشه معطر

	درجه	میانگین مربعات					
	آزادی	کلرفیل a	کلرفیل b	کلرفیل کل	ترکیبات فنلی	فلاونوئید	آنتی اکسیدان
منطقه	۹	۰/۰۰۱ns	۰/۰۸**	۰/۱**	۳۲٤/۲۸**	۹۲۲٦۷۷/۱**	۱۱۵۷/۵**
خطا	۲۰	۰/۰۰۰۹	۰/۰۰۸	۰/۰۱	۲/۲	۱۲٤۵۹/۷	۵٦/۵۱
ضریب تغییرات(درصد)		۵/۰۲	۱۸	۱۰	۱۱/۸	۱۱/٤	۲٦/٦

* و **: به‌ترتیب بیانگر عدم وجود اختلاف معنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪.



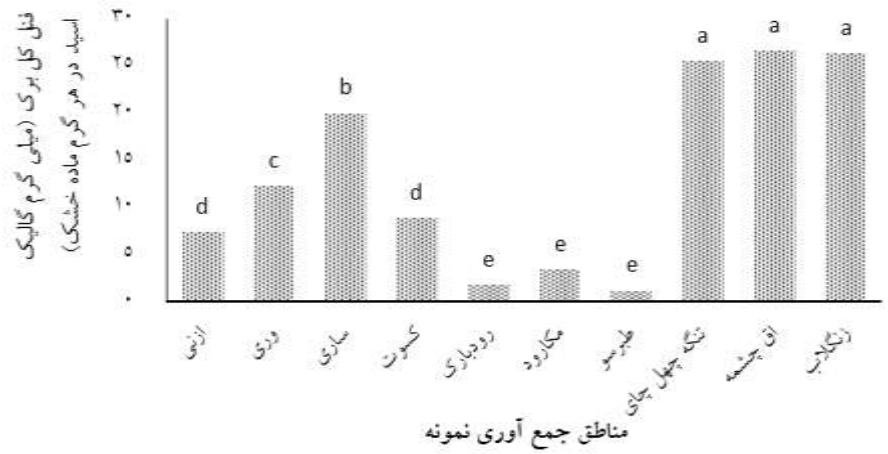
شکل ۲: مقایسه میانگین اثر مناطق مورد بررسی بر میزان کلرفیلb بنفشه معطر در مناطق ده گانه شمال کشور (اعداد دارای حروف مشترک فاقد اختلاف معنی‌دار می‌باشند)



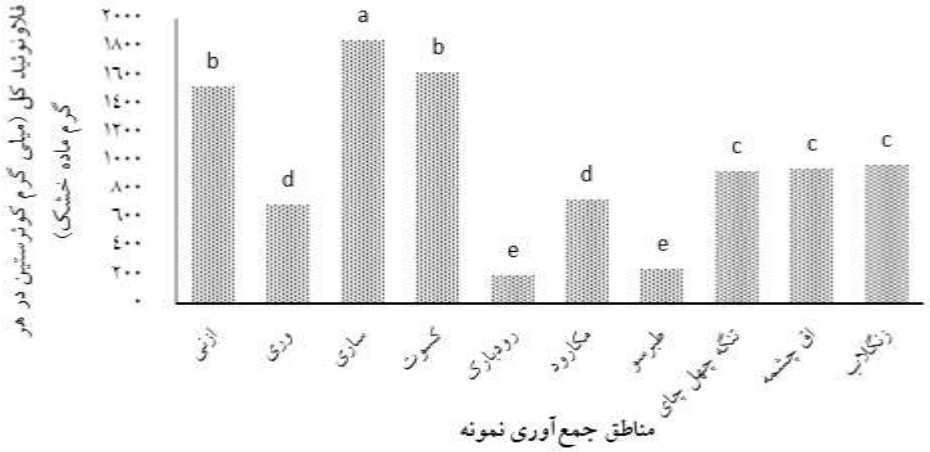
شکل ۳: مقایسه میانگین اثر مناطق مورد بررسی بر میزان کلرفیل کل بنفشه معطر در مناطق ده گانه شمال کشور (میانگین‌ها دارای حروف مشترک فاقد اختلاف معنی‌دار می‌باشند)

فعالیت آنتی‌اکسیدانی: نتایج حاصل از مقایسه میانگین‌ها نشان می‌دهد اثر مناطق مورد بررسی بر میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی کل، فلاونوئید کل، ترکیبات فنلی کل برگ در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۳). بر اساس نتایج حاصل از مقایسه میانگین‌ها بنفشه معطر مناطق زنگلاب، آق چشمه، تگه چهل چای در استان گلستان بالاترین میزان فنل کل و نمونه‌های مناطق رودبارک، طبرسو، مکارود پایین‌ترین میزان ترکیبات فنلی را داشتند (شکل ٤). نمونه‌های جمع‌آوری شده از منطقه ساری در استان مازندران به طور معنی‌داری نسبت به سایر نمونه‌های این استان میزان فلاونوئید بالاتر و نمونه-های مناطق طبرسو، مکارود، رود بارک کمترین میزان فلاونوئید کل را نشان داد (شکل ۵). همچنین

نمونه‌های جمع آوری شده منطقه ساری و وری بالاترین و نمونه‌های منطقه آق چشمه کمترین میزان آنتی‌اکسیدان را داشتند (شکل٦).

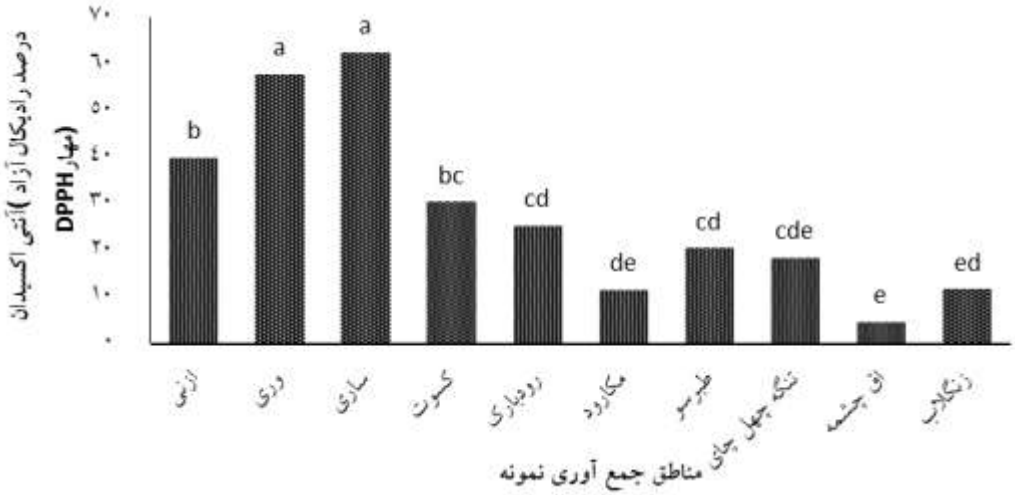


شکل٤: مقایسه میانگین اثر مناطق مورد بررسی بر میزان فنل کل برگ بنفشه معطر در مناطق ده گانه شمال کشور (مناطق جمع آوری نمونه محور x) (میانگین‌ها دارای حروف مشترک فاقد اختلاف معنی‌دار می‌باشند).



شکل٥: مقایسه میانگین اثر مناطق مورد بررسی بر میزان فلاونوئید کل برگ بنفشه معطر در مناطق ده گانه شمال کشور (میانگین‌ها دارای حروف مشترک فاقد اختلاف معنی‌دار می‌باشند).

همبستگی صفات: بر اساس جدول همبستگی صفات همبستگی بالایی بین برخی از صفات مورد بررسی وجو دارد (جدول ٥). طول برگ بر روی صفات کلروفیل کل (۰/۷۰۸)، کلروفیل b (۰/۷۲۰)، کلروفیل کل (۰/۷۳۹)، طول دم برگ (۰/٦۳۱) و عرض برگ (۰/۷۷۷) دارای همبستگی مثبت و بالایی در سطح احتمال ۹۹ درصد می‌باشد. صفت عرض برگ همبستگی مثبت و معنی‌داری در سطح احتمال ۹۹ درصد با تعداد برگ (۰/۵۰۵) و طول دم برگ (۰/۷۷٤) از خود نشان داد. همچنین عرض برگ با صفات کلروفیل b (۰/۳۸۲) و کلروفیل کل (۰/٤۳۳) دارای همبستگی مثبت و معنی‌داری در سطح احتمال ۹۵ درصد می‌باشد. صفت فنل کل با میزان فلاونوئید (۰/۳۷۵) و میزان فلاونوئید با میزان آنتی‌اکسیدان (۰/٤۲۰) دارای دارای همبستگی مثبت و معنی‌داری درسطح ۹۵ درصد می‌باشد.

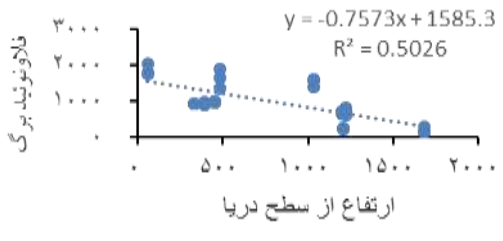


شکل٦: مقایسه میانگین اثر مناطق مورد بررسی بر میزان فعالیت آنتی‌اکسیدان کل برگ بنفشه معطر در مناطق ده گانه شمال کشور (میانگین‌ها دارای حروف مشترک فاقد اختلاف معنی‌دار می‌باشند)

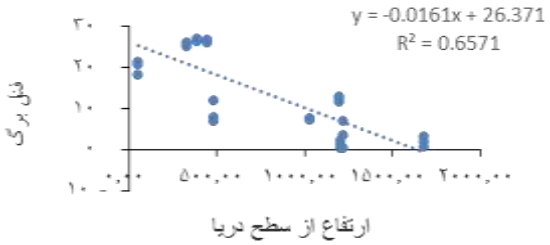
ارتفاع از سطح دریا بر طول برگ (۰/٤٥٣)، عرض برگ (۰/٦٥١)، طول دم برگ (۰/٥٢٦)، تعداد برگ (۰/۸۰۱)، فلاونوئید برگ (۰/۷۰۹) و فنل برگ (۰/۸۱۱) دارای همبستگی منفی و معنی‌داری در سطح احتمال ۹۹ درصد می‌باشد. همچنین بر اساس شکل ۵ تا ۱۰ میزان تغییرات طول برگ، عرض برگ، طول دم برگ، تعداد برگ، فلاونوئید برگ، و فنل برگ گیاه بنفشه معطر را در دو استان مازندران و گلستان را براساس معادله خط‌های کشیده شده بیان کرد.

جدول ۵: همبستگی صفات مورد بررسی بنفشه معطر در مناطق مختلف استان مازندران و گلستان

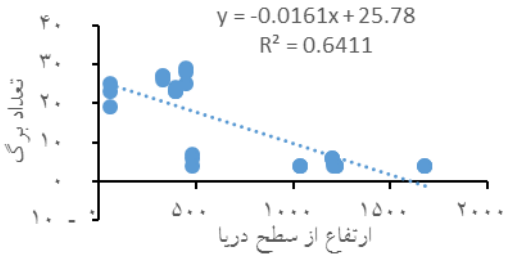
	طول برگ	عرض برگ	طول دم برگ	*تعداد برگ*	کلرفیل b	کلرفیل کل	فنل برگ	فلاونوعید	انتی‌اکسیدان	
طول برگ	۱									
عرض برگ	۰/۷۷۷**	۱								
طول دم برگ	۰/٦۳۱**	۰/۷۷٤**	۱							
تعداد برگ	۰/۱٦٦	۰/٥۰٥**	۰/۲۹٥	*۱*						
کلرفیل b	۰/۷۲۰**	۰/۳۸۲*	۰/۲۸۹	-۰/۰۳٤	۱					
کلرفیل کل	۰/۷۳۹**	۰/٤۳۳*	۰/۳۲۹	-۰/۰۲۷	۰/۹۹۰**	۱				
فنل برگ							۱	۰/٤۲۰*	-۰/۱۳٦	فنل
فلاونوئید								۱	۰/۳۷٥*	فلاونوئید
آنتی‌اکسیدان									۱	آنتی‌اکسیدان



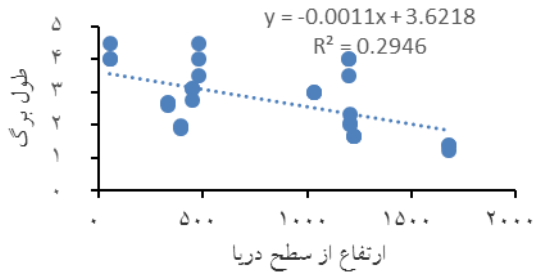
شکل ۷: همبستگی بین ارتفاع از سطح دریا و فلاونوئید



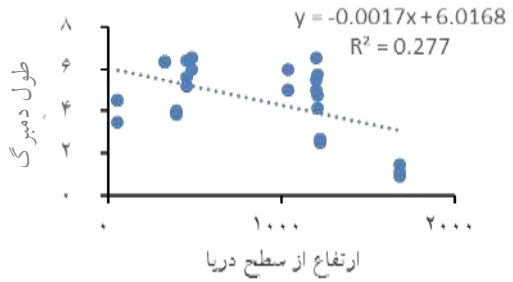
شکل ۸: همبستگی بین ارتفاع از سطح دریا و فنل



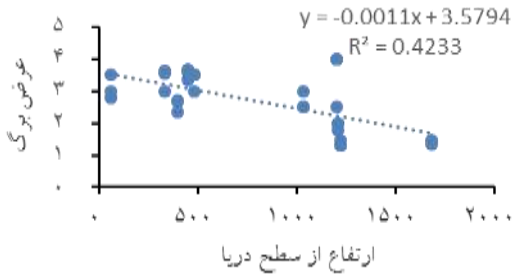
شکل ۱۰: همبستگی بین ارتفاع از سطح دریا و طول برگ



شکل ۹: همبستگی بین ارتفاع از سطح دریا و تعداد برگ



شکل ۱۱: همبستگی بین ارتفاع از سطح دریا و طول دمبرگ



شکل ۱۲: همبستگی بین ارتفاع از سطح دریا و عرض برگ

بحث

نتایج نشان داد که در مناطق مختلف مورد بررسی بنفشه معطر ، افزایش ارتفاع از سطح دریا سبب کاهش طول برگ، عرض برگ، طول دمبرگ گردید و کاهش ارتفاع از سطح دریا، افزایش تعداد برگ را به همراه داشت. طبق گزارش Narimani و همکاران (۲۰۱۷) با افزایش ارتفاع از سطح دریا، ارتفاع بوته، طول و عرض برگ، طول گل‌آذین و سایر صفات مورفولوژیکی گیاهان مورد مطالعه کاهش نشان داد. از آنجایکه گیاهان به دلیل احتیاج اجتناب ناپذیری که به نور خورشید برای فتوسنتز دارند، بیشتر تحت تاثیر نور UV قرار می‌گیرند و آسیب پذیرتر هستند (Nasibi et al., 2003). و کاهش شدید صفات مورفولوژیک در این پژوهش احتمالا به دلیل تاثیر منفی افزایش نور UV در ارتفاعات بالا است (Narimani et al., 2017). از طرفی دیگر با افزایش ارتفاع و کاهش دما، رشد و نمو اندام‌های گیاهی در شرایط دمای پایین کاهش می‌یابد (نجار فیروزجانی و همکاران.، ۱۳۹۳). با توجه به این امر که عوامل محیطی باعث تغییرات مورفوفیزیولوژیکی گیاهان دارویی می‌شوند (Omidbagi, 2005)، شناخت کامل از شرایط اکولوژیکی گیاه و ارتباط شرایط اکولوژیکی با ویژگی‌های مورفولوژیکی و فیتوشیمیایی برای مدل‌سازی در شرایط مزرعه، و همچنین شناخت جمعیت‌هایی با بهتربن ویژگی‌های رشدی و متابولیتی در فرایندهای اهلی‌سازی امری ضروری است (Bernath., 2001). همچنین صفات مورفولوژیکی به سادگی و با دقت زیاد قابل اندازه‌گیری بوده ، لذا انتخاب بر اساس این صفات می‌تواند راهی مطمئن و سریع برای غربال جوامع گیاهی و بهبود عملکرد آن باشد. بنابراین یکی از عوامل مهم تفاوت صفات

مورفولوژیکی و بیوشیمیایی در این توده‌ها می تواند ارتفاع از سطح دریا باشد (Narimani et al., 2017).

نور با متابولیسم کلروفیل ارتباط تنگاتنگی دارد. کلروفیل، همواره در حضور نور سنتز شده و از بین می‌رود. محتوای کلروفیل، برای بهبود حداکثر جذب فوتون در شرایط متفاوت متغیر است. همچنین شدت‌های متفاوت نور بر متابولیسم ترکیبات فنولی نیز موثرند (Hatamiyan et al., 2014). تفاوت معنی‌داری از نظر میزان کلروفیل (a, b و کل) کارتنوئید، فنل و فلاونوئید کل، در بیست و پنج جمعیت از گیاه دارویی نعنای خوراکی (*Mentha spicata* L.) مشاهده گردید (Ghani et al., 2014). در تحقیق حاضر اکوتیپ ساری و کسوت که دارای ارتفاع کم‌تری به نسبت طبرسو، و همچنین تقریبا ارتفاع یکسانی با منطقه‌ی آق‌چشمه و زنگلاب بودند، مقدار کلروفیل بیشتری را نسبت به دیگر مناطق نشان دادند. بنظر می‌رسد به دلیل جنگلی بودن این مناطق و دریافت نور کم‌تر خورشیددر مناطق مذکور، رنگیزه‌های فتوسنتزی به خوبی در گیاهان این مناطق تشکیل نشده باشد. بر اساس بررسی Saifuddin و همکاران (۲۰۱۰) کاهش شدت نور منجر به کاهش کلروفیل در گیاه می گردد. بنابراین افزایش میزان سایه بر منطقه رشدی گیاه می‌تواند تا ۵۰ درصد به سنتز کلروفیل آسیب وارد کند یا از فعالیت آن کم کند (Raeidehqi et al., 2015). به طور کلی گیاهان روییده شده در سایه علاوه بر اینکه سبزینگی برگ‌های آن کاهش می‌یابد، به دلیل قرار گرفتن کلروپلاست‌ها به صورت عمود بر زاویه‌ی تابش و موازی دیواره‌ی سلولی موجب تغییر در مقدار کلروفیل هم می‌شود (Nowruz et al., 2017). گزارش‌ها نشان دادند همبستگی بالایی بین منشاء جغرافیایی و ترکیبات موثره وجود دارد. بطوری که ترکیبات اسانس گیاه مرزنجوش در جهت جنوبی بیشتر از جهت شمالی بود (Mahdavi et al., 2015).

از طرفی میزان فنل و فلاونوئید کل با افزایش ارتفاع کاهش نشان داد بطوری که اکوتیب‌های رودبارک، طبرسو و مکارود که دارای ارتفاع بیشتری نسبت به سایر مناطق هستند، میزان این دو ماده کم‌تر بود که با نتایج Kaghazloo و همکاران (۲۰۱۷) که اثر ارتفاع بر برخی متابولیت‌های ثانویه اندام‌های مختلف گیاه آقطی (*Sambucus ebulus* L.) در سه شهر در استان گلستان را بررسی نمودند همخوانی نشان داد، به طوری که در نتایج آنها بیش ترین میزان فنل کل در ارتفاع کم و اندام برگ مشاهده شد و کم-ترین میزان آن در ارتفاع متوسط در اندام گل بود . همچنین بیش ترین میزان فلاونوئید کل در ارتفاع کم و اندام گل و کم‌ترین میزان آن در ارتفاع متوسط در اندام میوه مشاهده شد. اما با نتایج اثر ارتفاع بر میزان ترکیبات فنلی و فلاونوئیدها در سوسن چلچراغ (Shokrollahi et al., 2018) و برگ گیاه گزنه مطابقت نداشت زیرا در گزنه با افزایش ارتفاع میزان آنها بیشتر شد به نحوی که بیشترین میزان ترکیبات فوق در در ارتفاع ۲۲۵۰ متری منطقه له کوه مازندران مشاهده گردید. در مطالعات قبلی بر ۲۸ فرآورده گیاهی شامل دانه‌های روغنی، دانه‌های غلات و گیاهان دارویی مشخص شد که ارتباط مستقیمی بین فعالیت‌های آنتی‌اکسیدانی و میزان فلاونوئیدهای کل وجود دارد (Velioglu et al 2000; Pourmorad et al 2006; Cai et al 2004; Tawaha etal 2007) همچنین افزایش یا کاهش میزان فنل که خود به عنوان یک آنتی‌اکسیدان قوی و جمع‌آوری کننده رادیکال آزاد عمل می‌کند می‌تواند در میزان فعالیت غیر آنزیمی آنتی‌اکسیدانی گیاه موثره باشد. بطوری که در تنش‌های اکسیداتیو، ترکیبات فنولی به ویژه فلاونوئیدها از طریق پیوند هیدروژنی با قسمت قطبی فسفولیپیدها، در سطح

داخل و خارج غشای سلول تجمع می‌یابد و به حفظ سیالیت غشای سلولی کمک می‌کند (Kohan'mu et al., 2010)، از آنجایی که مطابق با نتایج حاصل ازاین تحقیق، میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی در دو اکوتیپ ساری و وری که از دو ارتفاع کاملا متفاوتی جمع‌آوری شده بودند نسبت به دیگر مناطق بیشتر بود. بنابراین می توان نتیجه گیری نمود که تغییرات میزان فنل ، فلاونوئید و خواص آنتی‌اکسیدانی گیاهان هر منطقه بستگی به پارامترهای زیادی نظیر نور، ارتفاع از سطح دریا ، آب و هوا، نوع گونه گیاهی و خصوصیات خاک روییده شده دارد (Mirzaei et al., 2010) که به نظر می‌رسد جهت تکمیل و بحث مطلوب تحقیق ،نیاز به نتایج آنالیز خاک محل رویش گیاهان باشد. لذا می توان نتیجه گرفت که تاثیر شرایط اقلیمی بر گونه‌های گیاهی بسیار متفاوت است و همواره باید با تحقیقات مناسب به بررسی نقش عوامل اقلیمی بر رشد و نمو و مواد موثره گونه‌های مختلف گیاهان دارویی پرداخت.

نتیجه‌گیری نهایی

نتایج به دست آمده نشان داد که تنوع ریخت شناسی و فیتوشیمیایی در بنفشه‌های معطر روییده شده در ارتفاعات مختلف معنی دار می باشد. بر همین اساس می توان جمعیت‌های مناطق ساری، وری، کسوت را به‌عنوان گیاهانی با برتری نسبی نسبت به مناطق دیگر معرفی نمود. بنابراین در برنامه‌های به نژادی آینده و در مسیر اصلاح و اهلی کردن گیاه با ارزش دارویی بنفشه معطر، اکوتیپ‌های خودرو در جنگل‌های مناطق یاد شده منبع ژنتیکی مطلوبی می باشند. همچنین از نتایج این تحقیق می‌توان استنتاج نمود که در مقایسه با بسیاری از گونه‌های دارویی دیگر، بنفشه معطر علاوه بر مواد موثر با ارزش دارویی، به لحاظ میزان آنتی اکسیدانی هم از ظرفیت نسبتاً خوبی برخوردار است که این میزان بسته به محل رویش متفاوت بوده و از یک طرف همبستگی مستقیم و معنی داری با تغییرات ارتفاع از سطح دریا دارد. از طرف دیگر ارتفاع از سطح دریا دارای همبستگی منفی با صفات طول برگ، عرض برگ، طول دم برگ، تعداد برگ، فلاونوئید برگ، و فنل برگ گیاه نشان داد. به طوری که با افزایش ارتفاع صفات نام برده کاهش می‌یابد.

سپاسگزاری

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

References

Abbasnejad, R., Jabarzadeh, Z. and Razavi, M. (2017). The effect of different levels of light intensity on some physical and physiological characteristics of nightshade. Journal of Plant Research. 30 (2): 1-12.

Amin, G.h., Salehi, M.H., Yasa, N., Aynehchi, Y., Dehmoobed, A. and Emami, M. (2002). Screening of Iranian plants for antifungal activity: Part 2. Journal of Pharmaceutical Sciences. 10(2):78-89.

Arora, D.S. and Kaur, G.J. (2000). Antibacterial activity of some Indian medicinal plants. Journal of Natural Medicines, 61(3):313-17.

Arnon, D. (1947). Copper enzymes in isolated chloroplasts: Polyphenoloxidase in Beta vulgaris. Plant Physiology 24: 1-10.

Bernath, J. (2002). Strategies and recent achievements in selection of medicinal and aromatic plants. Proc. Int. Cont. on MAP. Acta Horticulture, 576: 65-68.

Cai, Y., Luo, Q., Sun, M. and Corke, H. (2004). Antioxidant activity and phenolic compounds of 112 traditional Chinese medicinal plant associated with anticancer'. Life Sciences. 74:2157–2184.

Carpenter Firoozjaei, M., Hemmati, K., Khorasani Nejad, S., Daraei Garmakhani, A. and Bagheri'fard, A. (2014). The effect of height on morphological and biochemical characteristics of nettle leaf (urtica dioica L.) in Mazandaran and Golestan provinces. Iranian Journal of Plant Ecophysiological Research. 9 (3): 1-11.

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

Dou, H., Niu, G., Gu, M. and Masabni, Y. (2017). Effects of Light Quality on Growth and Phytonutrient Accumulation of Herbs under Controlled Environments. Horticulturae.36: 1-11.

Duke, J.A. (1985). Handbook of Medicinal Herbs. Boca Raton, FL: CRC Press;. 457.

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

Ghani, A., Nemati, S.H., Azizi, M., Saharkhiz, M.J. and Farsi, M. (2014). The study of extract biochemical variatons contents some of spearmint (*Mentha spicata* L.) Population. Journal of Horticulture Science. 4 (27): 433-443.

Hatamian, M., Arab, M. and Roozban, M.R. (2014). Photosynthetic and nonphotosynthetic pigments of two rose cultive under different light intensities. Agricultural Crop Management. 4 (16): 256-270.

Ireland, D.C., Colgrave, M.L. and Craik, D.J. (2006). A novel suite of cyclotides from Viola odorata: sequence variation and the implications for structure, function and stability. Biochemistry Journal, 400(1): 1-12.

Kaghazloo, Z. Hemti, Kh. And Khorasaninejad, S. (2017). The effect of altitude on some secondary metabolites of various organs of the sage plant (*Sambucus ebulus* L.) in three cities in Golestan province. Plant Environmental Physiology. (Iranian Plant Ecophysiology Research). 12 (3): 1-13.

Kohan'mu, M.A., Agha Alikhani, M., Rezazadeh, Sh. and Rejali, F. (2010). Investigation of growth potential and comparison of some agronomic and phytochemical characteristics of chamomile population of three natural habitats of Iran in Bushehr province. Iranian Journal of Horticulture Science and Technology, 11 (2): 98-78.

Karioti, A., Furlan, C., Vincieri, F.F. and Bilia, A.R. (2011). Analysis of the constituents and quality control of Viola odorata aqueous preparations by HPLC-DAD and HPLC-ESI-MS. Analytical and Bioanalytical Chemistry, 399(4): 1715-1723.

Kazemizadeh, Z., Habibi, Z. and Moradi, A. (2010). Investigation of the essential oil composition of Caapian Teucrium species (*Teucrium hyrcanicum* L.) in two different localities. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants Research, 9: 73-67.

Khanpour Ardestani, N., Sharifi, M. and Behmanesh, M. (2014). The effect of methyl jasmonate on the antioxidant activity of phenolic compounds and flavonoids in cell culture of Scrophularia straita Boiss. Journal of Plant Research. 27(5): 850-858.

Peng, L., Ru, M., Wang, B.Wang, Y., JingYu,, B. and Liang, Z. (2014). Genetic diversity assessment of a germplasm collection of Salvia miltiorrhiza Bunge. based on morphology, ISSR and SRAP markers. Biochemical Systematics and Ecology. 55: 84-92.

Lansari, A., Iezzoni, F. and Kester, D.E. (1994). Morphological variation within collections of Moroccan almond clones and Mediterranean and North American cultivars. Euphytica, 78: 27-41.

Lewis, W.H. and Elvin-Lewis, P.F. (1997). Medical Botany: Plants

Affecting Man's Health. New Jersey, NJ: John Wiley & Sons. 389-90.

Mirzaei, A., Akbartabar, M., Sadeghi, H. and Sharifi, B. (2010). The Antioxidant Activities and total enolic of Artemisia Martima, Achillea Millefoliumand Matricaria Recutica. Iranian Society of Horticultural Science (IRSHS). 15(1): 243-252.

Mohammadnejad Ganji, S., M. Moradi, H., Ghanbari, A. and Akbarzadeh, M.A. (2017). Quantity and quality of secondary metabolite of lavender under the influence of ecological factor of altitude. New Findings in Life Sciences. 172: 4-.166.

Noormand Moaied, F., Bihamta, M.R., Tabaei-Aghdaei, S.R. and Naghavi, M.R. (2019). Study of morphological and phytochemical diversity among six (*Satureja* spp.) in East Azerbaijan province. Agricultural and Natural Resources Journal. 27(2): 252- 266.

Narimani, R., Moghaddam, M., Ghasemi Pir Balouti, A. and Shokouhi, D. (2017). Investigation of morphological diversity, phenol content and antioxidant activity of different populations of Nepeta nuda and Nepeta crassifolia in habitats of Ardabil and Azerbaijan provinces. Journal of Ecophytochemistry of Medicinal Plants. 5 (19): 22-13.

Nasibi, F., Kalantari, K. and Rashidi, M. (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.

Nowruz, A., Yousefzadeh, S., Asilan, K. and Mansoori'far, S. (2017). Evaluation of changes in essential oil, chlorophyll, carotenoids, anthocyanins and flavonoids of *Mentha longifolia* L. Hoda.subsp longifolia in different habitats of Marand. Journal of Ecophytochemical of Medicinal Plants. 5 (1): 64-52.

Omidbeigi, R. (2005). Production and processing of medicinal plant.- BahNashr. Mashhad. 1: 347

Pranting, M., Loov, C., Burman, R., Goransson, U. and Andersson, D.I. (2010). The cyclotide cycloviolacin O_2 from Viola odorata has potent bactericidal activity against Gram-negative bacteria. Antimicrobial Agents and Chemotherapy; 65(9): 1964-71.

Pourmorad, F., Hosseinimehr, S.J. and Shahabimajd, N. (2006). Antioxidant activity, phenol and flavonoid contents of some selected iranian medicinal plants. African Journal of Biotechnology. 5 (11): 1142-1145.

Ramachandra, R.S. and Ravishankar, G.A. (2002). Plant cell cultures: Chemical factories of secondary metabolites. Biotechnology Advance. 20: 101-153.

Raeidehqi, H., Razmjoo, J., Sabzalian, M. and cheapness, A. (2015). The effect of shade on morpho-physiological characteristics and essential oil content of different genotypes of three species of mint. Plant Process and Function. 4 (13): 69-57.

Saiiad Aleian, M., Naderi, R., Fatahei Moghaddam, M.R. and Padasht Dehkaei, M.N. (2013). Evaluation of different plant populations Chelcheragh lily (Lilium ledebourii (Baker) Boiss.) using morphological characteristics and multivariate statistical methods. Iranian Journal of Horticultural Science. 44(4): 379-387.

Shokrollahi, S.h., Heshmati, Q.A. and Yousefzadeh, H. (2018). Investigation of phenol content, total flavonoids and antioxidant function of the rare plant Lilium ledebourii Boiss in northern Iran. Journal of Fasa University of Medical Sciences. 8 (2): 734-722.

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.

Sonboli, A., Canaani, M., Yousefzadi, M. and Mojarrad, M. (2009). Comparisonof chemical composition and antibacterial effects of essential oil (*Salvia hydrangea* L.) in two different localities. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants Research, 9: 20-28.

Tatian, M.R. (2001). Sociological studies of plant (Phytosociology) summer pastures Hezarjarib-Behshahr.- Master s thesis. 128p.

Tawaha, K.H., Alali, F.Q., Gharaibeh, M., Mohammad, M. and Elimat, T.E. (2007). Antioxidant activity and total phenolic content of selected Jordanian plant species. Food Chemistry. 104: 1372– 1378.

Velioglu, Y.S., Mazza, G., Gao, L. and Oomah, B.D. (2000). Antioxidant activity and total phenolic in selected fruits, vegetables, and grain products. Agricultural and Food Chemistry. 46 (10): 4113-4127.

Zhang, J., Liao, B., Craik, D.J., Li, J.T., Hu, M. and Shu, W.S. (2009). Identification of two suites of cyclotide precursor genes from metallophyte Viola baoshanensis: cDNA sequence variation, alternative RNA splicing and potential cyclotide diversity. Gene. 431: 23–32.

Journal of Plant Environmental Physiology, Serial 63, 16th year, Number 3, Autumn 2021
Doi: 10.30495/iper.2021.686563
Dor: 20.1001.1.76712423.1400.16.63.8.0

Comparison of morphological and phytochemical traits in some endogenous genotypes of sweet violet (*Viola odorata* L.) in Mazandaran and Golestan provinces

Hossein Moradi[1]*, Mehdi HadadiNejad[2], Alireza Yavari[3], Mehdi Mohammadi Azni[2], Seyed Maryam Moosavi[2], Seyed Mohammadamin Hosseini[2]

[1]Department of Horticultural Sciences, Research Institute of Medicinal Plants Biotechnologies (RIMPBio), Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Iran
[2]Department of Horticultural Sciences, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran
[3]Department of Horticulture Science and Engineering, College of Agriculture and Natural Resources, University of Hormozgan, Bandar Abbas, Iran

Received date: 2020/10/12 Accepted date: 2020/03/31

Abstract

In order to evaluate genetic diversity using phenotype and phytochemical properties of sweet violet (Viola odorata), 10 regions of Mazandaran and Golestan provinces were studied. Phytochemical traits such as phenol content, flavonoid, antioxidant capacity, chlorophyll a, chlorophyll b, total chlorophyll, and morphological characters of leaf size, petiole length, pedicel length, and root length were evaluated. Sari and Kosout genotypes had the highest chlorophyll b and total chlorophyll contents and the Sari ecotype had the highest flavonoid content. The highest level of antioxidant capacity was observed in Sari and Vari ecotypes. The ecotypes of Zanglab, Aq Cheshmeh, Tangeh Chehel Chai with lower height showed the highest total phenol contents. Results of morphological evaluation showed that ecotypes of Vari, Sar,i and kosout had the longest leaves and ecotypes of Azni and Vari had the longest roots. Also, ecotypes of Vari, kosout, Tangeh Chehel Chai, and Zanglab had the highest petiole length and Tangeh Chehel Chai ecotype had the highest leaf number. Correlation of traits showed that leaf height, leaf width, petiole length, leaf number, leaf flavonoid, and leaf phenol contents of sweet violet decreased with increasing altitude. In general, Sari, Vari, and Kosoot ecotypes from Mazandaran province had superior genotypes for most of the traits that could be used for future breeding programs.

Keywords: Ecotype, Iranian violet, Morphological diversity, Phytochemical compounds

*Corresponding author; moradiho@yahoo.com