

بررسی تنوع صفات مرفولوژیکی و عملکردی برخی کلون‌های مرزه رشینگری در شرایط اقلیمی دزفول

قاسم اقلیما^۱، جواد هادیان^{۲*} و علیرضا مطلبی آذر^۳

۱- دانش آموخته کشاورزی، پژوهشکده گیاهان و مواد اولیه دارویی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران

۲- *نویسنده مسئول: دانشیار، پژوهشکده گیاهان و مواد اولیه دارویی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران (j_hadian@sbu.ac.ir)

۳- دانشیار، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۰۴/۱۴

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۰۵/۰۶

چکیده

گیاه مرزه رشینگری متعلق به خانواده نعنائیان یکی از گونه‌های مرزه انحصاری ایران است که به دلیل داشتن کارواکرویل در صنایع دارویی استفاده آن رو به گسترش می‌باشد. پس از غربالگری اولیه جمعیت‌های این گیاه، ۵۸ ژنوتیپ که سازگاری مناسبی به شرایط مزرعه داشتند انتخاب و کلون گردیدند. به منظور بررسی صفات مرفولوژیکی و عملکردی این کلون‌ها در شرایط اقلیمی دزفول، آزمایشی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. صفات مرفولوژیکی و عملکردی کلون‌ها در سال دوم کشت و در مرحله گلدهی مورد ارزیابی قرار گرفتند. نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که در بین ۵۸ کلون از نظر تمامی صفات در سطح یک درصد اختلاف معنی‌داری وجود دارد. صفات ارتفاع بوته بین ۲۷/۸۳ تا ۷۱/۵۰ سانتی‌متر، وزن تر بوته بین ۲۰/۲۶ تا ۲۸۹/۷۱ گرم در بوته، وزن خشک گل و برگ بین ۴/۰۵ تا ۶۲/۸۳ گرم در بوته و عملکرد اسانس بین ۰/۰۷ تا ۱/۵۴ گرم در بوته در بین کلون‌ها متنوع بود. همبستگی مثبت معنی‌دار بین صفت وزن برگ و گل با صفات ارتفاع بوته، تعداد شاخه اصلی و فرعی، عرض برگ، سطح مقطع بوته، وزن تر گیاه، وزن خشک گیاه و عملکرد اسانس مشاهده شد. براساس نتایج حاصل از تجزیه کلاستر، ۵۸ کلون مرزه رشینگری در دو گروه اصلی قرار گرفتند. تجزیه به عامل‌ها نشان داد که سه عامل اول توانستند ۷۰/۶۲ درصد از کل واریانس را توجیه نمایند. کلون‌های G_{48} ، F_{14} ، H_{82} ، E_7 ، K_{48} ، Z_{19} ، Z_{28} از نظر صفات وزن برگ و گل خشک و عملکرد اسانس در بین کلون‌ها، برتر بودند و برای کشت تجاری در منطقه دزفول توصیه می‌شوند.

کلید واژه‌ها: تجزیه به عامل‌ها، تجزیه خوشه‌ای، تنوع، مرزه رشینگری

مقدمه

سرنیزه‌ای تا قاشقی و پوشیده از کرک‌های بلند خاکستری رنگ و دارای غده‌های ترش‌حی فراوان می‌باشد. گل آذین این گیاه سنبله مانند، متراکم با فاصله کم نسبت به یکدیگر، کاسه گل ۶/۵ تا ۸ میلی‌متر، دندانه‌های لبه بالایی سه گوش، نوک تیز و پایینی‌ها سر نیزه‌ای هستند. جام گل به طول ۱۲ تا ۱۵ میلی‌متر به رنگ‌های متنوع از سفید تا زرد و ارغوانی دیده می‌شوند. این گیاه در اواخر تابستان و اوایل پاییز به گل می‌رود (Jamzad, 2009). پراکنش مرزه رشینگری محدود به نواحی جنوب غرب ایران در استان‌های ایلام و

مرزه رشینگری^۱ متعلق به خانواده نعنائیان^۲ و زیر خانواده نپتوئیده^۳ از گونه‌های مرزه بومی ایران است (Jamzad, 2009) که به دلیل داشتن کارواکرویل بالا در اسانس و اسیدهای فنلی آزاد در عصاره فعالیت بیولوژیک بالا داشته و در صنایع دارویی استفاده آن رو به گسترش می‌باشد (Hadian, 2009). مرزه رشینگری گیاهی چند ساله بسیار معطر و برگ‌ها

1- *Satureja rechingeri* Jamzad.

2- Lamiaceae

3- Nepetoideae

شیمیایی گونه‌های دارویی سرعت انتخاب را افزایش داده و کارایی آن را بالا خواهد برد (Nemeth, 2005).

روش‌های مختلفی برای بررسی تنوع بین نمونه‌های مختلف گیاهی وجود دارد که یکی از ارزان‌ترین و معمول‌ترین روش‌ها، بررسی تنوع مرفولوژیکی می‌باشد. شناسایی تنوع مرفولوژیکی نه تنها در مدیریت ژرم پلاسماهای گیاهی مفید می‌باشد، بلکه ایده خوبی را به محققان جهت اصلاح گیاهان ارائه می‌دهد (Naghavi et al., 2010). تاکنون از نشانگرهای مرفولوژیکی به تنهایی و یا به همراه سایر نشانگرها در ارزیابی بسیاری از گونه‌های دارویی استفاده شده است (Keskitalo et al., 2001).

در شروع برنامه اهلی‌سازی تنوع فیتوشیمیایی و مرفولوژیکی جمعیت‌های مرزه خوزستانی و مرزه رشینگری مورد مطالعه قرار گرفت و رویشگاه‌های برتر معرفی شدند. این مطالعات نشان داد که گونه مرزه رشینگری نسبت به مرزه خوزستانی از بازده اسانس بالاتری برخوردار می‌باشد و تنوع گسترده‌ای از نظر محتوای رزمارینک‌اسید^۶ و بازده اسانس در بین جمعیت‌ها وجود دارد. البته مطالعه ترکیبات اسانس نشان می‌دهد که ترکیب عمده اسانس در تمام جمعیت‌ها کارواکرول^۷ (۸۹/۲-۹۶/۲ درصد) بوده و جمعیت‌ها از نظر تیپ شیمیایی کاملاً همگن می‌باشند. بررسی تنوع ژنتیکی بین جمعیت‌های طبیعی مرزه رشینگری توسط نشانگرهای مولکولی نشان داد که تنوع و جریان ژنی بالایی در جمعیت‌ها وجود دارد. تنوع ژنتیکی بالا در ژرم پلاسما مرزه رشینگری امکان اصلاح، بهبود و حفاظت از این گونه را فراهم می‌سازد (Hadian et al., 2014).

در ادامه روش‌های تکثیر گیاه مرزه خوزستانی و مرزه رشینگری از طریق بذر، قلمه و ریزازدیادی بهینه‌سازی شد (Afzalifar, 2012). سپس جمع‌آوری ژرم پلاسما مرزه خوزستانی و مرزه رشینگری و کشت آن‌ها در شرایط اقلیمی منطقه کشکان لرستان انجام و پس از ارزیابی صفات مهم چون استقرار، صفات تولیدی و بازده اسانس، مقاومت به بیماری و خشکی، ژنوتیپ‌های مناسب و سازگار به شرایط مزرعه جهت کشت کلون

خوزستان می‌باشد. این گیاه در دامنه‌های سنگریزه‌ای، روی دیواره‌های رودخانه و دامنه‌های صخره‌ای آهکی در ناحیه صحارا سندی در ارتفاع حدود ۳۰۰ تا ۱۳۰۰ متر از سطح دریا می‌روید (Hadian et al., 2014).

طی سال‌های گذشته، اندام هوایی دو گونه مرزه خوزستانی^۱ و مرزه رشینگری به صورت مخلوط از طبیعت جمع‌آوری شده و در صنایع دارویی مورد استفاده قرار گرفته است. تاکنون مطالعات زیادی در مورد اثرات دارویی این گیاهان انجام شده و نتایج ارزشمندی به دست آمده است (Salahverzi, 2006). با تکیه بر نتایج تحقیقات انجام شده، داروهای متعددی از جمله داروهای دنتول^۲، ساتورکس^۳ و ارتودنتول^۴ از این گیاهان تولید شده و برای استفاده در صنایع دامپزشکی نیز فرمولاسیون‌های جدید از این گیاه نظیر زاگرو^۵ تهیه شده است. همچنین از تفاله گیاه اسانس‌گیری شده به عنوان علوفه دام استفاده می‌گردد. هر دو گونه مرزه رشینگری و مرزه خوزستانی دارای ویژگی‌های منحصر بفرد دیگر چون رویش در خاک‌های آهکی فقیر مناطق خشک و داشتن حجم بالای پیکرورویشی می‌باشند که این ویژگی‌ها آن‌ها را به عنوان گونه‌های کاندیدای با ارزش برای کشت در سیستم‌های کشاورزی کم‌نهاد مطرح می‌نماید (Hadian, 2010). به همین دلیل برنامه اهلی‌سازی و اصلاح روی گونه مرزه رشینگری نیز آغاز شده است.

وارد کردن گیاهان دارویی از رویشگاه‌های طبیعی آن‌ها به نظام کشاورزی فرآیندی طولانی است، به طوری که حتی با استفاده از فن‌آوری‌های جدید به نظر می‌رسد ۵ تا ۱۰ سال برای حل مشکلات کشت و اهلی کردن یک گیاه دارویی وحشی مورد نیاز باشد. فرایند وارد کردن گیاه به شرایط کنترل شده کشت، مستلزم بررسی‌های دقیق اکوفیزیولوژی، ژنتیک، جنبه‌های شیمیایی و همچنین پتانسیل تولید جمعیت‌های گیاهی منتخب می‌باشد. آگاهی از تنوع فنوتیپی و یافتن خصوصیات

1- *Satureja khuzistanica* Jamzad.

2- Dentol

3- Saturex

4- Aortodntol

5- Zagrol

6- Rosmarinic acid

7- Carvacrol

جمعیت بن‌ادب لالی، G مربوط به جمعیت گلان و بانه روشن، H مربوط به جمعیت نصریان، K مربوط به جمعیت کاور و Z مربوط به جمعیت زرین آباد می‌باشند (اطلاعات بیشتر مربوط به جمعیت‌ها در Hadian *et al.* (2014) در دسترس است). در طول فصل رشد و جین علف‌های هرز به صورت دستی انجام شد. در سال اول استقرار گیاه آبیاری فاروهای کشت شده به صورت هفته‌ای و در سال دوم هر دو هفته انجام شد. صفات مرفولوژیکی و عملکردی کلون‌ها در سال دوم کشت و در مرحله گلدهی در اواخر شهریور ماه مورد ارزیابی قرار گرفتند. صفات طول برگ، عرض برگ، طول میانگره، تعداد شاخه اصلی، تعداد شاخه فرعی، سطح مقطع بوته، ارتفاع بوته، وزن تر، وزن خشک گیاه و وزن خشک برگ و گل بررسی شدند. جهت محاسبه بازده اسانس، اسانس‌گیری از برگ و گل خشک گیاه به روش تقطیر با آب به مدت سه ساعت با دستگاه کلونجر انجام شد. عملکرد اسانس از حاصل ضرب وزن خشک برگ و گل بوته در درصد اسانس محاسبه شد. صفات کمی مربوط به طول و عرض اندام‌ها به کمک خط کش و کولیس دیجیتال اندازه‌گیری شد. اطلاعات به‌دست آمده با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته و مقایسه میانگین صفات به روش توکی (۱ و ۵ درصد) انجام گرفت.

شدند (Karami, 2014). به منظور انتخاب کلون‌های مناسب جهت کشت تجاری در منطقه مستعد دزفول، در این پژوهش ۵۸ کلون منتخب مرزه رشینگری در ایستگاه تحقیقاتی فدک دزفول کشت و مورد ارزیابی قرار گرفتند.

مواد و روش‌ها

پس از غربالگری اولیه جمعیت‌های مرزه رشینگری در شرایط اقلیمی کشکان لرستان، ۵۸ ژنوتیپ با استقرار و ویژگی‌های رشدی تولیدی مناسب در شرایط مزرعه انتخاب و کلون گردیدند. با هدف انتخاب و کشت تجاری کلون‌های مناسب در شرایط اقلیمی دزفول (ایستگاه تحقیقاتی فدک دزفول، سال زراعی ۱۳۹۳ و ۱۳۹۴)، بررسی صفات مرفولوژیکی و عملکردی این کلون‌ها آزمایشی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار انجام شد. محل اجرای آزمایش در باغ گیاه‌شناسی فدک واقع در منطقه سیلی شمال دزفول بود (جدول ۱). هر یک از کلون‌ها در فصل زمستان قلمه‌گیری (قلمه چوبی) و در گلخانه جهت تولید نشاء کشت شدند و پس از ریشه‌دار شدن در اواصل خرداد به زمین منتقل (در فواصل ۷۰ سانتی‌متر بین ردیف و ۳۰ سانتی‌متر روی ردیف) شدند. نامگذاری کلون‌ها با کاربرد حروف الفبایی بر اساس جمعیت اولیه در کلکسیون این گیاه انجام شده است چنانکه کدهای E مربوط به جمعیت نورآباد لیوس، F مربوط به

جدول ۱- متغیرهای اقلیمی و جغرافیایی دزفول (سازمان هواشناسی)
Table 1. Climate and geographic variables Dezful (Meteorological Agency)

ویژگی‌های خاک Soil characteristics		ویژگی‌های اقلیمی Climate features	
لومی Loam	بافت خاک Soil texture	49	میانگین حداکثر دمای سالانه (سانتی‌گراد) Average of annual maximum temperature ($^{\circ}\text{C}$)
8.7	واکنش خاک pH	3	میانگین حداقل دمای سالانه (سانتی‌گراد) Average of annual minimum temperature ($^{\circ}\text{C}$)
0.35	ازت (درصد) N (%)	26	میانگین دمای سالانه (سانتی‌گراد) Average annual temperature ($^{\circ}\text{C}$)
87	فسفر (قسمت در میلیون) P (ppm)	250	بارندگی (میلی‌متر) Precipitation (mm)
350	پتاس (قسمت در میلیون) K (ppm)	140	ارتفاع از سطح دریا (متر) Altitude
2.35	کربن آلی (درصد) Organic carbon (%)	480 22 'E	طول جغرافیایی Longitude
1.6	هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر) EC (dS/m)	320 22 'N	عرض جغرافیایی Latitude

میانگین ۱/۵۴ گرم در بوته و کمترین عملکرد اسانس مربوط به کلون Z₂₆ با میانگین ۰/۰۷ گرم بر بوته بود (جدول ۳).

ضرایب همبستگی صفات

ضرایب همبستگی ساده پیرسون در جدول (۴) آمده است. صفت ارتفاع بوته با صفات تعداد شاخه اصلی و فرعی، سطح مقطع بوته، وزن تر گیاه، وزن خشک گیاه، وزن خشک برگ و گل و عملکرد اسانس دارای همبستگی مثبت و معنی داری در سطح یک درصد و با صفت طول میانگرمه در سطح پنج درصد می باشد؛ ولی با صفات بازده اسانس و طول و عرض برگ همبستگی معنی داری ندارد. صفت سطح مقطع بوته با صفات ارتفاع بوته، تعداد شاخه اصلی و فرعی، طول میانگرمه، عرض برگ، وزن تر گیاه، وزن خشک گیاه، وزن خشک برگ و گل و عملکرد اسانس دارای همبستگی مثبت و با صفت بازده اسانس دارای همبستگی منفی در سطح یک درصد می باشد؛ ولی همبستگی این صفت با طول برگ معنی دار نشده است. از آنجایی که عملکرد نهایی هر گیاه به لحاظ تولید متابولیت های مورد نظر، از عملکرد اندام دارویی گیاه بازده اسانس به دست می آید و به دلیل آن که متابولیت های گیاه مرزه در ساختارهای غده ای روی برگ های آن تشکیل می شود، لذا هر عاملی که سبب افزایش سطح برگ و تولید برگ بیشتر در این گیاه شود و همچنین وزن خشک آن را افزایش دهد می تواند عامل مؤثر در جهت تولید هر چه بیشتر اسانس باشد. پس صفاتی که در افزایش میزان برگ و گل تأثیر گذار باشد، می توانند مدنظر اصلاح گر قرار بگیرند. صفت وزن برگ و گل با صفات ارتفاع بوته، تعداد شاخه اصلی و فرعی، عرض برگ، سطح مقطع بوته، وزن تر گیاه، وزن خشک گیاه و عملکرد اسانس دارای همبستگی مثبت و معنی دار در سطح یک درصد و با صفت بازده اسانس دارای همبستگی منفی و معنی دار در سطح پنج درصد است. در حالی که همبستگی آن با طول برگ معنی دار نشده است. صفت عملکرد اسانس با تمامی صفات به جزء طول برگ و بازده اسانس دارای همبستگی مثبت و معنی دار در سطح یک درصد می باشد (جدول ۴).

به منظور تعیین ارتباط بین صفات، همبستگی ساده پیرسون بین صفات محاسبه شد. به منظور گروه بندی کلون ها، تجزیه خوشه ای به روش وارد^۱ و با استفاده از فاصله اقلیدسی بعد از استاندارد کردن داده ها انجام گرفت و دندروگرام مربوطه رسم شد. در نهایت، تجزیه به عامل ها با استفاده از روش چرخش وریماکس^۲ انجام شد. در هر عامل اصلی و مستقل، ضرایب عاملی ۰/۵ به بالا معنی دار در نظر گرفته شد.

نتایج و بحث

تجزیه واریانس

تجزیه واریانس داده های حاصل از بررسی صفات مرفولوژی، عملکردی و بازده اسانس در بین کلون های مختلف صورت گرفت (جدول ۲). نتایج حاصل نشان داد که در بین ۵۸ کلون از نظر کلیه صفات مورد مطالعه در سطح یک درصد اختلاف معنی داری وجود داشت. مقادیر F مربوط به تکرار درون کلون ها برای تعداد شاخه اصلی، طول میانگرمه و ارتفاع بوته در سطح پنج درصد معنی دار و برای بقیه صفات معنی دار نشد.

مقایسه میانگین صفات بین کلون ها

نتایج مقایسه میانگین مربوط به کلون های مختلف نشان داد که بیشترین میزان ارتفاع بوته مربوط به کلون F₇₈ با میانگین ۷۱/۵ سانتی متر و کمترین مربوط به کلون G₂₆ با میانگین ۲۷/۸۳ سانتی متر بود. مقایسه وزن تر گیاه بیانگر این واقعیت است که کلون Z₁₉ با میانگین ۲۸۹/۷۱ گرم بر بوته بیشترین و کلون E₇₁ با میانگین ۲۰/۲۶ گرم بر بوته کمترین وزن تر را دارد. مقایسه میانگین وزن خشک گیاه نشان داد که کلون Z₂₈ با میانگین ۱۲۴/۷۱ گرم در بوته بیشترین و کلون G₂₆ با میانگین ۹/۸۳ گرم بر بوته کمترین مقدار را به خود اختصاص دادند. از نظر وزن برگ و گل کلون Z₂₈ با میانگین ۶۲/۸۳ گرم دارای بیشترین و کلون F₄₂ با میانگین ۴/۰۵ گرم دارای کمترین وزن برگ و گل بودند. از لحاظ بازده اسانس کلون F₄₂ با میانگین ۴/۱ درصد بیشترین و کلون K₂ با میانگین یک درصد کمترین بازده اسانس را داشتند. بیشترین عملکرد اسانس مربوط به کلون Z₂₈ با

1- Ward Method
2- Varimax

جدول ۲- تجزیه واریانس و میانگین مربعات صفات اندازه‌گیری شده

Table 2. Analysis of variance and mean squares of measured traits

میانگین مربعات													
Mean squares													
عملکرد اسانس Oil yeild	بازده اسانس Oil content	وزن خشک برگ Leaf dry weight	وزن خشک Dry weight	وزن تر Fresh weight	عرض برگ Leaf width	طول برگ Leaf length	تعداد شاخه فرعی Number of axillary branches	تعداد شاخه اصلی Number of main branches	طول میانگوه Internode length	سطح مقطع بوته Plant diameter	ارتفاع بوته Plant height	درجه آزادی df	منابع تغییرات Source of variations
0.015	0.101	59.729	470.854	2363.71	0.21	1.484	0.018	7.717*	0.416*	76.72	10.06*	2	بلوک Block
218**	0.817**	466.188**	2033.269**	10522.71**	6.46**	4.709**	0.469**	220.296**	3.549**	430.971**	224.475**	57	کلون Clone
0.048	0.148	96.721	441.444	2353.269	0.855	0.86	0.087	39.316	3.703	53.943	23.625	114	اشتباه آزمایشی Error

** and * show no significant differences, significant at the 1and 5 % respectively.

** و * به ترتیب معنی‌داری در سطح ۵ درصد.

جدول ۳- میانگین و دامنه صفات اندازه گیری شده در بین کلون های مختلف مرزه رشینگری
 Table 3. Average and range of measured traits among different clones of *Satureja rechingeri*

ضریب تغییرات (درصد) C.V.(%)	حداکثر Max	حداقل Min	میانگین Average	واحد اندازه گیری Unit	صفت Trait
9.48	71.50	27.83	43.63	cm	ارتفاع بوته Plant height
13.35	78.92	23.08	47.48	cm ²	سطح مقطع بوته Plant diameter
1.27	9.7	8.83	9.26	mm	طول میانگره Internode length
9.92	47.00	12.00	25.96	-	تعداد شاخه اصلی Number of main branches
0.46	2.50	1.00	1.42	-	تعداد شاخه فرعی Number of axillary branches
1.46	15.00	8.33	11.66	mm	طول برگ Leaf length
1.62	11.50	4.00	7.13	mm	عرض برگ Leaf width
71.01	289.71	20.26	97.06	g/plant	وزن تر Fresh weight
31.07	124.71	9.83	46.42	g/plant	وزن خشک Dry weight
14.76	62.83	4.05	20.72	g/plant	وزن خشک برگ Leaf dry weight
0.60	4.10	1.00	2.24	%	بازده اسانس Oil content
0.32	1.54	0.07	0.45	g/plant	عملکرد اسانس Oil yield

جدول ۴- ضریب همبستگی پیرسون برای صفات مورد مطالعه در کلون های مختلف مرزه رشینگری
 Table 4. Pearson correlation coefficients for studied traits in different clones of *Satureja rechingeri*

ضرایب همبستگی Correlations Coefficients												صفت Trait
12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	
											1	1
										1	0.348**	2
									1	-0.094	0.281**	3
								1	0.044	0.425**	0.156*	4
							1	0.019	-0.068	0.022	0.142	5
						1	0.418**	-0.001	-0.180*	0.017	-0.079	6
					1	-0.051	0.221**	0.290**	0.384**	0.463**	0.766**	7
				1	0.671**	-0.002	0.288**	0.299**	0.324**	0.489**	0.509**	8
			1	0.949**	0.675**	-0.017	0.229**	0.287**	0.366**	0.499**	0.544**	9
		1	0.923**	0.939**	0.626**	0.033	0.331**	0.291**	0.261**	0.479**	0.410**	10
	1	-0.157*	0.200**	-0.160*	-0.240**	0.056	0.131	-0.045	-0.235**	-0.074	-0.093	11
1	0.103	0.945**	0.851**	0.883**	0.543**	0.033	0.369**	0.255**	0.220**	0.414**	0.381**	12

(1) ارتفاع بوته (Plant height) (2) تعداد شاخه اصلی (Number of main branches) (3) تعداد شاخه فرعی (Number of axillary branches) (4) طول میانگره (Internode length) (5) عرض برگ (Leaf width) (6) طول برگ (Leaf length) (7) سطح مقطع (Plant diameter) (8) وزن تر (Fresh weight) (9) وزن خشک (Dry weight) (10) وزن خشک برگ (Leaf dry weight) (11) بازده اسانس (Oil content) (12) عملکرد اسانس (Oil yield)

** و * به ترتیب معنی داری در سطح ۱ و ۵ درصد.

**and * show no significant differences, significant at the 1 and 5 % respectively.

(Yavari et al., 2008; Hadian, 2008).

تجزیه خوشه‌ای

تجزیه خوشه‌ای بر اساس صفات مرفولوژی و عملکردی، ژنوتیپ‌ها را در فاصله ۲۵ اقلیدسی به دو گروه اصلی تقسیم نمود. تعداد افراد موجود در هر گروه بین ۸ فرد در گروه A₁ تا ۱۵ فرد در گروه B₂ متفاوت بود. کلون‌هایی که در گروه A₁ قرار دارند از نظر صفات طول میانگرمه دارای بیشترین مقدار و کلون‌های گروه A₂ از نظر تمامی صفات در حالت میانه قرار دارند. کلون‌هایی که در گروه B₁ قرار دارند از نظر صفات وزن تر گیاه، وزن خشک گیاه، وزن خشک برگ و گل، عملکرد اسانس، سطح مقطع بوته، ارتفاع بوته و تعداد شاخه فرعی دارای بیشترین مقدار و کلون‌هایی که در گروه B₂ قرار دارند از نظر طول برگ، عرض برگ و تعداد شاخه اصلی نسبت به بقیه برتر هستند (شکل ۱). در مطالعه‌ای روی مرز خوزستانی مشخص شد گروه‌بندی افراد مرز خوزستانی در کلاستر با الگوی پراکنش جغرافیایی آنها چندان مرتبط نبود که در این مطالعه نیز نتایج مشابهی به دست آمد و تنوع مرفولوژیکی و گروه‌بندی افراد مورد مطالعه مرز رشینگری به طور نسبی با پراکنش جغرافیایی جمعیت‌ها در ارتباط نبود و پراکنش افراد در کلاستر از الگوی خاص جغرافیایی پیروی نمی‌کرد (Hadian et al., 2011).

صفات مرفولوژیکی جهت گروه‌بندی افراد و جمعیت‌های سایر گونه‌های مرز نیز به طور مؤثر بکار رفته‌اند. کلاستر حاصل از آنالیز صفات مرفولوژیکی گیاه مرز جنگلی هفت جمعیت مورد مطالعه را در چهار گروه قرار داد که صفاتی مثل ارتفاع گیاه، طول گل آذین، طول برگ و طول میانگرمه باعث گروه‌بندی این جمعیت‌ها شده است (Karimi, 2012). در بررسی تنوع مرفولوژیکی جمعیت‌های مرز خوزستانی تنوع بالایی برای صفات مورد مطالعه گزارش شده است (Hadian et al., 2010). در تحقیق آن‌ها، توده‌ها بر اساس آنالیز کلاستر در سه گروه قرار گرفتند. در مطالعه‌ای هفت جمعیت گیاه آویشن کرمانی^۴ از نظر صفات مرفولوژیکی در دو گروه مجزا

در مطالعه‌ای بر روی مرز رشینگری دریافتند که صفات وزن تر گیاه، وزن خشک گیاه، ارتفاع بوته، سطح مقطع گیاه، تعداد شاخه و تعداد گل همبستگی مثبت و معنی‌دار با صفت وزن خشک برگ و گل در سطح یک درصد داشت. صفات وزن تر گیاه، وزن خشک گیاه، وزن خشک برگ و گل، سطح مقطع بوته، تعداد شاخه فرعی، قطر شاخه و تعداد گل همبستگی مثبت و معنی‌دار در سطح یک درصد با صفت ارتفاع گیاه نشان داد (Karami, 2014). در مطالعه‌ای بر روی مرز جنگلی^۱، بازده اسانس با ارتفاع گیاه، طول برگ و طول برگچه کنار برگ در سطح یک درصد همبستگی مثبت و معنی‌دار نشان داد (Karimi, 2012). به منظور بررسی عملکرد ماده خشک، خصوصیات مرفولوژیک و بازده اسانس، ۸ توده از سه گونه مرز جنگلی، مرز خوزستانی و مرز رشینگری مورد بررسی قرار گرفت. نتایج آن‌ها نشان داد که ضریب همبستگی بین عملکرد و صفات تاریخ گلدهی و اندازه سطح برگ منفی و معنی‌دار بود. درصد اسانس با ارتفاع گیاه، تعداد شاخه اصلی و فرعی، عملکرد تر و خشک، قطر بزرگ و کوچک تاج پوشش همبستگی مثبت و معنی‌دار داشت (Hadian et al., 2014). در تحقیقی که بر روی خصوصیات مرفولوژیکی مرز خوزستانی انجام شد نشان دادند که این جمعیت‌ها از نظر طول دمگل و سطح برگ با هم متفاوت بودند. در گیاه مرز رشینگری صفات وزن تر گیاه، وزن خشک گیاه، ارتفاع بوته، سطح مقطع بوته، تعداد شاخه اصلی، تعداد شاخه فرعی و تعداد گل همبستگی مثبت و معنی‌داری در سطح یک درصد با صفت وزن خشک برگ و گل داشت (Karami, 2014). نتایج همبستگی ساده، همبستگی مثبت بالایی بین صفات تعداد گل در گل آذین، تعداد برگه و طول کاسه گل در سطح احتمال یک درصد با صفت بازده اسانس در گیاه آویشن آذربایجانی^۲ و همچنین، میزان وزن خشک و درصد اسانس در گیاه مرز تابستانه^۳ نشان داد

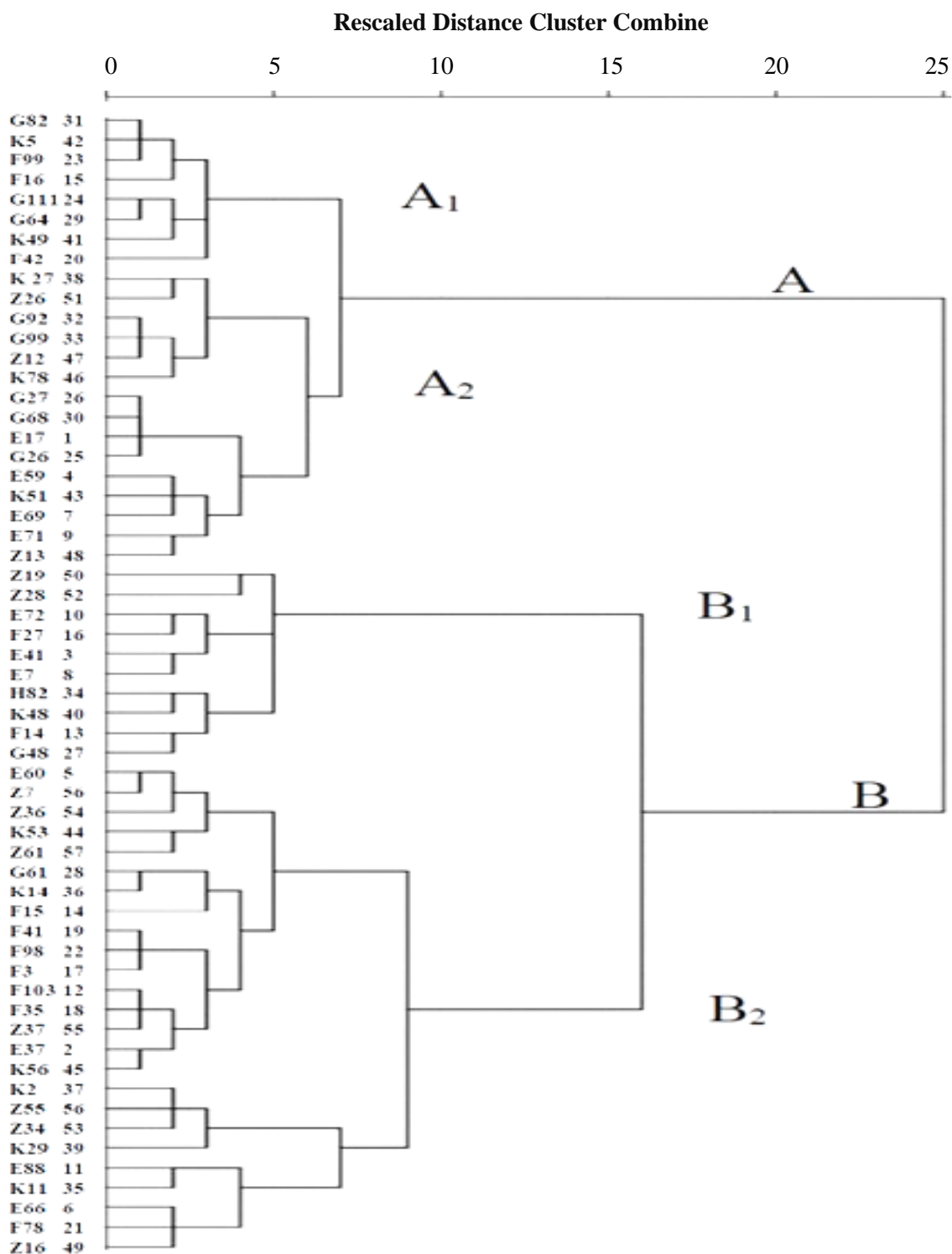
1- *S. mutica*

2- *Thymus migricus*

3- *Satureja hortensis* L.

4- *Thymus carmanicus* Jalas

قرار گرفتند که جمعیت‌های جمع‌آوری شده از استان‌های کرمان و اصفهان در یک گروه و جمعیت‌های استان سمنان در گروه دیگری قرار گرفته بودند (Bigdelo, 2012).



شکل ۱- دندروگرام حاصل از تجزیه خوشه‌ای صفات مورفولوژیکی و عملکردی ۵۸ کلون مرزه رشینگری بر اساس روش وارد با ضریب همبستگی کوفنتیک ۰/۸۹

Figure 1. Cluster analysis of morphological and production biological traits of the 58 clones of *Satureja rechingeri* using Ward method

و گل (۰/۹۱۷)، عملکرد اسانس (۰/۸۵۱)، سطح مقطع بوته (۰/۷۸۵)، ارتفاع بوته (۰/۶۳۲) و تعداد شاخه فرعی (۰/۵۴۸) بیشترین تاثیر را داشتند. در عامل دوم صفات عرض برگ (۰/۷۵۱)، طول برگ (۰/۶۹۶)، تعداد شاخه اصلی (۰/۶۲۹)، بازده اسانس (۰/۵۴۸) و عامل سوم طول میانگره (۰/۷۲۴) بیشترین ضرایب را دارا بودند (جدول ۵).

تجزیه به عامل

طبق آزمون تجزیه به عامل در ۱۲ صفت مرفولوژیکی و عملکردی مستقل (جدول ۵) عامل اول تا سوم به ترتیب ۴۲/۵۱۴ درصد، ۱۵/۴۴۱ درصد و ۱۲/۶۷۷ درصد از واریانس کل را توجیه نمودند. در عامل اول صفات وزن تر بوته (۰/۹۵۳)، وزن خشک بوته (۰/۹۴۳)، وزن خشک برگ

جدول ۵- آزمون تجزیه به عامل صفات مورد ارزیابی در ۵۸ کلون مرزه رشینگری
Table 5. Factor analysis of different traits of 58 clones of *Satureja rechingeri*

ضرایب عاملی Factor coefficients			صفات Triats
3	2	1	
0.172	-0.224	0.632	ارتفاع بوته Plant height
-0.126	0.625	0.403	تعداد شاخه اصلی Number of main branches
-0.389	-0.531	0.548	تعداد شاخه فرعی Number of axillary branches
0.724	-0.080	0.206	طول میانگره Internode length
-0.257	0.751	0.339	عرض برگ Leaf width
-0.126	0.696	0.026	طول برگ Leaf length
0.127	-0.229	0.785	سطح مقطع بوته Plant diameter
0.161	0.045	0.953	وزن تر Fresh weight
0.162	-0.026	0.943	وزن خشک Dry weight
0.155	0.154	0.917	وزن خشک برگ Leaf dry weight
0.275	0.548	-0.239	بازده اسانس Oil content
0.181	0.296	0.851	عملکرد اسانس Oil yield
1.520	1.853	5.102	مقادیر ویژه Eigenvalues
12.670	15.444	42.514	درصد واریانس % of total variance
70.628	57.958	42.514	درصد واریانس تجمعی % of cumulative variance

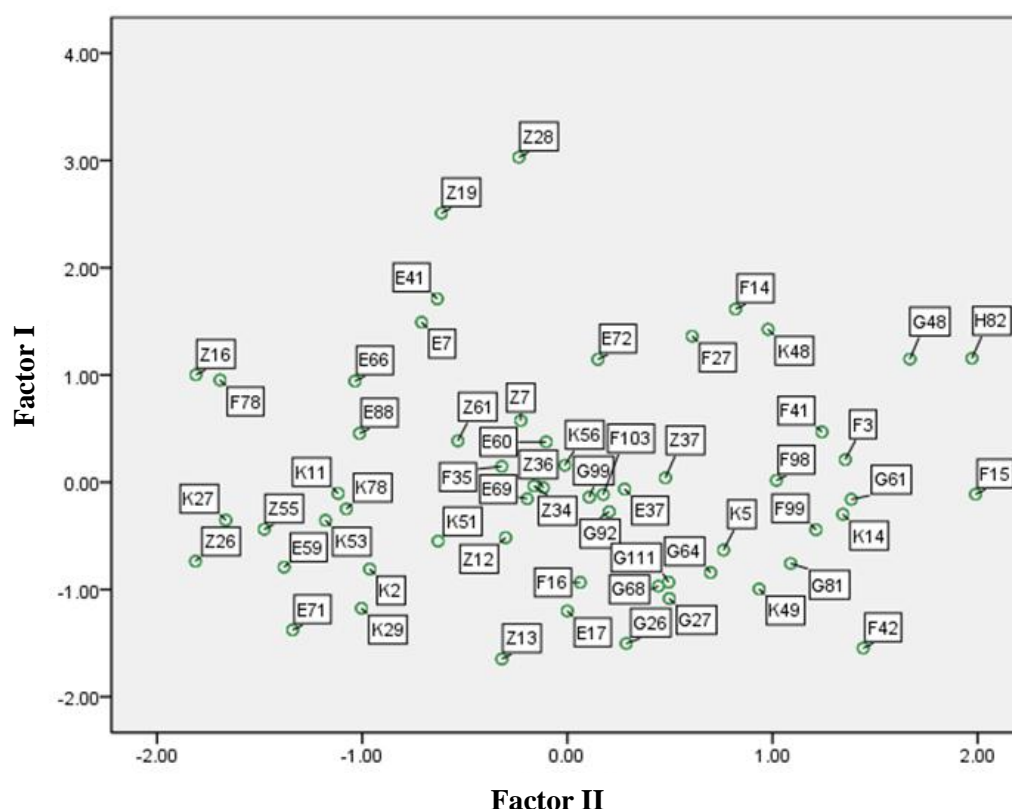
سطح مقطع بوته، ارتفاع بوته و تعداد شاخه اصلی) است و همه آن‌ها در عامل اول قرار گرفتند. این تجزیه می‌تواند عوامل فرق‌گذار بین جمعیت‌های مورد بررسی را روشن

نتایج تجزیه به عامل‌ها نشان داد که بیشترین تفاوت کلون‌ها مربوط به صفات عملکردی (وزن تر گیاه، وزن خشک بوته، وزن خشک برگ و گل، عملکرد اسانس،

آویشن دناپی^۲ تجزیه عامل بیشترین تفاوت جمعیت‌ها را در خصوصیات قسمت‌هایی مثل برگ، براکته، ابعاد گل و کاسه گل که در تولید و ذخیره اسانس نقش اساسی دارند نشان داد که بیشترین آن‌ها در عامل اصلی اول با درصد واریانس ۲۸/۲ قرار داشتند (Shoryabi, 2013).

شکل (۲) مربوط به اسکترپلات دو بعدی نشان‌دهنده پراکنش کلون‌ها بر اساس عامل اول و دوم آنالیز تجزیه به عامل است. گروه‌بندی افراد در پلات دو بعدی منطبق بر کلاستر هست. در عامل اول که صفات عملکرد زیتوده بیشترین ضرایب را داشتند، کلون‌های Z_{19} ، Z_{28} ، E_{41} ، Z_{16} ، E_{66} ، E_7 و F_{78} قرار گرفته‌اند. در عامل دوم که صفت بازده اسانس بیشترین ضریب را داشت، کلون‌های F_{42} ، K_{49} ، G_{81} و K_{14} قرار گرفته‌اند.

سازد. در بررسی که بر روی هفت جمعیت مریم‌گلی سهندی^۱ انجام شد، نتایج تجزیه به عامل‌ها نشان داد که بیشترین تفاوت جمعیت‌ها مربوط به قسمت‌های رویشی و زایشی (گل آذین، ابعاد گل، طول و عرض براکته، طول کاسه، طول و عرض برگ و قطر ساقه) که نقش اصلی در تولید و ذخیره اسانس را دارند می‌باشد که اکثر آن‌ها در عامل‌های اول، دوم و سوم با درصد واریانس ۵۱/۱۵۳ قرار گرفتند (Hydayati, 2014). در بررسی که روی هفت جمعیت آویشن کرمانی انجام شد، نتایج تجزیه به عامل‌ها بیشترین تفاوت ژنوتیپ‌ها را مربوط به خصوصیات قسمت‌های تولید و ذخیره‌کننده مواد مؤثره نشان داد و فاکتورهای اول و دوم بیشترین سهم را به خود اختصاص دادند و در مجموع ۶۲/۰۲ درصد از واریانس کل را توجیه نمودند (Bigdelo, 2012). در بررسی دیگر بر روی



شکل ۲- اسکتر پلات دو بعدی ۵۸ کلون مرزه رشینگری بر اساس عامل ۱ و ۲ آنالیز تجزیه به عامل
Figure 2. Two-dimensional scatter plot of 58 clones of *S. rechingeri* according to factor I and II of factor analysis

نظر صفات وزن برگ و گل خشک و عملکرد اسانس و کلون‌های F₂₇، F₃، Z₁₃، G₈₁، F₁₅، K₂₉، F₄₂ از نظر صفت بازده اسانس در بین کلون‌ها برتر بودند و به منظور ایجاد ژنوتیپ‌های همگن با کمیت و کیفیت مناسب مواد مؤثره و پتانسیل تولید مطلوب و ثابت در گیاه دارویی مرزه رشینگری معرفی می‌شوند.

نتیجه‌گیری

مهم‌ترین صفات تولیدی شامل عملکرد اندام حاوی اسانس، بازده اسانس و در نتیجه عملکرد اسانس تنوع قابل توجهی در بین کلون‌ها نشان دادند که می‌تواند در پروژه اصلاحی به منظور ایجاد رقم‌های مرغوب و مطلوب صنایع غذایی و دارویی بکار رود. با توجه به نتایج به‌دست آمده، کلون‌های G₄₈، F₁₄، H₈₂، E₇، K₄₈، Z₁₉، Z₂₈ از

References

- Afzalifar, M. (2012). Different methods of reproduction and androgenic in *Satureja khuzistanica* Jamzad and *S. rechingeri* Jamzad. M.Sc. Thesis, Shahid Beheshti University, Tehran. [In Farsi]
- Bigdelo, M. (2012). Assessment of morphological diversity, genetic and phytochemical Kermani thyme. M.Sc. Thesis, University of Tehran, Tehran. [In Farsi]
- Hadian, J. (2009). The genetic diversity of native Savory species in Iran. M.Sc. Thesis, University of Tehran, Tehran. [In Farsi]
- Hadian, J., Azizi, A., Tabatabaei, S. M. F., Naghavi, M. R., Jamzad, Z. and Friedt, W. (2010). Analysis of the genetic diversity and affinities of different Iranian *Satureja* species based on SAMPL markers. *Planta Medica* 76, 1-7.
- Hadian, J., Esmaeili, H, Nadjafi, F. and Khadavi-Khub, A. (2014). Essential oil characterization of *Satureja rechingeri* in Iran. *Industrial Crop and products* 61, 403-409.
- Hadian, J., Karami, A., Azizi, A. and Khadivi-Khub, A. (2014). Ubiquitous genetic diversity among and within wild populations of *Satureja rechingeri* assessed with ISSR markers. *Plant Systematics and Evolution*, 301(3), 923-930.
- Hadian, J., Mirjalili, M. H. and Ganjpoor, N. (2011). Morphological and phytochemical characterization of natural population of *Satureja khuzestanica*. *Chemistry Biodiversity*, 8, 1-15.
- Hadian, J., Tabatabaei, S. M. F., Naghavi, M. R., Jamzad, Z and Ramak-Masoumi, T. (2008). Genetic diversity of Iranian accession of *Satureja hortensis* L. based on horticultural triats and RAPD markers. *Scientia Horticultuer*, 115(2), 196-202.
- Hydayati, A. (2014). Evaluate the morphological and phytochemical diversity of populations *Salvia sahendica* in Iran. M.Sc. Thesis, Shahid Beheshti University, Tehran. [In Farsi]
- Jamzad, Z. (2009). *Thymus and Satureja species of Iran*. Tehran: Research Institute of Forest and Rangelands Pub. [In Farsi]
- Karami, M. (2014). Evaluation of the genetic diversity of *Satureja rechingeri* by using ISSR markers. M.Sc. Thesis, Shahid Beheshti University, Tehran. [In Farsi]

- Karimi, A. (2012). Evaluate the morphological and phytochemical diversity of forest savory populations in Iran. M.Sc. Thesis, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan. [In Farsi]
- Keskitalo, M., Pehu, E. and Simon, J. E. (2001). Variation in volatile compounds from Tansy (*Tanacetum vulgare* L.) related to genetic and morphological differences of genotypes. *Theoretical and Applied Genetics*, 29(3), 265-285.
- Khazanivandi, F., Jafari, A., Ahmadi, Sh. and Tabaei-aghdaie, R. (2014). Genetic diversity and relationships between morphological traits and essential oil yield of these plants *Satureja rechingeri*, *S. khuzistanica* and *S. mutica* in climatic conditions Khorramabad. Presented at the 12th Congress of Iranian Genetics Society, Tehran, Iran. [In Farsi]
- Naghavi, M. R., Gareyazi, B. and Hossaini Salkadeh, G. (2010). *Molucullar markers*. Tehran: Publication of Tehran University.
- Nemeth, E. (2005). Needs, problems and achivments of introduction of wild growing medicinal plants in to the agricultore. Presented at the 1th Conference on Medicinal and Aromatic Plants of Southeast European Countries and VI meeting Days of Medicinal Plants Arandjelovac, FR Yugoslavia.
- Salahverzi, S. (2006). Evaluation of chemical compounds in extracts of *Satureja khuzistanica*. M.Sc. Thesis, Sharif University of Technology Tehran. [In Farsi]
- Shoryabi, M. (2013). The domestication of *Thyme daenensis*: Morphological diversity, phytochemical, sustainability quantitative and qualitative characteristics and micropropagation. M.Sc. Thesis, Shahid Beheshti University, Tehran. [In Farsi]
- Yavari, A. R., Nazeri, V., Sefidkon, F. and Hassani M. E. (2008). Study on some ecological factors, morphological traits, ploidy levels and essential oil composition of *Thymus pubescens* Boiss. & Kotschy ex Celak in two natural regions of East Azerbaijan province. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants*, 26(4), 500-512. [In Farsi]

A Survey on Diversity of Morphological and Biological Production Traits of *Satureja rechingeri* Jamzad Clones in Dezful Climate

Gh. Eghlima¹, J. Hadian^{2*} and A.R. Motallebi Azar³

- 1- M.Sc. Graduate of Agriculture, Medicinal Plants and Drugs Research Institute, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran
- 2- ***Corresponding Author:** Associate Professor, Medicinal Plants and Drugs Research Institute, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran (j_hadian@sbu.ac.ir)
- 3- Associate Professor, Department of Horticultural Science, Faculty of Agriculture, Tabriz University, Tabriz, Iran

Received: 27 July, 2016

Accepted: 5 July, 2017

Abstract

Background and Objectives

Satureja rechingeri, belonging to the Lamiaceae family, has been recently used in the pharmaceutical industry due to its high level of carvacrol in the essential oil. In order to select suitable clones for commercial cultivation in Dezful climatic conditions, in this study morphological and biological production traits of 58 clones of *Satureja rechingeri* were evaluated.

Materials and Methods

After initial screening of plant populations, 58 genotypes were selected based on their adaptation into field conditions. To evaluate the morphological and biological production traits of these clones in Dezful climatic conditions, an experiment was conducted based on randomized complete block design with three replications. Morphological and biological production traits of 58 clones were evaluated in the second year of cultivation at the flowering stage.

Results

Analysis of variance showed significant differences for all studied traits ($p < 0.01$) among 58 clones. The most important traits varied in terms of plant height (27.83-71.50 cm), fresh weight (20.26-289.71 g/p), flower and leaf weight (4.05 to 83.62 g/p), and plant oil yields (0.07 to 1.54 g/p). Flowers and leaf dry weight had a significant and positive correlation with plant height, number of the main branches and lateral branches, leaf width, plant diameter, fresh weight, dry weight and essential oil yield. Cluster analysis grouped the 58 clones within two main groups. Factor analysis showed that three main factors justified 70.62 percent of the whole variation. Clones of Z₂₈, Z₁₉, K₄₈, E₇, H₈₂, F₁₄ and G₄₈ were superior with regard to weight of dry leaves, flowers and essential oil yield.

Discussion

Superior *S. rechingeri* clones could be used for commercial cultivation in Dezful climate conditions. The most important biological production traits, yield of leaf and flower fraction, essential oil content and yield showed significant variation between clones. These variations could be used to breed high-quality and desirable cultivars for use in food and pharmaceutical industries.

Keywords: Cluster analysis, Morphological diversity, Principle coordinate analysis, *Satureja rechingeri*