

بررسی تنوع فنوتیپی جمعیت‌های مختلف گیاه دارویی پونه کوهی برگ باریک (*Mentha Mozaffarianii* Jamzad)

فاطمه روشنی‌بخش^۱، داود صمصام‌پور^{۲*}، مجید عسکری سیاهویی^۳ و عبدالنبی باقری^۴

۱- دانشجوی دکتری، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه هرمزگان، بندرعباس

۲- نویسنده مسئول، دانشیار، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه هرمزگان، بندرعباس

پست الکترونیک: Samsampoor@hormozgan.ac.ir

۳- دانشیار، گروه تحقیقات گیاه‌پزشکی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی هرمزگان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، بندرعباس

۴- استادیار، گروه تحقیقات گیاه‌پزشکی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی هرمزگان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، بندرعباس

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۱۱/۲۱ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۴/۲۸

چکیده

پونه کوهی برگ‌باریک (*Mentha Mozaffarianii* Jamzad) گیاهی معطر، دارویی و اندمیک جنوب ایران است؛ برداشت بی‌رویه، خشکسالی و از بین رفتن برخی از رویشگاه‌های طبیعی، سبب افزایش خطر انقراض این گونه منحصر به فرد شده است. از این روی به منظور بررسی تنوع ریخت‌شناسی این گیاه، نه جمعیت از آن طی سال‌های ۱۳۹۸-۱۴۰۰ از رویشگاه‌های طبیعی آن جمع‌آوری و ۲۳ صفت مورفولوژیک ارزیابی شد. نتایج تجزیه واریانس، بیانگر وجود تنوع بین جمعیت‌های مورد مطالعه بود. جمعیت‌ها از نظر تمامی صفات مورد بررسی به جز صفات تعداد برگ در انتهای شاخه، نسبت طول به عرض برگ و تعداد شاخه گل‌دهنده تفاوت معنی‌دار آماری (در سطح احتمال ۵ درصد) نشان دادند. نتایج ضرایب همبستگی صفات نشان داد که بین بیشتر صفات مورد بررسی همبستگی معنی‌داری وجود دارد. بر اساس نتایج تجزیه عاملی، ۶ مولفه اصلی در مجموع ۷۶/۴۵ درصد از واریانس کل بین صفات را توجیه کردند. مولفه‌های اول، دوم و سوم به ترتیب ۲۳/۲۴، ۱۵/۸ و ۱۳/۶۴ درصد از واریانس کل را توجیه کردند و به عنوان مولفه‌های موثر در ارتفاع بوته، گل آذین، و تاج پوشش شناخته شدند. در تجزیه کلاستر با استفاده از روش Ward، جمعیت‌ها را در سه گروه اصلی قرار گرفتند. جمعیت‌های کلاستر ۳ دارای میانگین ارتفاع و سطح تاج پوشش بیشتری نسبت به سایر کلاسترها بودند. ارزیابی تنوع فنوتیپی و ایجاد کلکسیون‌های نگهداری ژرم‌پلاسما برای تسهیل مدیریت و بررسی بهتر منابع ژنتیکی در برنامه‌های اصلاحی ضروری است. ارزیابی تنوع فنوتیپی موجود، می‌تواند اطلاعات مفیدی در مدیریت کلکسیون‌ها و ژرم‌پلاسما در پونه کوهی برگ‌باریک فراهم آورد. داده‌های حاصل از این تحقیق در شناسایی جمعیت‌های مناسب برای اهداف اصلاحی، مفید و ارزشمند است.

واژه‌های کلیدی: *Mentha Mozaffarianii*، گونه انحصاری، تجزیه چند متغیره، همبستگی

مقدمه

نام محلی پودن کوهی شناخته می‌شود (Arman et al., 2011). این گونه گیاهی به دلیل داشتن میزان بالای اسانس و مواد مؤثره منحصر به فرد از جمله لینالول، پیریتون،

پونه کوهی برگ‌باریک (*Mentha Mozaffarianii* Jamzad) گیاهی معطر و اندمیک جنوب ایران است که به

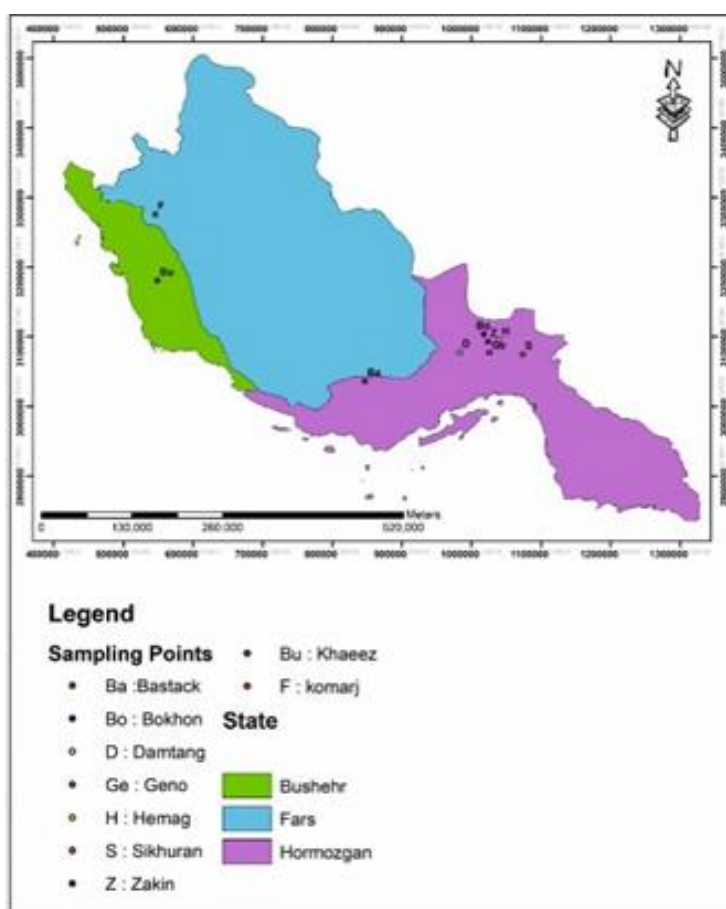
گونه و در نهایت اصلاح و اهلی‌سازی برای برنامه اصلاح نژاد در آینده انجام شد.

مواد و روش‌ها

در این تحقیق ابتدا محدوده رویشگاه‌های طبیعی پونه کوهی برگ‌باریک با استفاده از منابع موجود از جمله منابع علمی و مصاحبه با کارشناسان مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان هرمزگان و بوشهر تعیین شد. در این بررسی‌ها مشخص شد که این گیاه علاوه بر استان هرمزگان در استانهای فارس و بوشهر نیز رشد می‌کند. بررسی‌ها نشان داد که پونه کوهی در استان فارس و در شهرستان کازرون در دو دهستان پیرمهلت و کمارج یافت می‌شود، در بررسی نهایی این گیاه فقط در منطقه کمارج در شرایط در حال انقراض مشاهده شد. در بوشهر این گیاه تنها در دهستان خائیز یافت شد. این گونه در استان هرمزگان پراکنش مطلوبی دارد و در مناطق سیخوران، آب‌گرم‌گنو، دمتنگ، بنگلایان یا سیاهو یا زاکین، گدار سرخ، کوه لهر، کهنوج گنو، کوه بخون، تیدر بخون، سرچاهان، کوه تنگ‌زاغ از توابع شهرستان بندرعباس و حاجی‌آباد از ارتفاع ۲۵۰ متر تا ۲۴۰۰ متر از سطح دریا در مناطق کوهستانی بر روی آبرفت‌های دانه درشت، در بستر رودخانه‌ها و حاشیه نهرها، جوی‌ها و چشمه‌ها پراکنده است. اقلیم محل پراکنش این گونه گیاهی در بیشتر مناطق خشک و بیابانی است و بافت خاک محل رویش این گیاه، لومی، لومی‌شنی و شن‌لومی است (Aria *et al.*, 2011). رطوبت نسبی هوا در تمام مناطق بین ۷۰-۷۵ درصد متغیر بود. در این بررسی‌ها، شهرستان بستک واقع در استان هرمزگان نیز به عنوان رویشگاه جدید این گیاه شناسایی شد. در بررسی نهایی، با توجه به فاصله جغرافیایی، پراکنش محدود و صعوبت‌العبور بودن رویشگاه‌های یافت شده، نه جمعیت از نه رویشگاه مهم تعیین شد (شکل ۱).

پولگون، پیرپیتون و پیرپیتون‌اکسید گیاهی ارزشمند است (Daneshbakhsh *et al.*, 2018). برگ‌های این گیاه معمولاً در داروهای سنتی ایرانی از جمله داروهای ضد عفونی‌کننده و ضد درد برای درمان قاعدگی دردناک، سوءهاضمه، ورم مفاصل، تب، سردرد، سرماخوردگی و برای بهبود زخم‌ها مورد استفاده قرار گرفته است. خواص آنتی‌میکروبی اسانس این گیاه نیز به اثبات رسیده است (Arman *et al.*, 2011; Daneshbakhsh *et al.*, 2018). آگاهی از فاصله ژنتیکی در بین افراد یا جمعیت‌ها و آگاهی از روابط خویشاوندی گونه‌های مورد نظر، امکان سازماندهی ذخایر توارثی و نمونه‌گیری مؤثر از ژنوتیپ‌ها و بهره‌برداری بهتر از تنوع را در برنامه‌های اصلاحی فراهم می‌کند (Sharma *et al.*, 2002). مطالعه تنوع ژنتیکی علاوه بر سازماندهی و حفاظت گیاهان، در پدیده هتروزیس و تولید بذرها هیبرید نیز بسیار مهم است (Abdollahi Mandoulakani, 2013). تنوع در منابع ژنتیکی گیاهان این فرصت را برای پرورش دهندگان گیاه فراهم می‌کند تا ارقام جدید و بهبودیافته با خصوصیات مطلوب را تولید کنند که شامل ویژگی‌های ترجیحی کشاورز (قابلیت عملکرد بالا، بذر بزرگ و ...) و ویژگی‌های ترجیحی پرورش‌دهندگان (مقاومت در برابر آفات و بیماری‌ها، حساسیت به نور و ...) است (Rahman *et al.*, 2016; Bhandari *et al.*, 2017).

پونه کوهی برگ‌باریک، گیاهی دارویی و ارزشمند است که متأسفانه در برخی مناطق به علت برداشت بی‌رویه و خشکسالی‌های پی در پی در خطر انقراض قرار دارد. با توجه به ارزش دارویی بالا، مناطق رشد محدود، از بین رفتن، تخریب و تکه‌تکه شدن زیستگاه‌های طبیعی آن و خطر انقراض ناشی از تغییرات آب و هوایی، تجزیه و تحلیل دقیق همه ویژگی‌های آن برای به دست آوردن چشم‌اندازی مناسب برای اصلاح و حفظ این گیاه ضروریست. بنابراین، این مطالعه با هدف بررسی تنوع صفات مورفولوژیکی برای ایجاد بستر مناسب لازم برای حفظ، تولیدمثل، پرورش بهتر



شکل ۱- مناطق پراکنش گیاه دارویی پونه کوهی برگ‌باریک در رویشگاه‌های طبیعی آن
Figure 1. Distribution areas of *Mentha Mozaffarianii* Jamzad in natural habitats

میانگین‌ها در قالب تجزیه واریانس یک‌طرفه بین رویشگاه‌ها، در سطح احتمال (پنج درصد، یک درصد) با استفاده از نرم‌افزار SAS^{9.1} انجام شد. ضریب همبستگی با استفاده از روش پیرسون و تجزیه به مؤلفه‌ها با استفاده از روش چرخش واریماکس (Varimax) و همچنین تجزیه خوشه‌ای به روش وارد (Ward) و مقایسه بین خوشه‌ها از روش تجزیه واریانس یک‌طرفه با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS. Ver16 و Xlstat 2022 انجام شد. در این بررسی بین داده‌های دوساله به لحاظ آماری اختلاف معنی‌دار مشاهده نشد.

نمونه‌های گیاهی از حاشیه و بستر رودخانه‌ها و چشمه‌ها جمع‌آوری شد. در این تحقیق زمان دقیق گلدهی و بذردهی این گیاه نیز ثبت شد. اطلاعات مراکز توزیع در جدول ۱ نشان داده شده است. از هر منطقه شش ژنوتیپ برای بررسی صفات مورفولوژیک انتخاب شد. این بررسی در طی سال‌های ۱۳۹۸ تا ۱۴۰۰ انجام شد. ارزیابی صفات ریخت‌شناسی بر اساس روش Panjeshahin و همکاران (۲۰۱۸) انجام شد (جدول ۲). در این تحقیق ۲۳ صفت مورفولوژیک ارزیابی گردید.

تجزیه و تحلیل آماری
 تجزیه واریانس صفات کمی و مقایسه صفات کمی و مقایسه

جدول ۱- موقعیت جغرافیایی و برخی از خصوصیات رویشگاه‌های طبیعی نمونه‌های جمع‌آوری شده پونه کوهی برگ‌باریک

Table 1. Geographic allocation and other additional information of the assembled populations

کد رویشگاه	رویشگاه	استان	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی	ارتفاع	میانگین بارش سالیانه	میانگین دمای سالیانه
Location code	Location	Province	Latitude (N)	Longitude (E)	Altitude (m)	Mean annual rainfall (mm)	Mean annual temperature (°C)
Bo	بوخون Bokhon	هرمزگان Hormozgan	2757255	5615433	1518	182.1	24.1
Ba	بستک Bastack	هرمزگان Hormozgan	2724128	5430399	2161	109.2	23.3
D	دمتنگ Damtang	هرمزگان Hormozgan	274401.0	5554079	590	166	26.1
Z	زاکین Zakin	هرمزگان Hormozgan	2751218	5619072	1290	356	19.2
S	سیخوران Sikhuran	هرمزگان Hormozgan	2750170	5648133	891	280	21.5
Ge	گنو Geno	هرمزگان Hormozgan	2728097	5613599	415	266	24.1
H	هماگ Hemag	هرمزگان Hormozgan	2752217	5628607	1109	270	20.1
Bu	خائیز Khaeez	بوشهر Bushehr	2845030	5129573	95	341	25
F	کمارج kemarej	فارس Fars	2936375	5128304	884	280.90	17.2

نتایج

تجزیه واریانس، تفاوت معنی‌داری را بین ژنوتیپ‌های مختلف برای بیشتر متغیرهای مورد مطالعه نشان داد. صفات تعداد برگ در ۱۵ سانتی‌متر انتهای شاخه، نسبت طول به عرض برگ و تعداد شاخه‌های گلدار در شاخساره برگ صاف اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۲).

مقایسه میانگین صفات مورفولوژیک

مقایسه میانگین صفات اندازه‌گیری شده برای هر جمعیت در جدول ۳ نشان داده شده است. جمعیت‌ها بر اساس مقایسه میانگین صفات اندازه‌گیری شده گروه‌بندی شدند. میانگین‌های با حرف یکسان به لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری با هم ندارند. نتایج نشان داد که صفات مهمی مانند تعداد برگ، طول و پهنای برگ، ارتفاع بوته، طول ساقه اصلی، تعداد شاخه جانبی، طول گل‌آذین و تعداد شاخه گل‌دهنده در شاخه دارای برگ صاف در گیاه دارای بیشترین تنوع بودند که بسیاری از این صفات، برای

انتخاب بهترین اکوتیپ‌ها ارزشمند هستند. بیشترین تعداد برگ در رویشگاه‌های بستک، کمارج و هماگ و کمترین تعداد برگ در رویشگاه گنو بدست آمد. رویشگاه سیخوران و زاکین بیشترین طول برگ (به ترتیب ۲۵ و ۱۹/۸۳ میلی‌متر) و کمترین طول برگ در رویشگاه‌های بستک و خائیز (به ترتیب ۱۰ و ۱۰/۳۳ میلی‌متر) مشاهده شد. برای صفت پهنای برگ، به ترتیب رویشگاه‌های سیخوران، کمارج، هماگ گنو و زاکین بیشترین پهنای رویشگاه‌های خائیز، دمتنگ و بخون کمترین پهنای رویشگاه‌ها داشتند. نتایج مقایسه میانگین نشان داد بوته‌های رویشگاه‌های خائیز (۱۱۴ سانتی‌متر)، گنو (۱۰۷ سانتی‌متر) و سیخوران (۹۶/۳۲ سانتی‌متر) دارای بلندترین ارتفاع بوته و رویشگاه بستک با میانگین ۲۹/۶۷ سانتی‌متر کمترین ارتفاع بوته را داشتند. بلندترین طول ساقه اصلی در رویشگاه کمارج (۵۷/۳۳ سانتی‌متر) و کوتاه‌ترین میزان در رویشگاه‌های هماگ (۲۶ سانتی‌متر) و بستک (۲۷/۵) مشاهده شد. در صفت تعداد شاخه

گل آذین را نشان داد و رویشگاه‌های همگ (۶/۸۳) سانتی‌متر)، کمارج (۸/۰۸ سانتی‌متر)، بستک (۸/۹۱ سانتی‌متر)، زاکین (۱۰ سانتی‌متر)، سیخوران (۱۱/۱۶) و بخون (۱۲ سانتی‌متر) به ترتیب دارای کمترین طول گل آذین بودند.

جانبی، رویشگاه دمتنگ با میانگین ۱۶/۱۶ بیشترین و رویشگاه خائیز با میانگین ۱/۶۶ کمترین تعداد شاخه جانبی را داشتند. رویشگاه‌های بخون (۳۵/۳۳) و گنو (۳۳/۱۶) دارای بیشترین تعداد شاخه گل‌دهنده و رویشگاه همگ (۱۱/۸۳) دارای کمترین تعداد شاخه گل‌دهنده بود. دمتنگ با ۲۶/۶۶ سانتی‌متر بلندترین طول

جدول ۲- متغیرهای کمی، میانگین و میانگین مربعات صفات مورفولوژیک پونه کوهی برگ‌باریک

Table 2. Quantitative characteristics, mean and mean Square of the assembled populations

نام صفات	Traits	واحد	کد	میانگین	میانگین مربعات
		Unit	Abbrv.	Mean \pm SD	MS
تعداد برگ در انتهای شاخه	Number of leave in 15 cm end of branch	No	NL	28.09 \pm 11.87	248.337 ^{ns}
طول برگ	Leaf length	mm	LL	16.40 \pm 6.08	133.129 ^{***}
پهنای برگ	Leaf width	mm	LW	5.58 \pm 2.03	11.973 ^{***}
نسبت طول به عرض برگ	Leaf L/W ratio	Per	R1	3.06 \pm 1.17	2.239 ^{ns}
تعداد رگبرگ	Veins number	No	VN	5.85 \pm 2.53	14.518 [*]
طول دمبرگ	Petiole length	mm	PL	0.89 \pm 0.81	2.375 ^{***}
تعداد ساقه اصلی	Number of the main stem	No	NS	3.64 \pm 1.92	13.351 ^{***}
طول ساقه اصلی	Stem the main length	cm	SML	37.98 \pm 14.68	757.143 ^{***}
قطر ساقه نزدیک خاک	Stem diameter near the soil	mm	SDS	3.12 \pm 1.57	11.386 ^{***}
طول میانگره روی ساقه اصلی	Internodes of the main length	mm	IML	17.45 \pm 11.58	607.678 ^{***}
تعداد گره در ساقه اصلی	Number nodes in the main stem	No	NNS	53.22 \pm 20.90	1533.000 ^{***}
تعداد میانگره در ساقه اصلی	Number internodes in the main stem	No	NIS	54.22 \pm 20.90	1533.000 ^{***}
تعداد شاخه جانبی	Secondary stem number	No	SSN	5.74 \pm 7.03	121.546 ^{**}
قطر ساقه	Secondary stem diameter	mm	SSD	2.179 \pm 1.06	5.749 ^{***}
ارتفاع بوته	Plant height	cm	PH	72.203 \pm 49.31	5658.865 ^{**}
قطر بوته	Plant diameter	cm	PD	79.407 \pm 46.35	5476.088 ^{**}
نسبت قطر به ارتفاع بوته	Plant height/ Diameter ratio	Per	R2	1.257 \pm 0.52	0.642 ^{**}
تعداد شاخه گل‌دهنده	Flowering branches number	No	FBNSL	24.648 \pm 11.99	371.685 ^{ns}
در شاخه دارای برگ صاف	in smooth leaf shoot				
طول شاخه گل‌دهنده	Flowering stem Length	cm	FSL	24.638 \pm 11.99	372.500 ^{**}
طول گل آذین	Inflorescence length	cm	IL	14.11 \pm 8.48	320.718 ^{***}
قطر گل آذین	Inflorescence diameter	mm	ID	4.37 \pm 1.29	4.449 ^{**}
فاصله میانگره روی گل آذین	Distance of internodes in inflorescence	mm	DII	6.96 \pm 2.42	15.449 ^{**}
تعداد گره روی گل آذین	Number nodes in inflorescence	No	NNI	16.88 \pm 6.36	84.83 [*]

ns, *, **, ***: میانگین مربعات بین ژنوتیپ‌ها به ترتیب غیرمعنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد، ۱ درصد و ۰/۱ درصد است.

ns, *, **, *** = the MS of genotypes are non-significant and significant at 5, 1 and 0.1% probability levels, respectively.

جدول ۳- مقایسه میانگین صفات کمی مورفولوژیک جمعیت‌های مختلف پونه کوهی برگ‌باریک

Table 3. Mean comparison of quantitative morphological traits of different populations of *Mentha Mozaffarianii* Jamzad

کد صفت	نام صفات	بوخون	بستک	دمتنگ	زاکین	سیخوران	گنو	هماگ	خائیز	کمارج
Abbr.		Bokhon	Bastack	Damtang	Zakin	Sikhuran	Geno	Hemag	Khaez	kemarej
NL	تعداد برگ	22.50 ^{dc}	37.33 ^a	28.33 ^{abcd}	28.5 ^{abcd}	23.33 ^{bcd}	19.66 ^d	34.33 ^{abc}	23.16 ^{bcd}	35.66 ^{ab}
LL	طول برگ mm	14.16 ^{dc}	10.00 ^d	16.66 ^{bc}	19.83 ^{ab}	25.00 ^a	15.83 ^{bc}	19.33 ^{bc}	10.33 ^d	16.50 ^{bc}
LW	پهنای برگ mm	4.66 ^{bc}	5.00 ^b	4.66 ^{bc}	5.70 ^{ab}	7.36 ^a	6.00 ^{ab}	6.50 ^{ab}	3.00 ^c	7.33 ^a
R1	نسبت طول به عرض برگ	3.34 ^{ab}	2.00 ^c	3.49 ^a	3.56 ^a	3.53 ^a	2.66 ^{abc}	3.25 ^{abc}	3.50 ^a	2.20 ^{bc}
VN	تعداد رگرگ	6.00 ^{abc}	7.66 ^a	8.00 ^a	4.00 ^{cd}	6.33 ^{abc}	5.00 ^{bcd}	6.66 ^{ab}	3.33 ^d	5.66 ^{abcd}
PL	طول دمیرگ mm	0.50 ^{bc}	1.00 ^b	1.00 ^b	1.00 ^b	0.33 ^{bc}	1.00 ^b	2.33 ^a	0.16 ^c	0.66 ^{bc}
NS	تعداد ساقه اصلی	3.83 ^{bc}	3.83 ^{bc}	6.00 ^a	4.50 ^{abc}	1.33 ^e	3.33 ^{cd}	1.83 ^{cd}	3.00 ^{cd}	5.16 ^{ab}
SML	طول ساقه اصلی cm	41.50 ^{bcd}	27.50 ^e	34.50 ^{ecd}	51.83 ^{ab}	43.50 ^{bc}	28.83 ^{ed}	26.00 ^e	30.83 ^{ecd}	57.33 ^a
SDS	قطر ساقه نزدیک خاک mm	1.50 ^d	3.58 ^b	5.00 ^a	2.58 ^{bcd}	2.58 ^{bcd}	1.83 ^d	2.41 ^{cd}	3.00 ^{bc}	5.58 ^a
IML	طول میانگره در ساقه اصلی mm	20.00 ^b	4.25 ^c	20.83 ^b	19.16 ^b	21.66 ^b	23.50 ^b	35.00 ^a	4.66 ^c	8.00 ^c
NNS	تعداد گره در ساقه اصلی	58.16 ^{bcd}	38.16 ^e	48.33 ^{ecd}	73.00 ^{ab}	61.16 ^{bc}	40.33 ^{ed}	36.16 ^e	43.00 ^{ed}	80.66 ^a
NIS	تعداد میانگره در ساقه اصلی	59.16 ^{bcd}	39.16 ^e	49.33 ^{ecd}	74.00 ^{ab}	62.16 ^{bc}	41.33 ^{ed}	37.16 ^e	44.00 ^{ed}	81.66 ^a
SSN	تعداد شاخه جانبی	6.33 ^{bc}	9.16 ^{ab}	16.16 ^a	4.00 ^{bc}	2.50 ^{bc}	3.00 ^{bc}	4.16 ^{bc}	1.66 ^c	4.66 ^{bc}
SSD	قطر ساقه mm	1.16 ^d	2.03 ^{bc}	2.33 ^b	2.58 ^b	1.65 ^{cd}	1.35 ^d	1.58 ^{cd}	2.50 ^b	4.41 ^a
PH	ارتفاع بوته cm	36.67 ^{bc}	29.67 ^c	40.33 ^{bc}	85.17 ^{ba}	96.33 ^a	102.00 ^a	71.50 ^{abc}	114.83 ^a	73.33 ^{abc}
PD	قطر بوته m	60.00 ^{bc}	35.67 ^c	54.67 ^{bc}	78.33 ^{abc}	119.67 ^a	109.33 ^a	87.33 ^{ab}	114.50 ^a	55.17 ^{bc}
R2	نسبت قطر به ارتفاع بوته	1.82 ^a	1.20 ^{bcd}	1.42 ^{abc}	0.99 ^{dc}	1.31 ^{abc}	1.24 ^{bc}	1.54 ^{ab}	1.07 ^{bcd}	0.68 ^d
FBNSL	تعداد شاخه گل‌دهنده	35.33 ^a	21.83 ^{bc}	27.33 ^{ab}	19.16 ^{bc}	24.00 ^{ab}	35.16 ^a	11.83 ^c	29.00 ^{ab}	18.16 ^{bc}
FSL	طول شاخه گل‌دهنده cm	35.33 ^a	21.83 ^{bc}	27.33 ^{ab}	19.16 ^{bc}	24.00 ^{ab}	35.16 ^a	11.83 ^c	29.00 ^{ab}	18.16 ^{bc}
IL	طول گل‌آذین cm	12.00 ^c	8.91 ^c	25.66 ^a	10.00 ^c	11.16 ^c	19.16 ^b	6.83 ^c	25.16 ^{ab}	8.08 ^c
ID	قطر گل‌آذین mm	5.00 ^a	4.83 ^a	3.50 ^{bc}	5.16 ^a	5.00 ^a	3.50 ^{bc}	2.83 ^c	4.50 ^{ab}	5.00 ^a
DII	فاصله میانگره در گل‌آذین mm	9.16 ^a	7.83 ^{ab}	5.50 ^{bcd}	7.00 ^{abcd}	6.66 ^{bcd}	5.16 ^{cd}	4.83 ^d	7.33 ^{abc}	9.16 ^a
NNI	تعداد گره در گل‌آذین	16.50 ^{abcd}	11.66 ^{dc}	18.50 ^{ab}	15.00 ^{bcd}	18.16 ^{abc}	22.33 ^a	20.66 ^{ab}	18.00 ^{abc}	11.16 ^d

میانگین‌های در هر ردیف که دارای حروف (غیر) مشترک هستند براساس آزمون LSD در سطح ۵٪ تفاوت معنی‌داری با هم دارند.

Means followed by the same letter in the rows have no significant differences at 5% probability level.

همبستگی بین صفات

نتایج محاسبه ضرایب همبستگی صفات نشان داد که بیشترین همبستگی به ترتیب بین صفات تعداد گره با تعداد میانگره در ساقه اصلی ($r^{**} = 0.99$)، تعداد گره با طول ساقه اصلی ($r^{**} = 0.98$) و تعداد میانگره با طول ساقه اصلی ($r^{**} = 0.98$) مشاهده شد. تعداد شاخه گل‌دهنده با صفات طول شاخه ($r^{**} = 0.98$) و نسبت قطر به ارتفاع بوته ($r^{**} = 0.98$) مشاهده شد. طول ساقه اصلی با ارتفاع شاخه

جانبی ($r^{**} = 0.84$)، قطر شاخه با قطر ساقه در ناحیه تماس خاک ($r^{**} = 0.77$)، طول برگ با عرض برگ ($r^{**} = 0.64$) و طول میانگره ساقه اصلی با طول برگ ($r^{**} = 0.51$) همبستگی مثبت و معنی‌دار نشان داد. بین برخی صفات از جمله تعداد ساقه اصلی با نسبت قطر به ارتفاع بوته و تعداد برگ با قطر بوته همبستگی منفی مشاهده شد (جدول ۴).

جدول ۴- بررسی همبستگی ۲۳ صفت کمی در نه جمعیت اندازه گیری شده پونه کوهی برگ باریک

Table 4. Correlation study of 23 quantitative traits studied in nine measured populations of *Mentha Mozaffarianii* Jamzad.

Variables	NL	LL	LW	R1	VN	PL	NS	SML	SDS	IML	NNS	NIS	SSN	SSD	PH	PD	R2	FBNSL	FSL	IL	ID	DII	NNI	
NL	1.00																							
LL	-0.24	1.00																						
LW	-0.07	0.64	1.00																					
R1	-0.13	0.33	-0.46	1.00																				
VN	-0.11	0.21	0.18	-0.11	1.00																			
PL	-0.01	0.12	0.34	-0.22	0.20	1.00																		
NS	0.26	-0.14	-0.24	0.12	-0.02	-0.15	1.00																	
SML	0.05	0.50	0.36	0.17	-0.03	-0.29	0.20	1.00																
SDS	0.12	0.30	0.30	-0.12	0.51	-0.01	0.33	0.40	1.00															
IML	-0.26	0.54	0.48	0.09	0.24	0.49	-0.34	-0.06	-0.12	1.00														
NNS	0.05	0.51	0.36	0.17	-0.03	-0.28	0.20	1.00	0.40	-0.05	1.00													
NIS	0.05	0.51	0.36	0.17	-0.03	-0.28	0.20	1.00	0.40	-0.05	1.00	1.00												
SSN	0.25	-0.32	-0.40	0.09	0.12	-0.01	0.33	-0.16	0.13	-0.15	-0.16	-0.16	1.00											
SSD	0.29	0.28	0.38	-0.16	0.12	-0.13	0.38	0.60	0.77	-0.31	0.60	0.60	-0.02	1.00										
PH	0.10	0.49	0.34	0.11	0.05	-0.25	0.29	0.84	0.48	-0.12	0.84	0.84	-0.04	0.63	1.00									
PD	-0.31	0.41	-0.01	0.36	0.18	-0.11	-0.27	0.27	-0.15	0.35	0.27	0.27	-0.10	-0.29	0.20	1.00								
R2	-0.26	-0.10	-0.18	0.12	0.03	0.12	-0.44	-0.39	-0.43	0.38	-0.39	-0.39	-0.12	-0.61	-0.65	0.51	1.00							
FBNSL	-0.34	0.02	-0.28	0.28	0.02	-0.28	0.09	-0.06	-0.18	0.01	-0.06	-0.06	-0.09	-0.23	-0.01	0.27	0.10	1.00						
FSL	-0.34	0.02	-0.28	0.28	0.02	-0.28	0.09	-0.06	-0.18	0.01	-0.06	-0.06	-0.09	-0.23	-0.01	0.27	0.10	1.00	1.00					
IL	-0.29	-0.06	-0.38	0.31	-0.08	-0.19	0.29	-0.31	0.09	0.05	-0.31	-0.31	0.13	-0.13	-0.21	0.09	0.15	0.44	0.45	1.00				
ID	0.03	0.06	0.06	-0.01	0.00	-0.14	0.14	0.21	-0.07	-0.34	0.21	0.21	0.04	0.27	0.19	-0.14	-0.27	-0.03	-0.03	-0.36	1.00			
DII	-0.23	-0.00	0.12	-0.20	0.29	-0.22	0.09	0.30	0.20	-0.24	0.29	0.29	-0.05	0.26	0.25	-0.09	-0.16	0.15	0.15	-0.30	0.52	1.00		
NNI	-0.21	0.116	-0.07	0.21	-0.03	0.11	-0.21	-0.25	-0.15	0.35	-0.24	-0.24	-0.05	-0.27	-0.19	0.20	0.29	0.37	0.37	0.46	-0.07	-0.30	1.00	

*, **=significant at 5 and 1 % probability levels, respectively

The full name of traits is presented in Table 1

* و **: به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد و ۱ درصد

نام کامل صفات در جدول ۱ درج شده است.

تجزیه به مؤلفه‌های اصلی

تجزیه به مؤلفه‌های اصلی با استفاده از چرخش واریماکس، نشان داد که شش عامل اول تمام صفات مورد بررسی را دربر می‌گیرد (بر اساس بیشترین مقدار هر صفت در عامل‌ها). شش مؤلفه اول ۷۶/۴۵ درصد از تغییرات بین افراد را توجیه کردند. مؤلفه اول ۲۳/۲۴ درصد از واریانس کل را توجیه کرد و با توجه به متغیرهای دخیل در آن (پهنای برگ، طول ساقه اصلی، قطر ساقه نزدیک خاک، تعداد گره و میانگره در ساقه اصلی، قطر ساقه اصلی، تعداد

گره روی گل‌آذین) به عنوان مؤلفه ارتفاع بوته شناخته شد. مؤلفه دوم ۱۵/۸ درصد واریانس کل را توجیه کرد و با توجه به متغیرهای مؤثر در آن (طول دمبرگ، طول میانگره روی ساقه اصلی، تعداد شاخه گل‌دهنده در شاخه دارای برگ صاف، طول شاخه گل‌دهنده و طول گل‌آذین) به عنوان مؤلفه گلدهی بوته و مولفه سوم با صفات تعداد برگ، طول برگ، تعداد ساقه و قطر بوته با توجیه ۱۳/۶۴ درصد واریانس کل، می‌توان به عنوان مؤلفه مؤثر در تاج پوشش بوته معرفی کرد (جدول ۵).

جدول ۵- ضرایب بردارهای ویژه، مقادیر ویژه، درصد واریانس و درصد واریانس تجمعی در تجزیه به مؤلفه‌های اصلی روی صفات مختلف در جمعیت‌های پونه کوهی برگ‌باریک

Table 8. Coefficients Eigen vectors and values, percentage of variance and cumulative variance in the analysis of principal components on different traits in *M. Mozaffarianii* Jamzad.

Abbrevi	صفات	F1	F2	F3	F4	F5	F6
NNS	تعداد گره در ساقه اصلی	0.88	-0.24	0.21	-0.03	-0.02	-0.24
NIS	تعداد میانگره در ساقه اصلی	0.88	-0.24	0.21	-0.03	-0.02	-0.24
SML	طول ساقه اصلی	0.88	-0.24	0.21	-0.03	-0.02	-0.24
SDS	قطر ساقه نزدیک خاک	0.58	-0.04	-0.30	-0.21	0.48	0.32
SSD	قطر ساقه	0.70	-0.24	-0.24	0.04	0.41	0.13
NNI	تعداد گره روی گل‌آذین	-0.55	-0.14	0.36	-0.29	0.18	-0.19
LW	پهنای برگ	0.47	0.42	0.36	-0.34	-0.04	0.01
PL	طول دمبرگ	-0.08	0.70	0.06	-0.22	0.11	0.04
IML	طول میانگره روی ساقه اصلی	-0.04	0.60	0.55	-0.38	0.08	-0.13
FBNSL	تعداد شاخه گل‌دهنده	-0.40	-0.64	0.20	-0.51	-0.01	-0.001
FSL	طول شاخه گل‌دهنده	-0.40	-0.64	0.20	-0.51	-0.01	-0.001
IL	طول گل‌آذین	-0.48	-0.54	0.000	-0.28	0.33	-0.02
PD	قطر بوته	-0.12	-0.23	0.62	0.50	0.34	0.24
NS	تعداد ساقه اصلی	0.16	-0.38	-0.47	-0.32	0.33	-0.18
NL	تعداد برگ	0.19	0.22	-0.52	0.23	0.30	-0.25
LL	طول برگ	0.42	0.27	0.64	-0.32	0.09	-0.08
SSN	تعداد شاخه جانبی	-0.01	0.09	0.57	-0.20	0.08	-0.11
PH	ارتفاع بوته	0.04	-0.31	0.51	0.56	0.40	0.20
ID	قطر گل‌آذین	0.34	0.43	-0.08	-0.01	-0.48	-0.03
VN	تعداد رگبرگ	0.20	0.37	-0.06	-0.45	0.11	0.62
DII	فاصله میانگره روی گل‌آذین	0.43	-0.37	-0.04	-0.09	-0.46	0.52
Eigenvalue	مقدار ویژه	4.88	3.31	2.86	2.21	1.53	1.24
Variaance (%)	درصد واریانس	23.24	15.8	13.64	10.52	7.30	5.93
Cum. Var. %	درصد واریانس تجمعی	23.24	39.04	52.68	63.21	70.51	76.45

اعداد با فونت درشت که زیر آنها خط کشیده شده است دارای ضرایب بردارهای ویژه بزرگتری در مؤلفه مورد نظر هستند.

* The underline coefficients have significant correlation with the relevant axes.

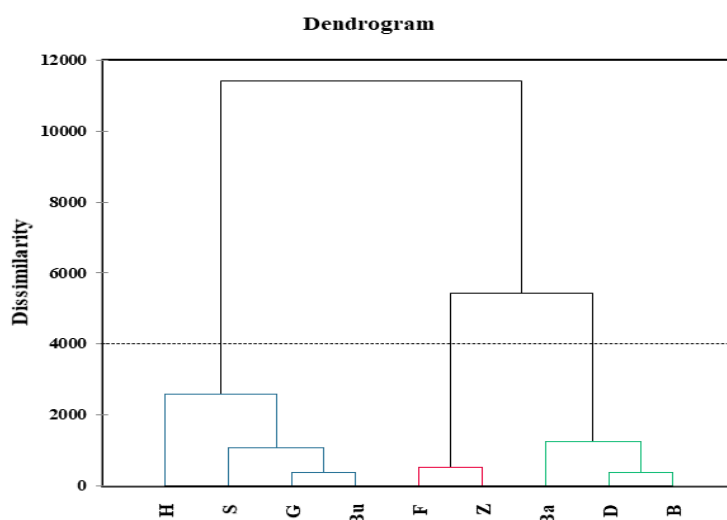
جمعیت را دربر گرفت و گروه سوم با داشتن چهار جمعیت، بزرگ‌ترین خوشه را تشکیل داد. نتایج مقایسه میانگین بر اساس آزمون تجزیه واریانس یک‌طرفه در بیشتر صفات مورد مطالعه از جمله صفات مهمی مثل تعداد برگ، طول و پهنای برگ، طول میانگره در ساقه اصلی، تعداد شاخه گل‌دهنده، طول شاخه گل‌دهنده، طول گل آذین، قطر گل آذین و فاصله میانگره در گل آذین بین سه خوشه اختلاف معنی‌داری را نشان نداد. صفاتی مثل تعداد ساقه اصلی، طول ساقه اصلی، تعداد گره در ساقه اصلی، ارتفاع بوته، قطر بوته و تعداد گره در گل آذین در سه خوشه اختلاف معنی‌داری را نشان دادند (جدول ۷). جمعیت‌های خوشه ۳ دارای بیشترین ارتفاع و سطح تاج پوشش بودند. بر اساس فواصل اقلیدسی خوشه‌های دوم و سوم بیشترین فاصله (۸۴/۸۳) و خوشه اول و دوم کمترین فاصله (۶۷/۳۶) را داشتند.

تجزیه خوشه‌ای بین رویشگاه‌ها بر اساس صفات مورفولوژیک

تجزیه و تحلیل خوشه‌ای بر اساس متغیرهای مورفولوژیک، رویشگاه‌ها را به سه گروه اصلی تقسیم کرد. گروه کوچک‌تر (خوشه ۱) رویشگاه‌های زاکین و فارس را شامل شد. جمعیت‌های بستک، دمتنگ و بخون خوشه دوم را تشکیل دادند و چهار جمعیت هماگ، سیخوران، گنو و بوشهر در گروه بزرگ‌تر (خوشه ۳) قرار گرفتند (شکل ۲).

فواصل اقلیدسی جمعیت‌ها بر اساس صفات اندازه‌گیری شده در جدول ۶ آمده است. بر این اساس، بستک و بوشهر بیشترین فاصله و دمتنگ و بخون کمترین فاصله را داشتند.

میانگین و انحراف معیار و واریانس درون گروهی و بین گروهی صفات اندازه‌گیری شده برای هر خوشه در جدول ۷ آورده شده است. گروه اول کمترین تعداد



شکل ۲- گروه‌بندی جمعیت‌های مختلف پونه کوهی برگ‌باریک بر اساس صفات مورفولوژیک به روش Ward
G: گنو؛ H: هماگ؛ Bu: خائیز؛ Z: زاکین؛ B: بخون؛ F: کمارج؛ S: سیخوران؛ Ba: بستک؛ D: دمتنگ.

Figure 2. Clustering of different populations of *M. mozaffarianii* Jamzad based on morphological traits by the Ward method. G: Geno; H: Hemag; Bu: Khaez; Z: Zakin; B: Bokhon; F: komarj; S: Sikhuran; Ba: Bastak; D: Damtang

جدول ۶- فواصل اقلیدسی جمعیت‌های پونه کوهی برگ‌باریک بر اساس صفات مورد بررسی

Table 5. Euclidean distances of *M. Mozaffarianii* Jamzad populations based on the studied traits

جمعیت	Population	کمارج kemarej	بستک Bastack	سیخوران Sikhuran	هماگ Hemag	گنو Geno	دمتنگ Damtang	بوخون Bokhon	زاکین Zakin	خائیز Khaez
کمارج	Kemarej	0								
بستک	Bastack	83.22	0							
سیخوران	Sikhuran	78.94	116.88	0						
هماگ	Hemag	83.40	76.21	62.34	0					
گنو	Geno	96.02	109.67	40.93	55.47	0				
دمتنگ	Damtang	68.00	39.82	91.26	60.56	86.17	0			
بوخون	Bokhon	60.35	50.45	86.95	68.93	87.45	28.00	0		
زاکین	Zakin	32.55	91.63	48.25	64.17	68.60	68.36	62.13	0	
خائیز	Khaez	98.13	119.35	44.71	69.75	28.42	99.03	101.13	72.23	0

جدول ۷- واریانس بین و درون گروهی، میانگین و انحراف معیار صفات در گروه‌های حاصل از تجزیه خوشه‌ای جمعیت‌های مورد مطالعه

Table 6. Between and Within group variance, the mean and standard deviation of traits in groups obtained from cluster analysis of studied populations by Ward method

Traits	نام صفات	کد Abbrev.	کلاستر ۱ Cluster1	کلاستر ۲ Cluster2	کلاستر ۳ Cluster3
Leave no in the end of branch	تعداد برگ	NL	32.08±5.06 ^a	29.38±7.47 ^a	25.12±6.36 ^a
Leaf length	طول برگ mm	LL	18.16±2.35 ^a	13.61±3.36 ^a	17.62±6.15 ^a
Leaf width	پهنای برگ mm	LW	6.51±1.15 ^a	4.77±0.19 ^a	5.71±1.89 ^a
Leaf L/W ratio	نسبت طول به عرض برگ	R1	2.88±0.96 ^a	2.94±0.82 ^a	3.23±0.40 ^a
Veins number	تعداد رگبرگ	VN	4.83±1.17 ^a	7.22±1.07 ^a	5.33±1.51 ^a
Petiole length	طول دمبرگ mm	PL	0.83±0.23 ^a	0.83±0.28 ^a	0.95±0.98 ^a
Number of the main stem	تعداد ساقه اصلی	NS	4.83±0.47 ^b	4.55±1.25 ^{bc}	2.37±0.94 ^a
Stem the main length	طول ساقه اصلی cm	SML	54.58±3.88 ^a	34.50±7.00 ^b	32.29±7.70 ^{bc}
Stem diameter near the soil	قطر ساقه نزدیک خاک mm	SDS	4.08±2.12 ^a	3.36±1.76 ^a	2.45±0.48 ^a
Internodes of the main length	طول میانگره ساقه اصلی mm	IML	13.58±7.89 ^a	15.02±9.34 ^a	21.20±12.50 ^a
Nodes No. in the main stem	تعداد گره در ساقه اصلی	NNS	76.83±5.42 ^a	48.22±10.00 ^b	45.16±11.03 ^{bc}
Internodes No. in main stem	تعداد میانگره در ساقه اصلی	NIS	77.83±5.42 ^a	49.22±10.00 ^b	46.16±11.03 ^{bc}
Secondary stem number	تعداد شاخه جانبی	SSN	4.33±0.47 ^b	10.55±5.05 ^{ab}	2.83±1.04 ^b
Secondary stem diameter	قطر ساقه mm	SSD	3.50±1.29 ^a	1.84±0.60 ^a	1.77±0.50 ^a
Plant height	ارتفاع بوته cm	PH	79.25±8.36 ^a	35.55±5.41 ^b	96.16±18.17 ^a
Plant diameter	قطر بوته m	PD	66.75±16.38 ^b	50.11±12.79 ^b	107.70±14.22 ^a
Plant height/ diameter ratio	نسبت قطر به ارتفاع بوته	R2	0.84±0.22 ^a	1.48±0.31 ^a	1.29±0.192 ^a
Flowering branches number	تعداد شاخه گل‌دهنده	FBNSL	18.66±0.70 ^a	28.16±6.78 ^a	25.00±9.89 ^a
Flowering stem Length	طول شاخه گل‌دهنده cm	FSL	18.62±0.76 ^a	28.16±6.78 ^a	25.00±9.89 ^a
Inflorescence length	طول گل‌آذین cm	IL	9.04±1.35 ^a	15.52±8.91 ^a	15.58±8.18 ^a
Inflorescence diameter	قطر گل‌آذین mm	ID	5.08±0.11 ^a	4.44±0.82 ^a	3.95±0.97 ^a
Internodes distance inflor.	فاصله میانگره گل‌آذین mm	DII	8.08±1.53 ^a	7.50±2.71 ^a	6.00±1.19 ^a
Node No.in inflorescence	تعداد گره در گل‌آذین	NNI	13.08±2.71 ^b	15.55±3.51 ^{ab}	19.79±2.08 ^a
Within-cluster variance	واریانس درون گروهی	-	528.77	817.93	1349.53
Between-clusters variance	واریانس بین گروهی	5618.33	-	-	-

میانگین‌ها در هر ردیف که دارای حروف غیر مشترک هستند در سطح ۵٪ تفاوت معنی‌داری با هم دارند.

Means of rows followed by the same letter have no significant differences at 5% probability.

بحث

بررسی تنوع بین ژنوتیپ‌ها یک نکته مهم برای طبقه‌بندی، استفاده از منابع ژنتیکی موجود در ژرم‌پلاسم و برنامه‌های اصلاحی است. وجود و میزان تنوع در یک مخزن ژنی، پیش‌نیاز اصلاح‌نژاد و برای اصلاح‌گران حائز اهمیت است (Kumar *et al.*, 2019). معنی‌دار شدن اختلاف آماری صفات مورد بررسی نشان می‌دهد که بین جمعیت‌ها از نظر صفات مورد بررسی تفاوت وجود دارد که این تنوع می‌تواند ناشی از ژنتیک یا تأثیر محیط باشد. بررسی نتایج حاصل از مقایسه میانگین صفات نشان داد، بیشترین تعداد برگ متعلق به رویشگاه‌های بستک، فارس، هماگ، زاکین، دمتنگ و سیخوران؛ بیشترین طول برگ متعلق به سیخوران و زاکین؛ بیشترین پهنای برگ متعلق به سیخوران، فارس، هماگ، گنو و زاکین؛ بیشترین تعداد ساقه در دمتنگ، فارس و زاکین؛ بلندترین طول ساقه اصلی در فارس و زاکین؛ بلندترین طول میانگره در هماگ؛ بیشترین تعداد میانگره در فارس و زاکین؛ بالاترین ارتفاع بوته در بوشهر، گنو، سیخوران، زاکین، فارس و هماگ؛ بیشترین تعداد شاخه گل‌دهنده در شاخه دارای برگ صاف و طول شاخه گل‌دهنده در بوخون، گنو، بوشهر، دمتنگ و سیخوران؛ بیشترین طول گل‌آذین در دمتنگ و بوشهر و بیشترین قطر گل‌آذین در زاکین، بوخون، سیخوران، فارس، بستک و بوشهر به‌دست آمد. با توجه به اینکه بیشترین میزان اسانس این گیاه در اندام‌های ساقه، برگ و گل‌آذین این گیاه تجمع می‌یابد (Sam-Daliri *et al.*, 2016; Ghani & Rowshan, 2017)، بنابراین صفات مرتبط به این اندام‌ها در به‌نژادی این گیاه حائز اهمیت است. از آنجا که تولیدکنندگان محصولات کشاورزی در مقیاس صنعتی برای تولید اسانس، افزایش میزان اسانس حاصل از بوته برایشان بسیار مهم و ارزشمند است، بنابراین گیاهان با ارتفاع کم، میزان برگ محدود و گل‌آذین کوچک از نظر تولیدکنندگان رد خواهد شد. همچنین برای انتخاب و اصلاح بهترین اکوتیپ‌ها برای مصارف زینتی و سبزی این صفات از اهمیت قابل توجهی برخوردارند. در صورت اهلی‌سازی و کشت مکانیزه این گیاه، داشتن ارقام با ارتفاع مطلوب برای

سهولت در برداشت مکانیزه بسیار ارزشمند است. از سوی دیگر، دارا بودن میزان مناسبی انشعاب از قاعده گیاه، ارتفاع و قطر مناسب گیاه و افزایش تعداد برگ، به دلیل ایجاد سایه در بخش پیرامونی بوته موجب کاهش رشد علف‌های هرز و در نتیجه کاهش هزینه تولید خواهد شد. اکوتیپ‌های مختلف یک گونه معمولاً از نظر مورفولوژی میزان رشد و غیره نسبت به هم تفاوت نشان می‌دهند. هنگامی که ژنوتیپ‌های مختلف یک گونه تغییرات محیطی مختلفی را تجربه می‌کنند، از نظر رشد و نمو، درجات مختلفی از تنوع را نشان می‌دهند (Mehrafarin *et al.*, 2008).

بررسی همبستگی بین صفات نشان داد که صفات مرتبط با ساقه و برگ همبستگی خوبی با یکدیگر دارند. بالا بودن همبستگی بین صفات مهم و مؤثر در رشد بوته، از جمله طول و عرض برگ، طول بوته و قطر بوته، طول ساقه اصلی با قطر ساقه، طول گل‌آذین با تعداد شاخه گل‌دهنده، تعداد برگ و تعداد گره و میانگره، طول میانگره روی ساقه با طول میانگره روی گل‌آذین، از جمله صفاتی هستند که می‌توانند بسیار مورد توجه اصلاح‌گران قرار بگیرند.

تجزیه به مؤلفه‌های اصلی، صفات مورد بررسی را به چند گروه مجزا تقسیم‌بندی کرد که به ترتیب اولویت، صفاتی که بیشترین تغییرات را توجیه کردند در یک گروه قرار گرفتند. مؤلفه اول به عنوان مؤلفه ارتفاع بوته، مؤلفه دوم به عنوان مؤلفه گل‌دهی بوته و مؤلفه سوم را می‌توان مؤلفه مؤثر بر تاج پوشش بوته معرفی کرد. این تفکیک بیانگر مناسب بودن صفات مورد بررسی برای تعیین تنوع در جمعیت‌های پونه کوهی برگ‌باریک می‌باشد. Alomrani Nejhada و همکاران (۲۰۱۸) در تجزیه و تحلیل عاملی ۱۹ صفت مورد بررسی در ۲۵ جمعیت گیاه لعل کوهستان (گیاهی بومی غرب ایران که در رشته کوه‌های زاگرس دارای تنوع و پراکنش وسیعی است)، نشان دادند که در مجموع سه عامل اول ۷۸/۶ درصد از واریانس کل را توجیه کردند. عامل اول که دارای بیشترین نقش در واریانس صفات بود به عنوان عامل بیوماس گیاه، عامل دوم درصد اسانس و عامل سوم عامل وزنی در نظر گرفته شد. در تحقیقی دیگر که روی

بودند.

گروه اول گرچه کمترین تعداد جمعیت را دربرگرفت اما میانگین صفات ارزشمندی مثل تعداد برگ، طول برگ، پهنای برگ، تعداد ساقه اصلی، طول ساقه اصلی، تعداد گره و میانگره، قطر گل آذین و فاصله میانگره در گل آذین در این خوشه بیشتر از سایر خوشه‌ها بود. گروه دوم در صفات‌های تعداد رگبرگ، تعداد شاخه جانبی، نسبت قطر به ارتفاع بوته، تعداد شاخه گل‌دهنده، طول شاخه گل‌دهنده و فاصله میانگره در گل آذین میانگین بیشتری نشان دادند و گروه سوم با داشتن چهار جمعیت، بزرگ‌ترین خوشه را تشکیل داد. این خوشه به لحاظ صفاتی مانند نسبت طول به برگ (نشان می‌دهد این جمعیت‌ها دارای برگ‌های کشیده‌تر هستند)، طول دم‌برگ، طول میانگره در ساقه اصلی، ارتفاع بوته، قطر بوته و تعداد گره در گل آذین دارای بیشترین میانگین بودند. وجود اختلاف معنی‌دار در مقایسه میانگین صفاتی مثل تعداد ساقه اصلی، طول ساقه اصلی، تعداد گره در ساقه اصلی، تعداد میانگره در ساقه اصلی، ارتفاع بوته، قطر بوته، تعداد گره در گل آذین در سه خوشه بدست آمده نشان داد که این صفات پارامترهای مناسبی برای تعیین تنوع در این گیاه هستند. با اینکه صفات مورفولوژی تحت تأثیر محیط قرار می‌گیرند ولی این گروه‌بندی می‌تواند برای اهداف اصلاحی مفید باشد. در اصلاح از طریق دورگ‌گیری، مطالعه تنوع و فاصله ژنتیکی بین جمعیت‌ها برای اصلاح‌گران بسیار مفید و ارزشمند است. به‌تازادگران معمولاً برای ایجاد هتروزیس، تنوع ژنتیکی، یا به عبارت کلی‌تر اصلاح یک گیاه را برای تولید ارقام برتر افرادی که تشابه کمتر یا به عبارتی فاصله بیشتری از هم دارند و دارای صفات مطلوب مورد نظر هستند باهم تلاقی می‌دهند. البته تجزیه خوشه‌ای و بررسی فواصل جمعیت‌ها این امکان را برای گزینش افراد و جمعیت‌های مناسب فراهم می‌کند (Binava et al., 2021).

ارزیابی رویشگاه‌های پونه کوهی برگ‌باریک (پودن کوهی) در طی دو سال متوالی نشان داد که تکثیر این گیاه در طبیعت به دو شکل غیرجنسی (ریزوم) و جنسی (بذر) انجام می‌شود. از سویی، در یک بوته هم شاخه‌هایی با

تنوع ریخت‌شناسی جمعیت‌های طبیعی مورتلخ انجام شد نتایج حاصل از تجزیه به عامل‌ها، چهار عامل اصلی را نشان داد. با توجه به تغییرپذیری عامل‌ها، عامل اول موجب ایجاد جمعیت‌هایی می‌شود که می‌تواند در تولید و انباشت مواد مؤثره نقش بیشتری داشته باشد. در صورت گزینش براساس عامل دوم، جمعیت‌های انتخابی دارای عملکرد متابولیتی بالاتر و قابلیت برداشت مکانیزه خواهند بود و گزینش بر اساس عامل‌های سوم و چهارم جمعیت‌هایی با عملکرد بالا را ایجاد خواهد کرد (Binava et al., 2021).

یکی از روش‌های تعیین دوری و نزدیکی و خویشاوندی جمعیت‌ها، گروه‌بندی آنها بر اساس صفات مورفولوژیک است. تجزیه خوشه‌ای جمعیت‌های پونه کوهی برگ‌باریک (پودن کوهی)، آنها را در سه گروه اصلی تقسیم‌بندی کرد. بر اساس این تقسیم‌بندی با توجه به فواصل اقلیدسی جمعیت‌های هماگ، سیخوران، گنو و خائیز بوشهر در یک خوشه و جمعیت‌های کمارج فارس و زاکین در خوشه‌ای مجزا و جمعیت‌های بستک، دمتنگ و بوخون در خوشه‌ای دیگر قرار گرفتند. از سویی، تنوع بین گروهی بیشتر از تنوع درون گروهی بود. این موضوع می‌تواند به علت نحوه تکثیر این گیاه که بیشتر از طریق ریزوم انجام می‌شود باشد؛ به طوری که شرایط رویشگاهی جمعیت‌ها که بیشتر در نواحی صعب‌العبور کوهستانی محصور شده‌اند، مانع از تبادل دانه کرده بین رویشگاه‌های مختلف خواهد شد و همین موضوع می‌تواند یکی از عوامل افزایش تنوع بین خوشه‌ها شود. بررسی جمعیت‌ها نشان داد که فاصله جغرافیایی نمی‌تواند عامل اصلی تنوع ژنی بین جمعیت‌های پونه کوهی برگ‌باریک (پودن کوهی) باشد. البته این موضوع در بررسی تنوع ژنتیکی در بسیاری از گیاهان دارویی مشاهده شده است (Mohammadi et al., 2017; Alomrani Nejhad et al., 2018). از سویی بر اساس صفات مورد ارزیابی و مقایسه میانگین صفات و بررسی تنوع درون جمعیت‌ها می‌توان جمعیت‌های زاکین، سیخوران و بوشهر را به عنوان مراکز تنوع ژنی در نظر گرفت؛ مشاهدات نشان داد که صفات گزینش شده، برای تعیین تنوع ژنتیکی این گیاه مفید

افزایش تنوع ژنتیکی در یک جامعه توانایی گزینش برای ایجاد ارقام برتر افزایش می‌یابد. قطعاً استفاده از نشانگرهای ژنتیکی و بررسی فیتوشیمیایی برای شناسایی و بررسی تنوع در جمعیت‌های پونه کوهی برگ‌باریک (بودن کوهی) بسیار مؤثر خواهد بود. البته ارزیابی تنوع ژنتیکی، شرایط رویشی و ایجاد کلکسیون‌های مرکزی ژرم پلاسما برای تسهیل مدیریت ژرم پلاسما و بررسی بهتر منابع ژنتیکی در برنامه‌های اصلاحی ضروریست. ارزیابی تنوع فنوتیپی موجود، می‌تواند اطلاعات مفیدی در مدیریت کلکسیون‌ها فراهم کند و در شناسایی جمعیت‌های مناسب برای اهداف اصلاحی مختلف در پونه کوهی برگ‌باریک (بودن کوهی) مفید باشد.

سیاسگزاری

بر خود لازم می‌دانیم از مسئولان محترم اداره کل محیط زیست استان هرمزگان برای همکاری و استفاده از امکانات آنها سیاسگزاری نماییم. همچنین از همکاری دکتر تهینه علیدادی تشکر و قدردانی می‌کنیم.

منابع مورد استفاده

- Abdollahi Mandoulakani, B. 2013. Study of genetic diversity in some populations of cultivated alfalfa (*Medicago sativa* L.) using morphological traits. *Modern Genetics Journal*, 7(4):381-388 (In Persian).
- Alomrani Nejjad, S.M.H., Naghdibadi, H., Merafarin, A., Abdoosi, V., Khalighi Sigaroodi, F. 2018. Investigation of heritability and genetic diversity of different plant populations of *Oliveria decumbens* Vent. in Iran using morpho-physiological characteristics and essential oil content. *Journal of Medicinal Plants Ecophytochemistry*, 23(3):32-46 (In Persian).
- Aria, K., Asadpour, R., Soltanipour, M.A., and Bagheri, R., 2011. Investigation of some ecological features of *Mentha Mozaffarianii* Jamzad. in Hormozgan province. *Journal of Rangeland Scientific Research*, 4(4):501-494 (In Persian).
- Arman, M., Yousefzadi, M and Khademi, S.Z. 2011. Antimicrobial activity and composition of the essential oil from *Mentha mozaffarianii*. *Journal of Essential Oil Bearing Plants*, 14:131-135.
- Bhandari, H.R., Nishant Bhanu, A., Srivastava, K., Singh, M.N., Shreya and Hemantaranjan, A., 2017. Assessment of genetic diversity in crop plants an

برگ‌های کنگره‌ای با رشد بیشتر و هم با برگ‌های صاف و ریزتر مشاهده شد. گل‌ها در شاخه دارای برگ کنگره‌ای در انتهای شاخه گل‌دهنده و در شاخه‌های دارای برگ صاف، روی شاخه‌های جانبی ایجاد شده در ۲۰ سانتی‌متر انتهایی شاخه گل‌دهنده اصلی تشکیل می‌شدند. فصل گلدهی و بذری این گیاه در همه مناطق به جز فارس از اواخر شهریورماه آغاز می‌شود و رسیدن و خشک شدن بذرها تا اواخر آذر و اوایل دی‌ماه (با توجه به شرایط جوی) ادامه می‌یابد. این یافته‌ها با تحقیقی که برای بررسی برخی ویژگی‌های بوم‌شناسی گیاه دارویی پونه کوهی (*Mentha Mozaffarianii*) Jamzad در سال ۸۹ انجام شد مغایرت نشان داد. در تحقیق مذکور بیان شده است که زمان آغاز گلدهی تا رسیدن بذرها از اواخر اسفندماه تا نیمه اول خرداد ادامه دارد و رکود گیاه از نیمه دوم خرداد شروع می‌شود (Aria et al., 2011)؛ با توجه به تطابق‌پذیری بالای این گیاه با شرایط رویشگاهی آن، این مغایرت قابل توجه است و این تفاوت می‌تواند به دلیل تغییرات جوی و رویشگاهی و در راستای تطبیق گیاه با شرایط محیطی برای حفظ بقا باشد. این گیاه همیشه سبز بوده و بعد از رسیدن و ریزش بذرها این گیاه به رکود می‌رود، این یافته‌ها با یافته‌های تحقیقی که برای بررسی برخی ویژگی‌های بوم‌شناسی گیاه دارویی پونه کوهی انجام شده بود همخوانی داشت (Aria et al., 2011). مشاهدات نشان داد این گیاه تقریباً سایه‌پسند است، نور ملایم را می‌پسندد و در زیر نور مستقیم و سوزان خورشید رشد مطلوبی ندارد. در مورد رکود و توقف رشد این گیاه، مشاهدات نشان داد که تغییرات شدید دمایی و افزایش و کاهش دمای شدید نیز موجب توقف رشد و رکود این گیاه می‌شود.

نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که تنوع ژنتیکی درون گروهی و بین گروهی خوبی از نظر صفات مورفولوژیک بین جمعیت‌های مختلف پونه کوهی برگ‌باریک وجود دارد. از آنجایی که گزینش مستلزم وجود تنوع است، بنابراین شناسایی، حفظ و نگهداری این جمعیت‌ها به عنوان ذخایر ژنی بسیار ارزشمند است. به‌نحوی که با

- field bindweed population in Varamin (Iran). *Rostaniha*, 9(1):101-114 (In Persian).
- Mohammadi, F., Sharifi-Sirchi, G., Samsampour, D., 2017. Morphological, genetic and pigment diversity of *Nerium indicum* Mill in Iran. *Cellular and Molecular Biology* 63:64-70. doi:10.14715/cmb/2017.63.9.12
 - Panjeshahin, Z., Sharifi-Sirchi, Gh., and Samsampour, D., 2018. Genetic and Morphological Diversity of Wild Mint "*Mentha longifolia* (L.) Hudson subsp. noeana (Briq.) Briq." in South and Southeastern Iran. *Journal of Medicinal Plants and By-products*, 1: 105-115
 - Rahman, M.A., Thomson, M.J., Shah-E-Alam, M., de Ocampo, M., Egdane, J and Ismail, A.M., 2016. Exploring novel genetic sources of salinity tolerance in rice through molecular and physiological characterization. *Annals of botany*, 117:1083-1097. Doi: 10.1093/aob/mcw030.
 - Sam-Daliri, H., Mousavi, Z., Naderi, N and Asgarpanah, J., 2016. Chemical composition and analgesic activity of the essential oil of *Mentha Mozaffarianii* Jamzad leaves. *Bulgarian Chemical Communications*, 48:641-645
 - Sharma, K.K., Crouch, J.H. and Hash, C.T., 2002. Application of biotechnology for crop improvement: prospect and constraints. *Journal of Plant Science*, 163(3): 381- 395.
 - overview. *Advances in Plants and Agriculture Research*, 7(3): 279-286, Doi: 10.15406/apar.2017.07.00255.
 - Binava, S., Yavari, A and Shokrpour, M., 2021. Study on morphological variation of *Salvia mirzayanii* natural populations. *Iranian Journal of Rangelands and Forests Plant Breeding and Genetic Research*, 29(1):79-95 Doi: 80.354113.2021.ijrfpbgr/22092.1. (In Persian).
 - Daneshbakhsh, D., Asgarpanah, J., Najafizadeh, P., Rastegar, T and Mousavi, Z. 2018. Safety Assessment of *Mentha mozaffarianii* Essential Oil: Acute and Repeated Toxicity Studies. *Iranian Journal of Medical Sciences*, 43(5):479-486.
 - Ghani, A. and Rowshan, V., 2017. Comparative Study of Volatile Constituents from two Iranian Endemic Mint (*Mentha Mozaffarianii* Jamzad) Ecotypes. *Journal of Essential Oil Bearing Plants* 20:1293-1301. <https://doi.org/10.1080/0972060X.2017.1397552>
 - Kumar, A., Pratap, B., Kumar Gautam, D., Yadav, V., K, G., Beer, K., Kumar Singh, A and Kumar Singh, V., 2019. Variability, heritability and genetic advance studies in French marigold (*Tagetes patula* L.). *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 8(5): 1046-1048.
 - Mehrafarin, A., Meighani, F., Baghestani, M.A and Mirhadi, M.J., 2008. Evaluation of biodiversity of

Investigation of the phenotypic variation in some populations of *Mentha Mozaffarianii* Jamzad

F. Roshanibakhsh¹, D. Samsampour^{*2}, M. Askari Seyahooei³, A. Bagheri⁴

1- PhD Graduated, Dept. Horticulture Sciences, Faculty of Agriculture and Natural Resource, University of Hormozgan, Bandar Abbas, I.R. Iran

2*- Corresponding author, Assoc. Prof. Dept. Horticulture Sciences, Faculty of Agriculture and Natural Resource, University of Hormozgan, Bandar Abbas, I.R. Iran, Email: Samsampoor@hormozgan.ac.ir

3- Assoc. Prof. Dept. Plant Protection, Hormozgan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Bandar Abbas, I.R. Iran

4- Assist. Prof. Dept. Plant Protection, Hormozgan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Bandar Abbas, I.R. Iran

Received: 10.02.2022

Accepted: 19.07.2022

Abstract

Mentha Mozaffarianii Jamzad. is an aromatic, medicinal and endemic plant that grown in the South of Iran. Overharvesting, drought stress, destruction of its natural habitats have increased the extinction risk of this unique species. To investigate the morphological variation, nine populations were collected from its natural habitats during the years 2019-2021 and 23 morphological traits were evaluated. The results of the analysis of variance indicated the existence of diversity among the studied populations. There were significant differences among populations ($P < 0.05$) for all the traits except the leaf number, leaf length to width ratio and the number of flowering branches. The results showed significant correlation among most of the studied traits. Based on the principal component analysis (PCA), six main components explained 76.45% of the total variance among traits. The first, second and third components explained 23.24, 15.8 and 13.64% of the total variation, respectively, and they were considered as the effective components in plant height, inflorescence, and canopy cover. Based on cluster analysis using Ward method, the populations were divided into three main groups. The populations in cluster 3 had the highest plant height and crown area. Evaluation of phenotypic variation and collection of its genetic resources is necessary to facilitate the management and better investigation in breeding programs. Assessment the presence of phenotypic diversity can provide beneficial information in the management of collections and germplasm of *Mentha Mozaffarianii*. The data obtained from this research is useful and valuable in identifying appropriate populations for breeding purposes.

Keywords: *Mentha Mozaffarianii*, endemic species, multivariate analysis, correlation.