

ارزیابی تنوع توده‌های بادرشبو (*Dracocephalum moldavica*) کشت‌شونده در شمال غرب ایران با استفاده از صفات آگرومورفولوژی و فیتوشیمیایی

Assessing Diversity of Landraces of *Dracocephalum moldavica* from Northwest of Iran Using Agro-morphological and Phytochemical Traits

سیده فاطمه برقعی^۱ و علی عزیزی^{۲*}

تاریخ دریافت: ۹۶/۰۶/۰۸ تاریخ پذیرش: ۹۶/۱۰/۰۳

چکیده

بادرشبو (*Dracocephalum moldavica* L.) گیاهی است معطر و دارویی که در شمال غرب ایران کشت شده، به صورت سبزی هم مصرف می‌شود. در بیشتر برنامه‌های به‌نژادی گیاهان دارویی، بررسی میزان تنوع ژنتیکی در ذخایر توارثی گیاهی به‌عنوان یکی از مهم‌ترین مراحل پیشبرد کار محسوب می‌شود. در پژوهش حاضر تنوع بین هفت جمعیت کشت‌شونده بومی از شمال غرب ایران، دو استان آذربایجان غربی و شرقی، براساس ۱۱ صفت آگرومورفولوژی و ویژگی‌های فیتوشیمیایی اسانس مورد بررسی قرار گرفت. جمعیت‌ها متعلق به مناطقی شامل نقره، کشتیبان، توپراق‌قلعه، باغچاقوق، حکم‌آباد، جهانگیر و روستای شیراز بود. بذور جمعیت‌های موردنظر جمع‌آوری شدند و تحت شرایط زراعی، در منطقه همدان کشت شدند. نتایج نشان داد که جمعیت‌ها از نظر صفات آگرومورفولوژی، دارای تفاوت معنی‌دار آماری ($p < 0.05$) بودند. میزان اسانس جمعیت‌ها نیز بین ۰/۰۳ تا ۰/۱۲٪ بر مبنای وزن خشک برگ، متغیر بود. بادرشبو متعلق به منطقه حکم‌آباد دارای بالاترین میزان اسانس بود. در ارزیابی ترکیبات شیمیایی اسانس جمعیت‌ها با استفاده از کروماتوگرافی گازی همراه با طیف‌سنج جرمی (GC-MS)، ۲۷ ترکیب شناسایی شدند. ترکیب ژرانیل‌استات با دامنه تغییرات ۰/۴۵/۵۸-۰/۱۹/۸۵٪، ترکیب غالب در بین اسانس همه جمعیت‌ها بود. نتایج تجزیه خوشه‌ای هفت جمعیت بادرشبو با استفاده از صفات آگرومورفولوژی و همچنین براساس ویژگی‌های شیمیایی اسانس، جمعیت‌ها را در دو گروه مجزا قرار داد ولی این دو نوع خوشه‌بندی، انطباق قابل توجهی با هم نداشتند. از بین صفات آگرومورفولوژی، صفت قطر ساقه دارای همبستگی مثبت و معنی‌دار با درصد اسانس بود. یافته‌های این پژوهش می‌تواند در بهره‌برداری بهتر زراعی و همچنین در به‌نژادی گیاه بادرشبو مفید واقع شوند.

واژه‌های کلیدی: تنوع فنوتیپی، اسانس، همبستگی، نعنایان، کروماتوگرافی

۱. دانشجوی دکتری گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم تحقیقات، تهران، ایران

۲. استادیار گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران

Email: Azizi@basu.ac.ir

* نویسنده مسئول

مقدمه

یکی از محدودیت‌های عمده در زمینه تحقیق، توسعه و پرورش گیاهان دارویی، ناکافی بودن گونه‌های اهلی شده و ارقام معرفی شده با مقدار مناسب مواد مؤثره مفید و سازگار برای روش‌های مختلف کاشت می‌باشد. در حال حاضر بررسی میزان تنوع در ذخایر توارثی گیاهی یکی از قدم‌های اولیه در بیشتر برنامه‌های به‌نژادی است (رحیم‌ملک^۱، 2012). گوناگونی‌های ژنتیکی به‌عنوان مهم‌ترین عامل بقاء موجودات از جمله گیاهان در برابر تغییرات در شرایط محیطی است. آگاهی از میزان تنوع ذخایر توارثی یکی از نیازهای اولیه به‌نژادی گونه‌های گیاهی، به‌ویژه گیاهان وحشی و دارویی، است (کانتر^۲ و همکاران، 2005). در این رابطه، داشتن اطلاعات مربوط به تفاوت‌های مورفولوژی در بین جمعیت‌ها، همراه با داده‌های حاصل از تنوع فیتوشیمیایی جهت حفاظت، بهره‌برداری، اهلی‌سازی و به‌نژادی جمعیت‌های مورد مطالعه از این نوع گیاهان، بسیار مهم است (عزیزی^۳ و همکاران، 2012).

جنس دراکوسفالوم (*Dracocephalum*) یکی از متنوع‌ترین جنس‌های خانواده نعنائیان (Lamiaceae) است که دارای حدود ۷۰ گونه است. این جنس به‌طور عمده در مناطق معتدل کوهستانی، بیابانی و نیمه‌بیابانی آسیا یافت می‌شود (کاکاسی^۴ و همکاران، 2006؛ هورن^۵، 2014). در فلور ایران، این جنس با هشت گونه به‌طور عمده در بخش‌های شمالی و مرکزی کشور متعلق به منطقه جغرافیایی ایرانی-تورانی یافت می‌شوند (سنبلی^۶ و همکاران، 2011). این گونه‌ها شامل بادرنجبویه دماوندی^۷، بادرنجبویه کرمانی (بادرنجبویه لاله‌زاری^۸)، بادرنجبویه عشق‌آبادی^۹، بادرنجبویه سمیرمی^{۱۰}، بادرنجبویه آویشنی^{۱۱}، بادرنجبویه دناپی (پلنگ مشک، زرابی^{۱۲})، بادرنجبویه پرساقه^{۱۳} و بادرشبو می‌باشند (مظفریان، ۱۳۹۱).

بادرشبو، با نام علمی *Dracocephalum moldavica* L. گیاهی علفی و یک‌ساله است که در ایران با نام بادرشبو، بادرنجبویه ترکی (هورن، 2014)، و شاطرا مرزه (مظفریان، ۱۳۹۱) نیز شناخته می‌شود. در منابع معتبر، نام انگلیسی این

گیاه *Moldavian Balm* و *Moldavian Dragonhead* ذکر شده است (دستمال‌چی^{۱۴}، 2008). مواد مؤثره موجود در پیکر رویشی بادرشبو دارای خواص آرام‌بخشی و اشتهاآوری است و به‌عنوان التیام‌دهنده زخم و ضدنفخ دارای کاربرد درمانی بوده، اسانس این گیاه هم‌چنین دارای خاصیت ضدباکتریایی است (امیدبیگی، ۱۳۸۶). از مهم‌ترین ترکیبات شناسایی شده در اسانس این گیاه می‌توان به ژرانیال^{۱۵}، ژرانیل‌استات^{۱۶}، نرال^{۱۷}، نریل‌استات^{۱۸} و ژرانیول^{۱۹} اشاره کرد که جزء گروه مونوترپن‌های حلقوی اکسیژن‌دار هستند و در مرحله گل‌دهی، بیش‌ترین مقدار این ترکیبات در اندام‌های هوایی به‌ویژه برگ‌های گیاه یافت می‌شود (مهام^{۲۰} و همکاران، 2013).

در تحقیقات گذشته، تنوع صفات مورفولوژیکی و بازده اسانس در گیاه دارویی بادرشبو در برخی مناطق اکولوژی ایران و جهان مورد بررسی قرار گرفته است (سلامتی و یوسفی، ۱۳۹۳؛ دیمیتروک و وریسزکو-چمیلیوسکا^{۲۱}، 2010؛ نجد^{۲۲} و همکاران، 2011؛ باقری‌خولنجانی و سعادت سلامتی^{۲۳}، 2014). با این حال مطالعات روی جمعیت‌های بومی کشت‌شونده ایران، جهت ارزیابی صفات آگرومورفولوژی و فیتوشیمیایی این گیاه و همبستگی بین این صفات، اندک است. با توجه به اهمیت موضوع ذکر شده، اهداف این پژوهش عبارت از ارزیابی ظرفیت صفات آگرومورفولوژی و فیتوشیمیایی در تمایز بین جمعیت‌ها و نیز بررسی همبستگی بین صفات مورد مطالعه بودند.

مواد و روش‌ها

مواد گیاهی و ارزیابی صفات

در این تحقیق از هفت جمعیت گیاه دارویی بادرشبو (*Dracocephalum moldavica* L.) استفاده شد. بذور جمعیت‌های این گیاه از مناطق مختلف در دو استان آذربایجان غربی و آذربایجان شرقی واقع در شمال غرب ایران جمع‌آوری شدند. (جدول ۱).

بذرهای هفت جمعیت مذکور در ۱۰ تکرار و در مجموع ۷۰ کرت به ابعاد ۱/۵ در ۱/۵ مترمربع و با فاصله بین کرت‌ها به اندازه ۱/۵ متر از یکدیگر در ایستگاه اکباتان، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان همدان با عرض جغرافیایی ۳۸

14. Dastmalchi
15. Geranial
16. Geranyl acetate
17. Neral
18. Neryl acetate
19. Geraniol
20. Maham
21. Dmitruk and Weryszko-Chmielewska
22. Najda
23. Bagheri Khoulenjani and Sadat Salamati

1. Rahimmalek
2. Canter
3. Azizi
4. Kakasy
5. Horn
6. Sonboli
7. *D. aucheri*
8. *D. polychaetum*
9. *D. subcapitatum*
10. *D. surmandicum*
11. *D. thymifolium* L.
12. *D. kotschy*
13. *D. multicaule*

سانتی‌گراد با افزایش دمای ۴ درجه در دقیقه تنظیم گردید. برای ردیاب، ولتاژ یونیزاسیون ۷۰ الکترون ولت، مورد استفاده قرار گرفت. شناسایی ترکیبات با کمک پارامتر اندیس بازداری و طیف‌های جرمی و مقایسه آن‌ها با اطلاعات موجود در بانک اطلاعات طیف‌های جرمی Wiley صورت گرفت.

درصد نسبی هر یک از ترکیب‌ها با توجه به سطح زیر منحنی آن‌ها در طیف حاصل از کروماتوگراف گازی (GC/FID)^۵ مجهز به دتکتور FID محاسبه گردید. شرایط آنالیز GC/FID مشابه شرایط تجزیه GC/MS بود. دمای ۲۸۰ درجه سانتی‌گراد برای دتکتور FID استفاده شد.

تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها

تجزیه واریانس، مقایسه میانگین‌ها به روش آزمون دانکن (در سطح ۰/۵) و تجزیه خوشه‌ای نمونه‌ها، بعد از استاندارد کردن داده‌ها، به کمک نرم‌افزار SPSS نسخه ۱۶ انجام شد. به منظور گروه‌بندی جمعیت‌ها، تجزیه خوشه‌ای با روش وارد^۶ و در نظر گرفتن فاصله اقلیدسی بین داده‌ها انجام گرفت و دندروگرام مربوطه رسم شد. در این مطالعه به منظور تعیین میزان همبستگی صفات، از ضرایب همبستگی ساده صفات فنوتیپی پیرسون^۷ استفاده شد.

درجه، ۳۵ دقیقه و ۱۹ ثانیه شمالی و طول جغرافیایی ۴۴ درجه، ۵۲ دقیقه و ۲۷ ثانیه شرقی و ارتفاع ۱۷۲۰ متر از سطح دریا در تاریخ ۳۰ اردیبهشت سال ۱۳۹۲ کشت شدند. ابتدا آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کاملاً تصادفی طراحی شد ولی با توجه به این که اثر بلوک برای هیچ‌کدام از صفات معنی‌دار نشد، تجزیه آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی انجام شد. براساس آمار هواشناسی شهرستان همدان، متوسط بارندگی سالیانه این منطقه ۳۵۰ میلی‌متر بوده، با داشتن زمستان‌های سرد و تابستان‌های گرم و خشک دارای شرایط آب و هوایی نیمه‌خشک است (زارع/بیانه^۱ و همکاران، ۲۰۰۹). براساس نتایج تجزیه خاک، بافت خاک مزرعه رسی شنی^۲ تشخیص داده شد. به منظور انجام ارزیابی‌های فنوتیپی جمعیت‌ها در این گیاه، ۱۱ صفت اگرومورفولوژی (جدول ۲) بررسی شدند.

استخراج اسانس

به منظور استخراج و تعیین مقدار اسانس از گیاهان هر جمعیت، برگ‌های برداشت شده در سایه خشک گردیدند. برای اسانس‌گیری، دستگاه کلونجر^۳ و روش تقطیر با آب مورد استفاده قرار گرفت. اسانس‌گیری با استفاده از ۱۰۰ گرم از برگ خشک گیاهی به مدت سه ساعت انجام شد. میزان اسانس حاصل پس از رطوبت‌زدایی با سولفات سدیم بی‌آب، براساس وزنی/ وزنی بر پایه وزن خشک برگ محاسبه گردید. در این بررسی محتوی اسانس به دست آمده از جمعیت‌های مختلف با فرمول زیر بر حسب درصد تعیین گردید:

$$100 \times (\text{وزن خشک برگ گیاه} / \text{وزن اسانس}) = \text{درصد اسانس}$$

تجزیه اسانس

شناسایی ترکیب‌های موجود در اسانس با استفاده از روش گاز کروماتوگرافی همراه با طیف‌سنجی جرمی GC/MS^۴ و در بخش فیتوشیمی پژوهشکده گیاهان و مواد اولیه دارویی - دانشگاه شهید بهشتی انجام شد. بدین منظور از دستگاه نوع Thermo مدل (TRACE MS) مجهز به ستون DB-5 (به طول ۳۰ متر، قطر داخلی ۰/۲۵ میلی‌متر و ضخامت لایه فاز ساکن ۰/۲۵ میکرومتر) استفاده شد. گاز هلیوم با جریان ثابت ۱/۱ میلی‌متر در دقیقه به‌عنوان گاز حامل (فاز متحرک) استفاده شد. دمای محفظه تزریق ۲۵۰ درجه سانتی‌گراد و برنامه‌ریزی دمایی آون محفظه ستون از ۶۰ تا ۲۵۰ درجه

5. Gas Chromatography/ Flame Ionization Detector
6. Ward Method
7. Pearson

1. Zare Abyaneh
2. Sand Clay Loam
3. Clevenger
4. Gas Chromatography-mass spectrometry

جدول ۱: مشخصات جغرافیایی مناطق جمع‌آوری جمعیت‌های مورد مطالعه بادرشبو

Table 1: Geographical location information of plant origins of seven *D. moldavica* landraces

| ردیف | جمعیت | استان | طول جغرافیایی (شرقی) | عرض جغرافیایی (شمالی) | ارتفاع از سطح دریا (متر) |
|------|----------------|-----------------|----------------------|-----------------------|--------------------------|
| Row | Population | Province | Longitude (E) | Latitude (N) | Altitude (m) |
| 1 | نقده | آذربایجان غربی | 45° 23' | 36° 57' | 1325 |
| | Naghadeh | West Azerbaijan | | | |
| 2 | کشتیبان | آذربایجان غربی | 45° 15' | 37° 33' | 1278 |
| | Keshtiban | West Azerbaijan | | | |
| 3 | توپراق قلعه | آذربایجان غربی | 45° 06' | 37° 35' | 1302 |
| | Topragh Ghalee | West Azerbaijan | | | |
| 4 | باغچاجوق | آذربایجان غربی | 44° 49' | 38° 10' | 1339 |
| | Baghchajogh | West Azerbaijan | | | |
| 5 | حکم‌آباد | آذربایجان شرقی | 46° 15' | 38° 50' | 1353 |
| | Hokm Abad | East Azerbaijan | | | |
| 6 | جهانگیر | آذربایجان شرقی | 46° 16' | 37° 24' | 1567 |
| | Jahangir | East Azerbaijan | | | |
| 7 | روستای شیراز | آذربایجان شرقی | 45° 54' | 37° 26' | 1282 |
| | Shiraz Valley | East Azerbaijan | | | |

جدول ۲: صفات آگرومورفولوژی ارزیابی شده در هفت جمعیت کشت‌شونده از گیاه بادرشبو

Table 2: Agro-morphological traits evaluated in seven *D. moldavica* L. landraces

| شماره | صفت | کد | واحد |
|-------|---------------------------|------|---------|
| No. | Traits | Code | Unit |
| 1 | ارتفاع گیاه | PH | cm |
| 2 | تعداد ساقه فرعی | NB | - |
| 3 | طول ساقه فرعی | BL | cm |
| 4 | قطر ساقه | SD | mm |
| 5 | طول برگ | LL | mm |
| 6 | عرض برگ | LW | mm |
| 7 | وزن تر زیست‌توده (بیوماس) | FM | g/plant |
| 8 | وزن خشک زیست‌توده | DM | g/plant |
| 9 | وزن برگ خشک | LDW | g/plant |
| 10 | وزن ساقه خشک | SDW | g/plant |
| 11 | محتوی اسانس | EOC | w/w % |

نتایج و بحث

ارزیابی تنوع صفات آگرومورفولوژی بین جمعیت‌ها

براساس نتایج تجزیه واریانس داده‌ها، تفاوت قابل ملاحظه‌ای بین هفت جمعیت کشت‌شونده گیاه دارویی بادرشبو برای بیشتر صفات آگرومورفولوژی مشاهده شد (جدول ۳). نتایج مقایسه میانگین داده‌ها توسط آزمون دانکن (جدول ۵) نشان داد که جمعیت‌های مورد مطالعه از نظر همه صفات آگرومورفولوژی به جز صفت وزن تر گیاه، در سطح احتمال ۵ درصد، تفاوت معنی‌داری داشتند. در مطالعه حاضر، کم‌ترین و بیش‌ترین ارتفاع گیاه به ترتیب در جمعیت‌های حکم‌آباد (۵۴/۷۶ سانتی‌متر) و روستای شیراز (۷۴/۷۶ سانتی‌متر)

مشاهده گردید. حداقل تعداد شاخه مربوط به جمعیت کشتیبان (۷/۸۶) و حداکثر مربوط به جمعیت توپراق قلعه (۳/۵۸) بود. نتایج نشان داد که جمعیت کشتیبان (۳/۵۸ میلی‌متر) و باغچاجوق (۴/۷۴ میلی‌متر) به ترتیب دارای کم‌ترین و بیش‌ترین قطر ساقه بودند. بیش‌ترین و کم‌ترین طول برگ نیز در دو جمعیت روستای شیراز با میانگین ۴/۸۲ میلی‌متر و کشتیبان با میانگین ۳/۸۱ میلی‌متر دیده شد. مقایسه میانگین عرض برگ نشان داد جمعیت حکم‌آباد با میانگین ۲/۳۷ میلی‌متر بیش‌ترین و جمعیت روستای شیراز با میانگین ۱/۷۷ میلی‌متر کم‌ترین عرض برگ را دارند (جدول ۵). هم‌چنین جمعیت‌های مورد مطالعه از نظر وزن تر زیست‌توده اختلاف معنی‌داری با هم نداشتند. اما، جمعیت کشتیبان دارای کم‌ترین

جمعیت‌های نزدیک به هم و نیز آنالیز روابط ژنتیکی آن‌ها دارند. با وجود محدودیت‌های ذکر شده، صفت‌های مورفولوژیکی به‌علت سادگی و سرعت سنجش آن‌ها، جهت ارزیابی‌های اولیه مفید هستند و می‌توانند به‌عنوان یک روش کلی، جهت ارزیابی گوناگونی‌ها در میان جمعیت‌ها مورد استفاده قرار گیرند (کانتز و همکاران، 2005). نتایج این پژوهش نشان می‌دهد، انجام کار اصلاحی به‌ویژه گزینش، بر روی صفاتی مانند ارتفاع گیاه و صفت‌هایی با تنوع قابل ملاحظه بر روی جمعیت‌های مورد مطالعه باردشبو مفید خواهد بود.

درصد اسانس که از مهم‌ترین صفت‌های کمی تأثیرگذار بر کیفیت گیاه دارویی است در جمعیت حکم‌آباد (۰/۱۲ درصد) و در جمعیت کشتیبان (۰/۰۳ درصد) مشاهده گردید که به‌ترتیب دارای بالاترین و پایین‌ترین میزان بود (جدول ۵). در بررسی انجام شده توسط کاکاسی و همکاران (2006)، بازده اسانس در گیاه بادرشبو ۰/۱۱ درصد گزارش گردید. هم‌چنین در مطالعه انجام شده بر روی اسانس گیاه بادرشبو جمعیت مراغه (استان آذربایجان شرقی)، درصد اسانس در این جمعیت بین ۰/۰۶-۰/۹۲ درصد گزارش شده است (مهام و همکاران، 2013). در مطالعه دیگری که روی جمعیت‌هایی از شمال غرب ایران انجام شد، محدوده درصد اسانس در اندام هوایی بادرشبو به میزان ۰/۴۰-۰/۶۱ درصد تعیین گردید و جمعیت سلماس دارای بالاترین درصد اسانس (۰/۶۱ درصد) معرفی شد (یوسف‌زاده و سفیدکن، ۱۳۹۵) که در مقایسه با جمعیت حکم‌آباد (۰/۱۲ درصد) در مطالعه حاضر، پنج برابر بیشتر اسانس تولید نمود. هم‌چنین در مطالعه دیگری هشت جمعیت بادرشبو جمع‌آوری شده از نقاط مختلف ایران، وجود بالاترین میزان اسانس در جمعیت بیرجند (۰/۹۹ درصد) و کم‌ترین میزان آن در جمعیت سمیرم (۰/۷۵ درصد) بود (باقری‌خولنجانی و سعادت سلامتی، 2014). با توجه به بررسی‌های انجام شده قبلی، مشخص گردیده است که تفاوت در میزان درصد اسانس تولیدی احتمالاً تحت تأثیر فاکتورهای مختلف محیطی و وراثتی قرار می‌گیرد (کانتز و همکاران، 2005). مطابق بررسی‌های انجام شده در این تحقیق تفاوت معنی‌داری بین صفات اگرومورفولوژی در جمعیت‌های بادرشبو مشاهده شد. این نتایج بیان‌کننده این مطلب است که این ژرم‌پلاسماها از نظر صفات اگرومورفولوژی مورد مطالعه از تنوع قابل توجهی برخوردارند که این امر می‌تواند در انتخاب از بین جمعیت‌ها و به‌نژادی این گیاه به‌خوبی مورد استفاده قرار گیرد.

وزن خشک زیست توده و متفاوت از بقیه جمعیت‌ها بود و میزان برگ خشک کمتری را هم تولید نمود (جدول ۳).

نشانگرهای مورفولوژیکی در ارزیابی تنوع ژنتیکی در بسیاری از گونه‌های خانواده نعناعیان مورد استفاده قرار گرفته اند. از جمله گیاهان مورد مطالعه می‌توان به نعناع^۱ (احمد^۲ و همکاران، 2011)، مرزنجوش (ندی^۳ و همکاران، 2011) و پونه‌سای^۴ (دونگ^۵ و همکاران، 2015) اشاره نمود. نتایج این تحقیق با نتایج به‌دست آمده در سایر گیاهان این خانواده، مشابهت داشت. به‌عنوان مثال در نتایج حاصل از تجزیه واریانس صفت‌های مورفولوژی، در گونه دارویی آویشن‌کوهی^۶، صفات مهمی مانند طول برگ، عرض برگ و درصد اسانس تفاوت‌های معنی‌داری در جمعیت‌های مورد مطالعه داشتند (بابالار و همکاران، ۱۳۹۲). در بررسی انجام شده بر روی گونه‌های مختلف مریم‌گلی نیز تفاوت معنی‌داری در صفت‌های اندازه‌گیری شده مانند ارتفاع گیاه و عرض برگ مشاهده شد (موسی^۷ و همکاران، 2011). هم‌چنین در مطالعه صورت گرفته بر روی ۱۲ صفت کمی اگرومورفولوژی از جمله ارتفاع گیاه، تعداد شاخه جانبی، طول شاخه جانبی و قطر ساقه در گیاه مرزنجوش خصوصیات ارزیابی شده در میان جمعیت‌های کلکسیون اروپا، تفاوت بالایی نشان دادند (عزیزی و همکاران، 2012).

در پژوهش صورت گرفته توسط باقری‌خولنجانی و سعادت‌سلامتی (2014) بر روی خصوصیات مورفولوژیکی جمعیت‌های مختلف گیاه بادرشبو نیز داده‌های حاصل تنوع قابل توجهی نشان دادند. در بررسی آن‌ها، هشت جمعیت از مرکز، شرق و جنوب ایران مورد ارزیابی قرار گرفتند. با توجه به نتایج به‌دست آمده، بیش‌ترین و کم‌ترین تعداد شاخه جانبی در این جمعیت‌ها با میانگین ۱۹/۴۵ و ۱۵/۱۱ به‌ترتیب در دو جمعیت بیرجند و نیشابور و نیز بیش‌ترین و کم‌ترین ارتفاع گیاه در دو جمعیت کرمان (۲۰/۵۷ سانتی‌متر) و فریدن (۱۶/۴۵ سانتی‌متر) گزارش شد.

تنوع مورفولوژی به‌دلیل اثرات متقابل ژنوتیپ و محیط و هم‌چنین کنترل ژنتیکی ناشناخته بسیاری از صفات زراعی و مورفولوژی پلی‌ژن، همیشه منعکس‌کننده تغییرات واقعی ژنتیکی نیستند. هم‌چنین مشخص شده است که خصوصیات مورفولوژیک کارایی نسبتاً کمتری جهت تمایز دقیق بین

1. *Mentha longifolia*
2. Ahmad
3. Andi
4. *Nepeta wuana*
5. Dong
6. *Thymus kotschyanus*
7. Mossi

ارزیابی فیتوشیمیایی اسانس در جمعیت‌ها

نتایج تجزیه واریانس ترکیب‌های شیمیایی مورد مطالعه نشان داد که جمعیت‌های بادرشبو در تمام ترکیبات به جز دو ترکیب میرتنول و تیزپیران آ در سطح ۵٪ معنی‌دار بود (جدول ۴). نتایج مقایسه میانگین نیز نشان داد که بین جمعیت‌ها برای بسیاری از صفات مورد مطالعه، تفاوت معنی‌داری در سطح ۵٪ وجود داشت (جدول ۶). اسانس استحصال شده از برگ‌های این گیاه، زرد کم‌رنگ و دارای بوی مطبوع و بسیار تند بود. در پژوهش حاضر در مجموع ۲۷ ترکیب در اسانس هفت جمعیت از گیاه دارویی بادرشبو شناسایی گردید (جدول ۶). در مقایسه میانگین ترکیبات موجود در اسانس‌ها، ماده ژرانیل‌استات به‌عنوان ترکیب غالب در همه جمعیت‌ها (۴۵/۵۸-۱۹/۸۵٪) تعیین شد.

دومین ترکیب عمده در ۶ جمعیت شامل نقره، کشتیبان، توپراق‌قلعه، حکم‌آباد، جهانگیر و روستای شیراز، ژرانیل (۲۵/۵۹-۲۰/۲۲٪) و در جمعیت باغچاقوق ترکیب ژرانیل (۱۷/۳٪) شناسایی شد. نرال (۱۸/۵۷-۱۲/۶۵٪) سومین ترکیب قابل ملاحظه در جمعیت‌های مورد مطالعه بود (جدول ۶). در مقایسه بین دو استان مورد بررسی، جمعیت کشتیبان در آذربایجان غربی دارای میزان بالاتری از دو ترکیب (ژرانیل: ۲۵/۵۹٪ و نرال: ۱۸/۵۷٪) در مقایسه با آذربایجان شرقی بودند. در حالی که، بالاترین میزان ژرانیل‌استات (۴۵/۵۸٪) در جمعیت جهانگیر استان آذربایجان شرقی به‌دست آمد (جدول ۶). به‌طور کلی سه ترکیب ژرانیل‌استات، ژرانیل و نرال از ترکیب‌های کلیدی اسانس گیاه بادرشبو هستند که بر اساس مقایسه میانگین داده‌ها در بین جمعیت‌ها، مقادیرشان متفاوت بود.

سعید ال‌اهل^۱ و همکاران (2015) نیز در کشور مصر، ۳۳ ترکیب در اسانس بادرشبو شناسایی کردند و ترکیب‌های غالب را برای اسانس این گیاه، ژرانیل‌استات (۲۸/۸۱٪)، ژرانیل (۲۰/۴۲)، نرال (۱۸/۳۶) و ژرانیل (۱۲/۶۶٪) گزارش نمودند. در مطالعه ال‌بیک و ال‌باروتی^۲ (2008) با مقایسه ترکیب‌های شیمیایی اسانس بادرشبو، ترکیب‌های اصلی را در بین جمعیت‌های مصری، ژرانیل‌استات، ژرانیل، نرال، نریل‌استات، نرال و لینالول تعیین کردند. در پژوهش دیگری توسط مهمان و همکاران (2013) ترکیب‌های غالب اسانس در بادرشبو مراغه را ژرانیل‌استات، ژرانیل، نرال و ژرانیل اعلام کردند. در تحقیقات کاکاسی و همکاران (2006) ترکیب‌های غالب اسانس در بادرشبو را لینالول، ژرانیل، سیترال، نرال و ژرانیل‌استات بیان

کردند. ترکیب‌های اسانس گیاه تحت تأثیر چندین عامل مانند شرایط آب و هوایی، تغییرات فصلی و فاکتورهای ژنتیکی قرار می‌گیرند (لوزینه و ونزکوتونیز^۳، 2005).

در این مطالعه جمعیت‌های بادرشبو در شرایط محیطی و زراعی یکسانی (منطقه همدان) کشت شده بودند. بنابراین تنوع مشاهده شده در جمعیت‌ها می‌تواند تا حدود زیادی مربوط به تأثیر عوامل ژنتیکی باشد. البته تحقیقات نشان داده است شرایط اکولوژیکی، آب و هوایی، تنش‌های محیطی، زمان برداشت، ارتفاع رویشگاه یا کشتگاه و عوامل زراعی بر عملکرد و کیفیت مواد مؤثره گیاهان خانواده نعناعیان تأثیرگذار هستند (برنا و همکاران، ۱۳۸۶؛ بیگدلو و همکاران، ۱۳۹۱؛ عزیزی و همکاران، 2012). داشتن اطلاعات در زمینه میزان گوناگونی‌ها در صفات اگرومورفولوژی و ویژگی‌های فیتوشیمیایی می‌تواند در مدیریت ژرم‌پلاس‌های گیاهی و طراحی برنامه‌های مناسب جهت بهره‌برداری مستقیم یا به‌نژادی گیاه سودمند باشد. از نظر برنامه‌های به‌نژادی، ترکیب‌های مفید دارای تنوع بالا برای گیاه بادرشبو دارای اهمیت بوده و در فرایند انتخاب بین جمعیت‌ها، می‌تواند به‌کار گرفته شود. در این بررسی سه ترکیب عمده و اصلی گیاه شامل ژرانیل‌استات در جمعیت جهانگیر و دو ترکیب ژرانیل و نرال در جمعیت کشتیبان از مقادیر بالا و قابل توجهی برخوردار بودند که می‌توان در گزینش بر مبنای ترکیب‌های شیمیایی اسانس از دو جمعیت مذکور استفاده نمود.

جدول ۳: نتایج تجزیه واریانس صفات اگرومورفولوژی مورد بررسی در هفت جمعیت کشت شونده گیاه دارویی بادرشبو
Table 3: Results of analysis of variance for morphological traits in studied populations of Moldavian Balm

| میانگین مربعات Mean of squares | | | | | | | | | | | درجه آزادی df | منابع تغییرات Sources of variations |
|-----------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------|---------------------------------------|-----------------------------------|-----------------------|------------------------|-----------------------------|---------------------------|----------------------------------|-----------------------------|------------------|--|
| وزن خشک زیست توده Dry mass | وزن خشک برگ Leaf dry weight | وزن خشک ساقه Stem dry weight | محتوای اسانس Essential oil content | وزن تر زیست توده Fresh mass | عرض برگ Leaf width | طول برگ Leaf length | ضخامت ساقه Stem diameter | طول شاخه Branch length | تعداد شاخه Number of branches | ارتفاع گیاه Plant height | | |
| 1.921* | 2.349* | 0.564* | 3.260* | 16.767 ^{ns} | 3.896* | 2.195* | 0.818* | 32.289* | 7.798* | 243.697* | 6 | جمعیت Population |
| 0.338 | 0.711 | 0.133 | 0.516 | 15.328 | 0.379 | 0.744 | 0.285 | 9.659 | 2.018 | 17.267 | 63 | خطا Error |
| 28.41 | 21.84 | 31.77 | 18.69 | 27.96 | 11.06 | 13.64 | 13.92 | 28.01 | 17.24 | 11.43 | | ضریب تغییرات (درصد) CV (%) |

* و ns: به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد و غیرمعنی دار
* and ns: Significant at the 5% levels and Non-significant, respectively

جدول ۴: تجزیه واریانس ترکیبات اسانس مورد بررسی در هفت جمعیت گیاه دارویی بادرشبو
Table 4: Results of analysis of variance for morphological characteristics in studied populations of Moldavian Balm

| میانگین مربعات Mean of squares | | | | | | | | | | | | | درجه آزادی df | منابع تغییرات Sources of variations | |
|-----------------------------------|---------------------|---------------|---------------|---------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|---|--|---|-----------------------|---------------------|------------------|--|----------------------------------|
| ژرانیال Geranial | ژرانیول Geraniol | نرال Neral | نرول Nerol | میرتنول Myrtenol | زی- ایزوسیترال Z-Isocitral | ای- ایزوسیترال E-Isocitral | نرول اکساید Nerol oxide | ترانس کریزانتمال Trans- chrysanthemal | بتا پینن اکساید Pinene oxide<beta-> | اکتن-۱-اول استات Octen-1-ol, acetate | ان-نونان n-Nonanal | لینالول Linalool | | | |
| 1.998* | 2.098* | 1.814* | 1.871* | 1.413 ^{ns} | 0.030* | 0.013* | 0.002* | 0.003* | 0.003* | 0.001* | 2.467* | 0.082* | 0.140* | 6 | جمعیت Population |
| 0.572 | 0.529 | 0.651 | 0.627 | 0.823 | 0.005 | 0.002 | 0.000 | 0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.371 | 0.014 | 0.028 | 18 | خطا Error |
| 27.11 | 12.36 | 15.55 | 28.87 | 29.02 | 17.38 | 20.63 | 13.80 | 12.98 | 12.36 | 10.22 | 37.20 | 15.15 | 22.67 | | ضریب تغییرات (درصد) CV (%) |

* و ns: به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد و غیرمعنی دار
* and ns: significant at the 5% levels and Non-significant, respectively

ادامه جدول ۴: تجزیه واریانس ترکیبات اسانس مورد بررسی در هفت جمعیت گیاه دارویی بادرشبو

Table 4 Continued: Results of analysis of variance for morphological characteristics in studied populations of Moldavian Balm

| میانگین مربعات Mean of squares | | | | | | | | | | | | | درجه آزادی df | منابع تغییرات Sources of variations |
|-----------------------------------|--|---|---|---------------------------|--|---------------------------------------|---------------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------|--|---------------------|--|
| زی | هگزاهیدرو فازنزیل استون Z- phytol | دی اپی کوبنول ۱۰ و Cubenol <1,10- di-epi-> | کاریوفیلین اکساید Caryophyllene oxide | اسپاتولنول Spathulenol | ترانس بتا یونون trans-β- Ionone | ژرانیل استون Geranyl acetone | ژرانیل استات Geranyl acetate | نریل استات Neryl acetate | نریک اسید Neric acid | متیل ژرانیل Methyl geranate | تیزپیران آ Theaspirane A | دی هیدرو ادیولان ۲ dihydroedulan II | | |
| 1.780* | 1.850* | 2.260* | 2.097* | 1.886* | 1.979* | 1.782* | 2.044* | 1.827* | 1.926* | 1.830* | 1.332 ^{ns} | 0.001* | 6 | جمعیت Population |
| 0.666 | 0.636 | 0.460 | 0.530 | 0.620 | 0.580 | 0.665 | 0.553 | 0.644 | 0.603 | 0.644 | 0.858 | 0.001 | 14 | خطا Error |
| 10.72 | 18.65 | 29.70 | 29.34 | 24.56 | 25.42 | 15.75 | 27.92 | 15.43 | 14.32 | 24.59 | 20.52 | 23.29 | | ضریب تغییرات (درصد) CV (%) |

* و ns: به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد و غیرمعنی دار

* and ns: significant at the 5% levels and Non-significant, respectively

جدول ۵: میانگین ۱۱ صفت آگرومورفولوژی مورد مطالعه در هفت جمعیت کشت شونده گیاه بادرشبو

Table 5: Mean values of 11 agro-morphological traits studied in 7 landraces of *D. moldavica*

| محتوای اسانس (درصد) Essential oil content (%) | وزن خشک ساقه (گرم/گیاه) Stem dry weight (g/plant) | وزن خشک برگ (گرم/گیاه) Leaf dry weight (g/plant) | وزن خشک زیست توده (گرم/گیاه) Dry mass (g/plant) | وزن تر زیست توده (گرم/گیاه) Fresh mass (g/plant) | عرض برگ (میلی متر) Leaf width (mm) | طول برگ (میلی متر) Leaf length (mm) | قطر ساقه (میلی متر) Stem diameter (mm) | طول شاخه (میلی متر) Branch length (mm) | تعداد شاخه Number of branches | ارتفاع گیاه (سانتی متر) Plant height (cm) | جمعیت کشت شونده Landrace |
|--|--|---|---|---|---|--|---|---|-------------------------------------|---|-------------------------------|
| 0.06 ^{bc} | 1.59 ^a | 1.46 ^a | 3.06 ^a | 12.64 ^a | 2.26 ^a | 4.48 ^{abc} | 4.52 ^a | 12.10 ^{ab} | 11.19 ^{ab} | 71.43 ^{ab} | نقده Naghadeh |
| 0.03 ^a | 0.80 ^b | 0.93 ^b | 1.48 ^b | 8.87 ^a | 1.94 ^{cd} | 3.81 ^C | 3.58 ^b | 10.28 ^b | 7.86 ^c | 66.86 ^{bc} | کشتیبان Keshtiban |
| 0.04 ^a | 1.78 ^a | 1.53 ^a | 3.16 ^a | 11.19 ^a | 2.05 ^{bc} | 3.95 ^{bc} | 4.57 ^a | 13.14 ^{ab} | 11.66 ^a | 60.26 ^d | توپراق قلعه Topragh Ghalae |
| 0.09 ^{ab} | 1.65 ^a | 1.48 ^a | 3.14 ^a | 14.51 ^a | 2.31 ^a | 4.64 ^{ab} | 4.74 ^a | 15.88 ^a | 9.33 ^{bc} | 70.9 ^{ab} | باغچاجوق Baghchajogh |
| 0.12 ^a | 1.27 ^{ab} | 1.35 ^a | 2.62 ^a | 12.86 ^a | 2.37 ^a | 4.24 ^{abc} | 4.24 ^{ab} | 9.60 ^b | 10.06 ^{ab} | 54.76 ^e | حکم آباد Hokm Abad |
| 0.05 ^a | 1.65 ^a | 1.44 ^a | 3.25 ^a | 12.81 ^a | 2.16 ^{ab} | 4.77 ^a | 4.58 ^a | 15.08 ^a | 10.26 ^{ab} | 64.39 ^{cd} | جهانگیر Jhangir |
| 0.08 ^{ab} | 1.35 ^a | 1.28 ^a | 2.63 ^a | 13.55 ^a | 1.77 ^d | 4.82 ^a | 4.70 ^a | 15.69 ^a | 10.39 ^{ab} | 74.76 ^a | روستای شیراز Shiraz Valley |

اعداد هر ستون که در یک حرف مشترک هستند فاقد تفاوت آماری براساس آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵٪ می‌باشند

In each column, data having one similar letter are not significantly different at 5% level using Duncan test

جدول ۶: میانگین درصد ترکیبات شناسایی شده اسانس در هفت جمعیت کشت‌شونده گیاه دارویی بادرشبو

Table 6: Mean values of 27 compounds (%) identified in the essential oils from 7 landraces of *D. moldavica*

| روستای شیراز Shiraz Valley | جهانگیر Jahangir | حکم‌آباد Hokm Abad | باغچاجوق Baghchajogh | توپراق قلعه Topragh Ghalae | کشتیبان Keshtiban | نقده Naghadeh | شاخص بازداری RI | ترکیبات Compounds |
|-------------------------------|---------------------|-----------------------|-------------------------|-------------------------------|----------------------|--------------------|--------------------|--|
| 0.96 ^{bc} | 0.85 ^c | 1.18 ^{ab} | 1.38 ^a | 1.23 ^{ab} | 1.21 ^{ab} | 0.82 ^c | 983 | ۶-متیل-۵-هپتان-۲-اون 6-Methyl-5-heptene-2-one |
| 1.10 ^{bc} | 1.27 ^b | 1.49 ^a | 1.24 ^b | 1.31 ^{ab} | 1.21 ^b | 0.97 ^c | 1100 | لینالول Linalool |
| 0.11 ^b | 0.10 ^b | ._ ^b | ._ ^b | ._ ^b | 0.18 ^a | ._ ^b | 1103 | ان-نونان n-Nonanal |
| 0.20 ^a | 0.18 ^{ab} | 0.19 ^{ab} | 0.15 ^c | 0.17 ^{bc} | 0.17 ^{bc} | 0.19 ^a | 1110 | اکتن-۱-اول استات Octen-1-ol, acetate |
| 0.33 ^a | 0.28 ^b | 0.27 ^b | 0.23 ^c | 0.27 ^b | 0.25 ^{bc} | 0.28 ^b | 1141 | بتا پینن اکساید Pinene oxide<beta-> |
| 0.32 ^a | 0.28 ^{abc} | 0.30 ^{ab} | 0.24 ^c | 0.33 ^a | 0.26 ^{bc} | 0.26 ^{bc} | 1152 | ترانس کریزانتمال trans-chrysanthemal |
| 0.26 ^a | 0.22 ^{ab} | 0.21 ^b | 0.20 ^b | 0.19 ^b | 0.21 ^b | 0.26 ^a | 1156 | نرول اکساید Nerol oxide |
| 0.41 ^a | 0.38 ^{ab} | 0.38 ^{ab} | 0.23 ^d | 0.37 ^{ab} | 0.28 ^{cd} | 0.32 ^{bc} | 1165 | ای-ایزوسیترال E-Isocitral |
| 0.71 ^a | 0.69 ^a | 0.68 ^a | 0.48 ^c | 0.69 ^a | 0.50 ^{bc} | 0.61 ^{ab} | 1184 | زی ایزوسیترال Z-Isocitral |
| 0.37 ^{ab} | 0.26 ^{ab} | 0.30 ^{ab} | 0.22 ^b | 0.36 ^{ab} | 0.39 ^a | 0.36 ^{ab} | 1211 | میرتنول Myrtenol |
| 0.20 ^b | 0.23 ^b | 0.24 ^b | 9.74 ^a | 0.19 ^b | 0.38 ^b | 0.24 ^b | 1234 | نرول Nerol |
| 17.42 ^a | 15.80 ^{ab} | 17.32 ^a | 12.65 ^b | 17.83 ^a | 18.57 ^a | 18.10 ^a | 1249 | نرال Neral |
| 6.75 ^b | 7.60 ^b | 8.08 ^b | 17.30 ^a | 7.23 ^b | 7.67 ^b | 6.46 ^b | 1265 | ژرانیول Geraniol |
| 22.32 ^a | 20.22 ^a | 21.64 ^a | 11.19 ^b | 22.13 ^a | 25.59 ^a | 23.82 ^a | 1281 | ژرانیال Geranial |
| 0.12 ^{abc} | 0.10 ^{bc} | 0.12 ^{abc} | 0.14 ^{ab} | 0.13 ^{abc} | 0.15 ^a | ._ ^c | 1294 | دی هیدرو ادیولان ۲ dihydroedulan II |
| 0.10 ^{ab} | 0.19 ^a | ._ ^{ab} | 0.11 ^{ab} | ._ ^b | 0.11 ^{ab} | ._ ^{ab} | 1304 | تیزپیران آ Theaspirane A |
| ._ ^b | ._ ^b | ._ ^b | 1.46 ^a | ._ ^b | ._ ^b | ._ ^b | 1325 | متیل ژرانیات Methyl geranate |
| 0.27 ^b | 0.21 ^b | 0.26 ^b | 0.13 ^b | 0.28 ^b | 0.35 ^b | 1.60 ^a | 1343 | نریک اسید Neric acid |
| 3.36 ^b | 2.79 ^b | 2.39 ^b | 19.15 ^a | 3.06 ^b | 4.05 ^b | 1.65 ^b | 1367 | نریل استات Neryl acetate |
| 41.21 ^a | 45.58 ^a | 42.21 ^a | 19.85 ^b | 41.09 ^a | 33.19 ^{ab} | 40.05 ^a | 1394 | ژرانیل استات Geranyl acetate |
| 0.10 ^b | 0.10 ^b | ._ ^b | 0.30 ^a | ._ ^b | ._ ^b | ._ ^b | 1453 | ژرانیل استون Geranylacetone |
| 0.10 ^b | ._ ^b | ._ ^b | ._ ^b | ._ ^b | 0.14 ^{ab} | 0.20 ^a | 1488 | ترانس بتایونون trans-β-Ionone |
| ._ ^b | ._ ^b | ._ ^b | ._ ^b | ._ ^b | ._ ^b | 0.60 ^a | 1584 | اسپاتولنول Spathulenol |
| 0.48 ^b | 0.39 ^b | 0.34 ^b | 0.23 ^b | 0.43 ^b | 0.74 ^a | 0.26 ^b | 1589 | کاریوفیلین اکساید Caryophyllene oxide |
| 0.10 ^b | ._ ^b | ._ ^b | 0.13 ^b | 0.12 ^b | 0.22 ^a | ._ ^b | 1621 | دی اپی کوبنول او ۱۰ Cubenol<1,10-di-epi-> |
| ._ ^b | 0.11 ^b | ._ ^b | 0.14 ^b | ._ ^b | 0.95 ^a | ._ ^b | 1844 | هگزاهیدرو فارتزیل استون Hexahydrofarnesyl acetone |
| ._ ^b | 0.12 ^b | ._ ^b | ._ ^b | ._ ^b | 0.43 ^a | ._ ^b | 2117 | زی فیتول Z-phytol |
| 97.3 | 97.95 | 97.60 | 96.89 | 97.41 | 97.02 | 97.05 | | Total مجموع |

اعداد هر ستون که در یک حرف مشترک هستند فاقد تفاوت آماری براساس آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵٪ می‌باشند

In each column, data having one similar letter are not significantly different at 5% level using Duncan test

(سلامتی و یوسفی، ۱۳۹۳). نتایج حاصل از ارزیابی‌های صورت گرفته در توده‌های مختلف بابونه آلمانی^۲ براساس تجزیه خوشه‌ای نشان می‌دهد که توده‌های ژنتیکی مربوط به یک منطقه در گروه‌های جداگانه‌ای قرار می‌گیرند (محمدی و همکاران، ۱۳۹۳). این موضوع بیانگر پیروی نکردن تنوع ژنتیکی از تنوع جغرافیایی است. نتایج تحقیقات احمدیان‌یزدلی و همکاران (۱۳۹۵) نیز در بررسی تنوع مورفولوژی بادرنجبویه^۳ ژنوتیپ‌های مورد مطالعه را در چهار گروه قرار داد. دلیل عدم پیروی تنوع جغرافیایی از گوناگونی ژنتیکی احتمالاً به علت تشابه نسبی شرایط اکولوژیکی و محیطی شهرهای محل جمع‌آوری جمعیت‌ها و همچنین انتقال ژرم‌پلاسم بین شهرهای مختلف است (محمدی و همکاران، ۱۳۹۳).

با توجه به این نکته که در بادرشبو تولید و ذخیره اسانس در اندام‌های هوایی این گیاه روی می‌دهد، بنابراین وزن خشک زیست‌توده، وزن خشک برگ، وزن خشک ساقه، تعداد شاخه و عرض برگ نقش مهمی در بازده تولید اسانس دارد که این موضوع از نظر کشت، تولید و برداشت این گیاه دارویی اهمیت به‌سزایی دارد. در این راستا گیاهان سه جمعیت کشت‌شونده شامل جمعیت‌های توپراق‌قلعه، جهانگیر و حکم‌آباد به دلیل داشتن صفات مطلوب می‌توانند در برنامه‌های به‌نژادی گیاه دارویی بادرشبو مورد توجه قرار گیرند.

تجزیه خوشه‌ای براساس ترکیبات شیمیایی اسانس

دندروگرام حاصل از تجزیه خوشه‌ای ترکیبات شیمیایی اسانس با استفاده از روش وارد، براساس خط برش در فاصله ۱۵، جمعیت‌های مختلف گیاه بادرشبو را در دو گروه اصلی قرار داد (شکل ۲). در گروه اصلی اول دو زیرگروه مشاهده شد. در زیرگروه اول جمعیت‌های توپراق‌قلعه، روستای شیراز، حکم‌آباد و جهانگیر و در زیرگروه دوم جمعیت کشتیبان و در گروه اصلی دوم نیز دو جمعیت نقده و باغچاقوق قرار داشت. از ترکیباتی که باعث قرار گرفتن چهار جمعیت توپراق‌قلعه، روستای شیراز، حکم‌آباد و جهانگیر در کنار هم و جدایی آن‌ها از جمعیت کشتیبان شده می‌توان به ترکیب ژرانیل‌استات اشاره کرد. در اسانس جمعیت کشتیبان نیز نرال و ژرانیل بیش‌ترین تفاوت را ایجاد کرده‌اند. در اسانس جمعیت باغچاقوق وجود سه ترکیب نریل‌استات، نرول و ژرانیلول به مقدار زیاد و در جمعیت نقده وجود ترکیب‌هایی مانند اکتن ۱

تجزیه خوشه‌ای براساس صفات اگرومورفولوژی

به‌منظور گروه‌بندی جمعیت‌ها براساس ۱۱ صفت موردبررسی، از تجزیه خوشه‌ای استفاده گردید. داده‌های مورفولوژیکی با استفاده از روش وارد، براساس خط برش در فاصله ۱۰ به دو گروه اصلی تقسیم شدند (شکل ۱). گروه اول به دو زیرگروه شماره ۱ شامل جمعیت‌های نقده، باغچاقوق و روستای شیراز که در این گروه صفات مهمی مانند ارتفاع گیاه، طول برگ، قطر ساقه، طول شاخه، تعداد شاخه و وزن تر زیست‌توده بیش‌ترین مقدار و عرض برگ کم‌ترین مقدار را داشتند و نیز زیرگروه شماره ۲ شامل جمعیت کشتیبان که در اکثر صفات موردبررسی مانند تعداد شاخه، قطر ساقه، طول برگ، وزن تر زیست‌توده، وزن خشک زیست‌توده، وزن خشک برگ، وزن خشک ساقه و محتوی اسانس کم‌ترین مقادیر را نشان داد تقسیم شد. گروه دوم از ۳ جمعیت توپراق‌قلعه، جهانگیر و حکم‌آباد تشکیل شد. این گروه نیز به دو زیرگروه شماره ۳ شامل جمعیت‌های توپراق‌قلعه و جهانگیر که با داشتن صفتهایی چون بیش‌ترین وزن خشک زیست‌توده، بیش‌ترین وزن خشک برگ و بیش‌ترین وزن خشک ساقه با سایر گروه‌ها متفاوت بودند در یک زیرگروه مستقل قرار داده شدند. جمعیت حکم‌آباد زیرگروه شماره ۴ را تشکیل داد که در صفتهایی مانند عرض برگ و محتوی اسانس، دارای بیش‌ترین مقادیر و در صفتهای ارتفاع گیاه و طول شاخه کم‌ترین مقادیر را نشان داد. نتایج تجزیه خوشه‌ای وجود تنوع اگرومورفولوژی بین جمعیت‌ها را تأیید نمود.

براساس نتایج حاصل از تجزیه خوشه‌ای، توده‌های مختلف بادرشبو از مناطق مختلف داخل یک گروه قرار گرفتند که این بیانگر آن بود که تنوع جغرافیایی از تنوع ژنتیکی تبعیت نمی‌کند. که این می‌تواند به دلیل انتقال یا معاوضه مواد اصلاحی از یک منطقه به منطقه دیگر باشد. این امر در بسیاری از پژوهش‌های قبلی روی خانواده نعناعیان و برخی از گیاهان دارویی نیز مشاهده شده است (بیگدلو و همکاران، ۱۳۹۱؛ هادیان^۱ و همکاران، ۲۰۰۸؛ عزیزی و همکاران، ۲۰۱۲). به‌عنوان مثال در مطالعه انجام شده براساس تجزیه خوشه‌ای بر روی ۱۵ ژنوتیپ بادرشبو، ژنوتیپ‌های مختلف این گیاه از مناطق جغرافیایی متفاوت داخل یک گروه قرار گرفتند که این موضوع با نتایج این تحقیق مطابقت داشت. همچنین در این مطالعه با توجه به نتایج به‌دست آمده، ژنوتیپ‌ها در سه گروه مجزا قرار گرفتند که ژنوتیپ‌های موجود در گروه اول از لحاظ عملکرد اسانس، وزن تر گیاه، وزن خشک گیاه، ارتفاع گیاه و تعداد شاخه‌های جانبی نسبت به بقیه گروه‌ها برتری داشتند

2. *Matricaria chamomilla* L.
3. *Melissa officinalis* L.

1. Hadian

و منفی در میان صفات فیتوشیمیایی به دست آمد. به عنوان نمونه بالاترین ضریب همبستگی معنی دار ($p < 0.01$) مثبت بین نرول و ژرانیول ($r = 0.980$) و به دنبال آن بین نرال و ژرانیال ($r = 0.980$) به دست آمد (جدول ۷). همچنین بیشترین همبستگی منفی و معنی دار بین میزان نرول با ژرانیال ($r = -0.95$) و نیز ژرانیال با ژرانیول ($r = -0.94$) مشاهده گردید. بین ترکیب‌های فیتوشیمیایی با صفت درصد اسانس هیچ‌گونه همبستگی معنی دار و قابل ملاحظه‌ای مشاهده نشد. نتایج بررسی همبستگی مثبت و منفی بین ترکیبات فیتوشیمیایی اسانس در گیاه بادرشبو با سایر تحقیقات انجام شده بر روی گیاهان خانواده نعناع مانند آویشن کرمانی مشابهت داشت (بیگدلو و همکاران، ۱۳۹۱).

در میان صفات آگرومورفولوژی، بالاترین ضریب همبستگی معنی دار ($p < 0.01$) مثبت مربوط به رابطه بین صفت قطر ساقه با وزن خشک زیست‌توده ($r = 0.835$) بود. به عبارتی می‌توان بیان نمود که با افزایش قطر ساقه گیاه، وزن خشک گیاه نیز افزایش می‌یابد. علاوه بر این، همبستگی‌های معنی داری بین تعدادی از صفات آگرومورفولوژی مشاهده شد. مثلاً ضرایب همبستگی بین عرض برگ با وزن خشک زیست‌توده ($r = 0.635$) و تعداد شاخه جانبی با وزن خشک ($r = 0.569$) مثبت و معنی دار بود. در مطالعه حاضر بین قطر ساقه و عرض برگ به ترتیب با وزن خشک برگ ($r = 0.680$) و وزن خشک ساقه ($r = 0.677$ و $r = 0.556$) نیز همبستگی مثبت در سطح ۵ درصد مشاهده شد.

نتایج به دست آمده از این پژوهش بیانگر این موضوع است که، قطر ساقه تنها صفت مورفولوژی ارزیابی شده است که دارای همبستگی مثبت و معنی داری با صفت مهم و اقتصادی میزان درصد اسانس ($r = 0.647$) بود. یعنی با افزایش قطر ساقه در میزان درصد اسانس افزایش مشاهده می‌شود (جدول ۷). نتایج به دست آمده نشان داد که صفت میزان اسانس با قطر ساقه رابطه مثبتی دارد. با توجه به نتایج به دست آمده بهتر است که در هنگام گزینش از بین این جمعیت‌ها برای کشت انبوه از جمعیت‌هایی که دارای قطر ساقه بیشتری باشند، استفاده شود، زیرا دارای میزان اسانس بالاتری خواهند بود. جمعیت باغچاقوق برای این منظور پیشنهاد می‌شود. این یافته تاییدی است بر دو مطالعه قبلی صورت گرفته در گیاهان خانواده نعناعیان شامل نعناع (میرزایی ندوشن^۳ و همکاران، ۲۰۰۱) و گیاه مرزنجوش وحشی (عزیزی و همکاران، ۲۰۱۲). بررسی صفات آگرومورفولوژی در کنار اطلاعات ژنتیکی، در به‌نژادی و ایجاد رقم‌های جدید می‌تواند مفید باشد. در گیاه

اول استات، نرول اکساید، نریک اسید و اسپاتونول باعث جدایی کامل این دو جمعیت در این دندروگرام شده است.

تجزیه خوشه‌ای بر پایه میزان ترکیبات شیمیایی اسانس جمعیت‌های مختلف بادرشبو، آن‌ها را در دو گروه اصلی قرار داد. این امر نشان‌دهنده متفاوت بودن نوع و میزان ترکیبات تشکیل‌دهنده اسانس در جمعیت‌های این گیاه است که با توجه به ترکیب موردنیاز و هدف به‌نژادی می‌توان اقدام به استحصال اسانس از جمعیت موردنظر نمود. مشابه این نتایج در خانواده نعناعیان، در بررسی تنوع شیمیایی انجام شده بر روی جمعیت‌های مختلف چند گونه از آویشن^۱ مشاهده شده است که براساس تجزیه خوشه‌ای ترکیبات اسانس گونه‌های مختلف در سه گروه اصلی قرار گرفتند (رضائی و همکاران، ۱۳۹۵). در مطالعه دیگری تجزیه خوشه‌ای براساس میزان ترکیب‌های شیمیایی اسانس گل محمدی^۲، اکسشن‌های مختلف گیاه مورد مطالعه را در ۴ گروه مختلف قرار داد که این امر بیانگر وجود تنوع شیمیایی در این گیاه است (یوسفی و همکاران، ۱۳۹۵).

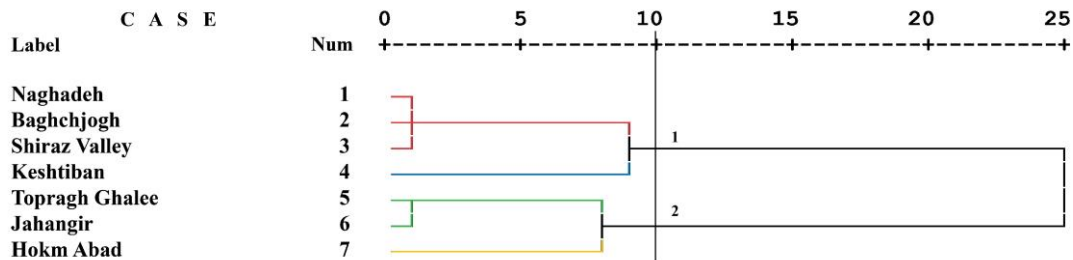
با توجه به نتایج حاصل جمعیت‌های توپراق‌قلعه، روستای شیراز، حکم‌آباد و جهانگیر در یک گروه قرار گرفتند که قرابت نزدیک این چهار جمعیت را از نظر دارا بودن ترکیب عمده ژرانیل استات نشان می‌دهد. که با توجه به این امر بهتر است در هنگام گزینش از بین این جمعیت‌ها برای کشت انبوه از جمعیت‌هایی که دارای بیشترین میزان ترکیب ذکر شده بودند استفاده شود. نکته دارای اهمیت در نمودار تجزیه خوشه‌ای، قرار گرفتن جمعیت‌های با منشأ استان آذربایجان شرقی در یک گروه و تنوع بیشتر در بین جمعیت‌های استان آذربایجان غربی بود. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که جمعیت‌های آذربایجان غربی، منشأ اولیه متفاوتی داشته‌اند. در بین جمعیت‌های آذربایجان شرقی، ممکن است منشأ مشترک یا گزینش‌های مداوم، دلیل تشابه ژنتیکی آن‌ها باشد.

ضرایب همبستگی بین صفات

نتایج حاصل از ارزیابی همبستگی ساده بین ۱۱ صفت آگرومورفولوژی و ترکیبات عمده اسانس (۷ ترکیب شامل: نرول، نرال، ژرانیول، ژرانیال، ژرانیال استات، لینالول و ۶-متیل ۵-هپتان-۲-اون) در جدول ۵ نشان داده شده است. در بیشتر موارد همبستگی مثبت یا منفی بین صفات مشاهده شد. در این بررسی بالاترین ضرایب همبستگی معنی دار مثبت

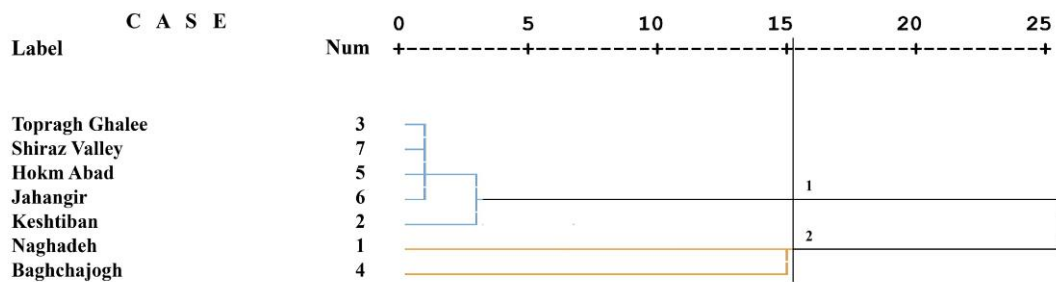
با قطر ساقه بوده و همچنین در صفاتی مانند طول برگ و عرض برگ همبستگی معنی‌داری مشاهده شد (عبادی و همکاران، ۱۳۹۰). در برنامه‌های به‌نژادی، بررسی همبستگی بین صفات از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است، زیرا زمانی که صفتی مورد گزینش قرار می‌گیرد باید به تأثیر آن ویژگی بر سایر صفات توجه گردد. این موضوع کمکی است به راهبرد انتخاب غیرمستقیم در فرایند گزینش در گیاهان دارویی است.

ماریتیغال ارتباط معنی‌دار برخی از صفات آگرومورفولوژی مانند وزن هزاردانه با اجزای تشکیل‌دهنده ماده مؤثره سیلیمارین مشاهده شده است (شکرپور و همکاران، ۱۳۸۷). نتایج حاصل از ضرایب همبستگی ساده در گل‌راعی نیز نشان داد که همبستگی مثبتی بین صفات مورد مطالعه وجود دارد که در این بین بالاترین ضرایب همبستگی مربوط به قطر طوقه



شکل ۱: دندروگرام تجزیه خوشه‌ای جمعیت‌های بادرشبو براساس صفات آگرومورفولوژی

Fig. 1: Cluster analysis for the studied populations of *D. moldavica* based on agro-morphological traits



شکل ۲: دندروگرام تجزیه خوشه‌ای جمعیت‌های بادرشبو براساس ترکیب‌های شیمیایی موجود در اسانس

Fig. 2: Cluster analysis for the studied populations of *D. moldavica* based on chemical compositions of the essential oils

جدول ۷: ضرایب همبستگی پیرسون بین صفتهای آگرومورفولوژی و مهمترین ترکیبات اسانس در جمعیت های ارزیابی شده بادرشبو

Table 7: Pearson correlation coefficients between agro-morphological traits evaluated in *D. moldavica* L. landraces

| متیل هپتان-۲-اون MEH | لینالول LNO | نرول NRO | ژرانیل استات GAC | ژرانیال GAL | ژرانیول GOL | نرال NRL | محتوای اسانس EOC | وزن خشک ک ساقه SDW | وزن خشک برگ LDW | وزن خشک زیست توده DM | وزن تر زیست توده FM | عرض برگ LW | طول برگ LL | ضخامت ساقه SD | طول شاخه BL | تعداد شاخه NB | ارتفاع گیاه PH | متغیرها Variables |
|----------------------------|----------------|-------------|------------------------|----------------|----------------|-------------|------------------------|--------------------------|--------------------|----------------------------|---------------------------|---------------|---------------|---------------------|----------------|------------------|----------------------|----------------------|
| | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | PH |
| | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | -0.145 | NB |
| | | | | | | | | | | | | | | | 1 | -0.008 | 0.420 | BL |
| | | | | | | | | | | | | | | 1 | 0.240 | 0.595* | 0.185 | SD |
| | | | | | | | | | | | | | 1 | 0.661* | 0.322 | 0.142 | 0.242 | LL |
| | | | | | | | | | | | | 1 | 0.043 | 0.382 | 0.092 | 0.269 | -0.535* | LW |
| | | | | | | | | | | | 1 | 0.193 | 0.036 | 0.195 | 0.520 | 0.251 | -0.092 | FM |
| | | | | | | | | | | 1 | 0.273 | 0.635* | 0.497 | 0.835** | 0.435 | 0.569* | -0.050 | DM |
| | | | | | | | | | 1 | 0.292 | 0.292 | 0.570* | 0.230 | 0.680** | 0.364 | 0.495 | -0.108 | LDW |
| | | | | | | | | 1 | 0.926** | 0.330 | 0.330 | 0.556* | 0.216 | 0.677** | 0.419 | 0.566* | -0.088 | SDW |
| | | | | | | | 1 | 0.363 | 0.381 | 0.283 | 0.283 | 0.215 | 0.220 | 0.647* | 0.442 | 0.400 | 0.050 | EOC |
| | | | | | | 1 | -0.263 | -0.139 | -0.062 | -0.499 | -0.499 | -0.340 | -0.340 | 0.070 | -0.646* | 0.124 | -0.012 | NRL |
| | | | | | 1 | -0.886** | 0.322 | 0.062 | -0.002 | 0.527 | 0.527 | 0.012 | 0.012 | 0.065 | 0.559* | -0.198 | 0.020 | GOL |
| | | | | 1 | -0.941** | 0.974** | -0.386 | -0.195 | 0.116 | -0.578* | -0.578* | -0.228 | -0.228 | 0.069 | -0.650 | 0.046 | 0.057 | GAL |
| | | | 1 | 0.508 | -0.585* | 0.458 | -0.136 | -0.054 | 0.179 | -0.288 | -0.288 | 0.179 | 0.179 | 0.004 | -0.202 | -0.079 | -0.210 | GAC |
| | | 1 | -0.652* | -0.950** | 0.980** | -0.910** | 0.309 | 0.076 | -0.039 | 0.535* | 0.535* | 0.016 | 0.016 | -0.106 | 0.594* | -0.180 | 0.054 | NRO |
| | 1 | -0.250 | 0.656* | 0.126 | -0.106 | 0.153 | 0.031 | 0.052 | 0.316 | -0.020 | -0.020 | -0.012 | -0.012 | 0.013 | -0.307 | -0.123 | -0.587* | LNO |
| 1 | 0.409 | 0.424 | -0.060 | -0.396 | 0.515 | -0.331 | 0.088 | -0.135 | 0.048 | 0.206 | 0.206 | -0.311 | -0.311 | -0.283 | 0.065 | -0.266 | -0.171 | MEH |

PH: ارتفاع گیاه، NB: تعداد شاخه، BL: طول شاخه، SD: ضخامت ساقه، LL: طول برگ، LW: عرض برگ، FM: وزن تر زیست توده، DM: وزن خشک زیست توده، LDW: وزن خشک برگ، SDW: وزن خشک ساقه، EOC: محتوای اسانس،

NRL: نرال، GOL: ژرانیول، GAL: ژرانیال، GAC: ژرانیل استات، NRO: نرول، LNO: لینالول، MEH: ۶-متیل هپتان-۲-اون

PH: Plant height, NB: Number of branches, BL: Branch length, SD: Stem diameter, LL: Leaf length, LW: Leaf width, FM: Fresh mass, DM: Dry mass, LDW: Leaf dry weight, SDW: Stem dry weight, EOC: Essential oil content, NRL: Neral, GOL: Geraniol, GAL: Geranial, GAC: Geranyl acetate, NRO: Nerol, LNO: Linalool, MEH: 6-Methyl-5-heptene-2-one

** : معنی دار در سطح ۱٪ و * : معنی دار در سطح ۵٪

** : Significant at p= 0.01 and * : significant at p= 0.05

نتیجه‌گیری کلی

یافته‌های این پژوهش نشان‌دهنده وجود تنوع بالا در صفات کمی اگر مومورفولوژی و هم‌چنین مقدار و کیفیت اسانس در جمعیت‌های کشت‌شونده گیاه بادرشبو (*Dracocephalum moldavica* L.) بود. بالاترین میزان اسانس مربوط به گیاهان منطقه حکم‌آباد بود. ترکیب ژرانیل‌استات ترکیب غالب در اسانس همه جمعیت‌ها بود. در نتایج تجزیه همبستگی بین صفات، قطر ساقه به‌عنوان تنها صفت مورفولوژی دارای

همبستگی مثبت و معنی‌دار با میزان اسانس تعیین شد. روش تجزیه خوشه‌ای معین کرد که جمعیت‌های کشت‌شونده این گیاه دارویی به لحاظ ترکیبات شیمیایی یکسان نیستند. نتایج حاکی از قابلیت بالای جمعیت حکم‌آباد در امر تولید اسانس بود و این جمعیت با دارا بودن بیشترین بازده اسانس و نیز بالاترین میزان ترکیب مهم دارویی (ژرانیل‌استات) می‌تواند به‌عنوان جمعیت مستعد در برنامه‌های پژوهشی و بهره‌برداري‌های دیگر، مدنظر قرار گیرد.

منابع

- احمدیان یزدلی، م.، طالعی، د.، کردنایج، ع. و فرقانی اله آبادی، ا. ر. ۱۳۹۵. بررسی ساختار ژنتیکی جمعیت‌های بادرنجبویه (*Melissa officinalis* L.) براساس تجزیه مورفولوژیک. ۲۴ مین کنگره بین‌المللی و کنگره ملی ژنتیک ایران، ۶-۱.
- امیدبیگی، ر. ۱۳۸۶. تولید و فرآوری گیاهان دارویی. جلد دوم. انتشارات آستان قدس رضوی. مشهد. ۳۴۸ صفحه.
- بابالار، م.، خوش‌سخن، ف.، فتاحی‌مقدم، م. ر. و پورمیدانی، ع. ۱۳۹۲. ارزیابی تنوع مورفولوژیکی و بازده اسانس در برخی جمعیت‌های آویشن کوهی (*Thymus kotschyanus* Boiss.). مجله علوم باغبانی ایران، ۴۴ (۲): ۱۱۹-۱۲۸.
- برنا، ف.، امیدبیگی، ر. و سفیدکن، ف. ۱۳۸۶. اثر زمان‌های مختلف کاشت بر رشد، عملکرد پیکر رویشی و مقدار اسانس گیاه دارویی (*Dracocephalum moldavica* L.). فصلنامه تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران، ۲۳ (۳): ۳۰۷-۳۱۴.
- بیگللو، م.، ناظری، و. و هادیان، ج. ۱۳۹۱. بررسی اثر برخی عوامل محیطی بر خصوصیات ریخت‌شناسی و میزان اسانس آویشن کرمانی (*Thymus caramanicus* Jalas). فصلنامه تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران، ۲۸ (۴): ۷۵۶-۷۶۶.
- رضائی، م.، صفرنژاد، ع.، عرب، م.، علمداری، س. ب. ب. ل. و دلیر، م. ۱۳۹۵. بررسی تنوع مورفولوژیکی و میزان اسانس چندگونه آویشن (*Thymus* sp.) بومی ایران. نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)، ۳۰ (۳): ۳۸۳-۳۹۴.
- سلامتی، م. و یوسفی، م. ۱۳۹۳. ارزیابی تنوع عملکرد و صفات مورفولوژیکی برخی از ژنوتیپ‌های بادرشبو (*Dracocephalum moldavica* L.). مجله پژوهش‌های گیاهی (مجله زیست‌شناسی ایران)، ۲۷ (۱): ۹۱-۹۹.
- شکرپور، م.، محمدی، س. ا.، مقدم، م.، ضیایی، س. ع. و جوانشیر، ع. ۱۳۸۷. تجزیه ارتباط نشانگرهای مورفولوژیکی، بیوشیمیایی و نشانگرهای مولکولی AFLP در گیاه دارویی ماریتیغال (*Silybum marianum*). فصلنامه تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران، ۲۴ (۳): ۲۷۸-۲۹۲.
- عبادی، ع.، مرشدلو، م. ر.، فتاحی‌مقدم، م. ر. و یزدانی، د. ۱۳۹۰. ارزیابی برخی جمعیت‌های گیاه گل‌راعی (*Hypericum perforatum* L.) با استفاده از خصوصیات اگر مومورفولوژیک و ترکیبات غالب اسانس. فن‌آوری تولیدات گیاهی، ۱۱ (۱): ۱-۱۴.
- محمدی، ر.، دهقانی، ح. و زینلی، ح. بررسی تنوع ژنتیکی توده‌های مختلف بابونه *Matricaria Chamomilla* L. ۱۳۹۳ با استفاده از صفات مورفولوژیک و فنولوژیک. نشریه زراعت (پژوهش و سازندگی)، ۱۰۵: ۶۳-۷۴.
- مظفریان، و. ۱۳۹۱. شناخت گیاهان دارویی و معطر ایران، انتشارات فرهنگ معاصر، تهران. ۱۴۴۴ صفحه.
- یوسفی، ب.، قاسمپور، ح. ر.، یوسفی، ب.، طبایی‌عقدایی، س. ر. و جایمند، ک. ۱۳۹۵. بررسی تنوع در ترکیب‌های شیمیایی اسانس ۲۵ اکسشن گل محمدی کشت شده در استان کرمانشاه با استفاده از روش‌های آماری چند متغیره. دومانه‌نامه علمی-پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران، ۳۲ (۱): ۹۸-۱۱۴.
- یوسف‌زاده، س. و سفیدکن، ف. ۱۳۹۵. بررسی صفات کمی و کیفی بادرشبو (*Dracocephalum moldavica* L.) در رویشگاه‌های مختلفی از استان آذربایجان شرقی و غربی. فصلنامه تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران، ۳۲ (۴): ۵۴۱-۷۲۸.
- Ahmad, I., Ahmad, M. S. A., Ashraf, M., Hussain, M. and Ashraf, M. Y. 2011. Seasonal variation in some medicinal and biochemical ingredients in *Mentha longifolia* (L.) Huds. Pakistan Journal of Botany, 43: 69-77.
- Andi, S. A., Nazeri, V., Zamani, Z. and Hadian J. 2011. Morphological diversity of wild *Origanum vulgare* (Lamiaceae) in Iran. Iranian Journal of Botany, 17 (1): 88-97.

- Azizi, A., Hadian, J., Gholami, M., Friedt, W. and Honermeier, B. 2012. Correlations between genetic, morphological, and chemical diversities in a germplasm collection of the medicinal plant *Origanum vulgare* L., *Chemistry and Biodiversity*, 9: 2784-2801.
- Bagheri Khoulenjani, M. and Sadat Salamati, M. 2014. The study of seed yield and yield components in different populations of moldavian balm (*Dracocephalum moldavica* L.). International Conference on Agriculture, Food and Environmental Engineering (ICAFEE'2014), Jan. 15-16, Kuala Lumpur (Malaysia).
- Bikdelu, M. 2012. Evaluation of morphological, genetic and phytochemical diversity of *Thymus carmanicus*. MSc. Thesis. Tehran University. 114p.
- Canter, P. H., Thomas, H. and Ernst, E. 2005. Bringing medicinal plants into cultivation: opportunities and challenges for biotechnology. *Trends in Biotechnology*, 23 (4): 180-185.
- Dastmalchi, K. 2008. *Dracocephalum moldavica* L. and *Melissa officinalis* L.: Chemistry and bioactivities relevant in Alzheimer's disease therapy. Academic Dissertation. 87p.
- Dmitruk, M. and Weryszko-Chmielewska, E. 2010. Morphological differentiation and distribution of non-glandular and glandular trichomes on *Dracocephalum moldavicum* L. shoots. *Acta Agrobotanica*, 63 (1): 11-22.
- Dong, H., Jamzad, Z. and Xiang, C. 2015. *Nepeta wuana* (Nepetinae, Nepetoideae, Lamiaceae), A new species from shanxi, China. *Iranian Journal of Botany*, 21 (1): 13-18.
- El-Baky, H. H. A. and El-Baroty, G. S. 2008. Chemical and biological evaluation of the essential oil of Egyptian moldavian balm (*Dracocephalum moldavica* L.). *International Journal of Integrative Biology*, 3: 202-208.
- Hadian, J., Tabatabaei, S., Naghavi, M., Jamzad, Z. and Ramak-Masoumi, T. 2008. Genetic diversity of Iranian accessions of *Satureja hortensis* L. based on horticultural traits and RAPD markers. *Scientia Horticulturae*, 115 (2): 196-202.
- Horn, T. 2014. Genetic food diagnostics - approaches and limitations of species level diagnostics in flowering plants. PhD Thesis. University of Karlsruhe, Germany, 108p.
- Kakasy, A. Z., Lemberkovics, E., Simandi, B., Lelik, L., Hethelyi, E., Antal, I. and Szoke, E. 2006. Comparative study of traditional essential oil and supercritical fluid extracts of Moldavian dragonhead (*Dracocephalum moldavica* L.). *Flavor and Fragrance Journal*, 21: 598-603.
- Loziene, K. and Venskutonis, P. 2005. Influence of environmental and genetic factors on the stability of essential oil composition of *Thymus pulegioides*. *Biochemical Systematics and Ecology*, 33 (5): 517-525.
- Maham, M., Akbari, H. and Delazar A. 2013. Chemical composition and antinociceptive effect of the essential oil of *Dracocephalum moldavica* L., *Pharmaceutical Sciences*, 18 (4): 187-192.
- Mirzaie-Nodoushan, H., Rezaie, M. B. and Jaimand, K. 2001. Path analysis of the essential oil-related characters in *Mentha* spp. *Flavour and Fragrance Journal*, 16 (5): 340-343.
- Mossi, A. J., Cansian, R., Paroul, N., Toniazzo, G., Oliveira, J. V., Pierozan, M. K., Pauletti, G., Rota, L., Santos, A. C. A. and Serafini, L.A. 2011. Morphological characterisation and agronomical parameters of different species of *Salvia* sp. (Lamiaceae). *Brazilian Journal of Biology*, 71 (1): 121-129.
- Najda, A., Kwiatkowski, S., Wolski, T. and Głowniak, K. 2011. Quality and quantitative of the yield of *Dracocephalum moldavica* L. part II. seeds. *Annales Umcs, Horticultura*, 21 (1): 6-14.
- Rahimmalek, M. 2012. Genetic relationships among *Achillea tenuifolia* accessions using molecular and morphological markers. *Plant Omics Journal*, 5 (2): 128-135.
- Riazi, A., Majnoun Hosseini, N., Naghdi Badi, H., Naghavi, M., Rezazadeh, S. and Ajani, Y. 2011. The study of morphological characteristics of St. John's Wort (*Hypericum perforatum* L.) populations in Iran's natural habitats. *Journal of Medicinal Plants*, 3 (39): 49-64.
- Said-Al Ahl, H. A. H., Sabra, A. S., El Gendy, A. N. G., Aziz, E. E. and Tkachenko, K. G. 2015. Changes in content and chemical composition of *Dracocephalum moldavica* L. essential oil at different harvest dates. *Journal of Medicinal Plants Studies*, 3 (2): 61-64.
- Sonboli, A., Gholipour, A., Mirjalili, M. H. and Amini Rad, M. 2011. Molecular characterization of Iranian *Dracocephalum* (Lamiaceae) species based on RAPD data. *Acta Biologica Szegediensis*, 55 (2): 227-230.
- Zare Abyaneh, H., Yazdani, V. and Azhdari, K. H. 2009. Comparative study of four meteorological drought index based on relative yield of rain fed wheat in Hamedan province. *Physical Geography Research Quarterly*, 69: 35-49.

Assessing Diversity of Landraces of *Dracocephalum moldavica* from Northwest of Iran Using Agro-morphological and Phytochemical Traits

Borghei¹, S. F. and Azizi^{2*}, A.

Abstract

Dracocephalum moldavica L. (Moldavian Balm) is a medicinal and aromatic plant which is consumed as an edible vegetable in Northwest of Iran. The present study was carried out to assess the diversity among 7 landraces (Cultivated populations) of *D. moldavica*, originated from east and west Azerbaijan provinces (Northwest Iran), based on 11 agromorphologic traits and phytochemical characteristics of essential oil. Populations including Naghadeh, Keshiban, Topragh-Ghalae, Baghchajogh, Hokm-Abad, Jahangir and Shiraz-Valley were evaluated. Seeds of seven populations were cultivated in a field condition of Hamedan. The results from the assessment of the agro-morphological traits showed significant differences among populations in ten traits studied. The essential oil contents, obtained from the plants, ranged from 0.03% to 0.12% based on leaf dry weight (w/w%). The highest essential oil percentage (0.12%) was determined for Hokm-Abad. In all, 27 compounds were identified in essential oils Gas Chromatography Mass Spectrometry (GC-MS) in 7 populations. Geranyl acetate (19.85%-45.58%) was found to be the dominant component for all essential oils extracted from populations. Two grouping pattern resulted from two clustering analysis based on 11 agromorphologic traits and the compositions of essential oil. They divided the populations into two distinct groups but they did not match. The results of correlation analysis, based on agromorphologic traits and major compounds of essential oils, showed that the stem diameter, as the only morphological trait, was positively correlated with essential oil content. The findings of this research provide information that could be useful for better exploration and breeding programs of *D. moldavica*.

Keywords: Phenotype diversity, Essential oil, Correlation, Lamiaceae, Chromatography

1. PhD Student, Department of Horticultural Sciences, Faculty of Agriculture, Islamic Azad University, Science and Research Branch, Tehran, Iran

2. Assistant Professor, Department of Horticultural Sciences, Faculty of Agriculture, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran

*: Corresponding Author

Email: Azizi@basu.ac.ir