نشریه پژوهش‌های تولید گیاهی
جلد بیست و ششم، شماره چهارم، ۱۳۹۸
۲۰۹-۲۲۶
http://jopp.gau.ac.ir
DOI: 10.22069/jopp.2019.15993.2437

بررسی تنوع ژنتیکی برخی از جمعیت‌های شیرین‌بیان (*Glycyrrhiza glabra* L.) ایران با استفاده از خصوصیات ریخت‌شناسی و فیتوشیمیایی

قاسم اقلیما[۱]، *محسن ثانی‌خانی[۲]، عزیزاله خیری[۲]، جواد هادیان[۳] و میترا اعلائی[۲]

[۱]دانشجوی دکتری گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان، زنجان، ایران،
[۲]استادیار گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان، زنجان، ایران،
[۳]دانشیار پژوهشکده گیاهان و مواد اولیه دارویی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران
تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۰۹/۱۹؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۱۱/۰۲

چکیده

سابقه و هدف: شیرین‌بیان گیاهی چندساله و از خانواده Fabaceae است که بومی نواحی مدیترانه، جنوب روسیه و آسیا بوده ولی امروزه در سراسر اروپا، خاورمیانه و آسیا کشت می‌شود. این گیاه در مناطق مختلف ایران رویش دارد. هر چند از شمال تا جنوب ایران گیاه شیرین‌بیان به‌صورت خودرو می‌روید، ولی از آن‌جا که این گیاه را با ریشه از زمین بیرون می‌آورند، به‌تدریج از میزان آن در طبیعت کاسته می‌شود، به‌طوری‌که در استان‌های جنوبی کشور به‌ویژه استان‌های فارس و کرمان این گیاه در خطر انقراض قرار دارد بنابراین توجه خاص و روزافزون به حفظ ذخایر ژنتیکی این گیاه بیش از پیش احساس می‌شود. بررسی ویژگی‌های کمی و کیفی این گیاه در رویشگاه‌های طبیعی موجود در مناطق مختلف کشور نقش به‌سزایی در شناسایی اکوتیپ‌های برتر جهت کشت و اهلی‌سازی این گیاه با ارزش دارویی دارد.

مواد و روش‌ها: به‌منظور بررسی تنوع صفات ریخت‌شناسی و فیتوشیمیایی جمعیت‌های مختلف در شرایط اقلیمی زنجان، پس از جمع‌آوری جمعیت‌ها در فصل پاییز، ریزوم‌های با قطر دو و طول ۱۵ سانتی‌متر در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۵ تکرار با فاصله بین ردیف ٦٠ و روی ردیف ٤٠ سانتی‌متر کشت شدند. صفات ریخت‌شناسی و عملکردی جمعیت‌ها مختلف در اواخر فصل رشد مورد ارزیابی قرار گرفتند. صفات ارتفاع بوته، عرض بوته، طول برگ، عرض برگ، تعداد برگچه، طول برگچه، عرض برگچه، تعداد شاخه جانبی، قطر ساقه اصلی، وزن تر اندام هوایی، وزن تر ریشه، وزن خشک اندام هوایی و وزن خشک ریشه، نسبت ریشه به اندام هوایی، عملکرد اندام هوای در مترمربع، عملکرد ریشه در مترمربع، فنل کل، فلاونوئید کل و اسیدگلیسیریزیک بررسی شدند. داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS و SPSS مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته و به‌منظور گروه‌بندی جمعیت‌ها تجزیه خوشه‌ای به روش وارد و تجزیه به عامل‌ها با استفاده از روش چرخش وریماکس انجام شد.

یافته‌ها: نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که در بین ۲۲ جمعیت شیرین‌بیان از نظر همه صفات مورد مطالعه در سطح یک درصد اختلاف معنی‌داری وجود داشت. بیش‌ترین میزان ارتفاع بوته در جمعیت AH (۹۹ سانتی‌متر) بیش‌ترین عرض بوته در جمعیت E (٨٦/٦ سانتی‌متر)، بیش‌ترین وزن تر اندام هوایی در جمعیت D (٤٠٠/٤ گرم بر گیاه)، بیش‌ترین وزن تر ریشه در

* مسئول مکاتبه: sani@znu.ac.ir

جمعیت E (۳٦٥/۲ گرم بر گیاه)، بیش‌ترین عملکرد اندام هوایی در جمعیت D (٦٤۳/۷٥ گرم بر مترمربع)، بیش‌ترین عملکرد ریشه در جمعیت E (٦۹۲/٥ گرم بر مترمربع) و بیش‌ترین درصد اسیدگلیسیریزیک در جمعیت D (۸/۳ درصد) بودند. صفت عملکرد ریشه با صفات ارتفاع بوته، عرض بوته، قطر ساقه اصلی، طول برگچه، تعداد شاخه جانبی، وزن تر اندام هوایی، وزن تر ریشه، وزن خشک اندام هوایی، وزن خشک ریشه، عملکرد اندام هوایی، فنل کل، فلاونوئید کل و اسیدگلیسیریزیک همبستگی مثبت و معنی‌دار در سطح یک درصد و با صفت نسبت وزن خشک ریشه به اندام هوایی همبستگی مثبت و معنی‌داری در سطح پنج درصد است ولی با صفات طول برگ، عرض برگ، تعداد برگچه و عرض برگچه همبستگی معنی‌داری ندارد. براساس نتایج حاصل از تجزیه کلاستر، ۲۲ جمعیت شیرین‌بیان در چهار گروه اصلی قرار گرفتند. تجزیه به عامل‌ها نشان داد که چهار عامل اول توانستند ٨٤/٨٤١ درصد از کل واریانس را توجیه نمایند.

نتیجه‌گیری: نتایج کلی این پژوهش نشان داد که تنوع زیادی در بین جمعیت‌های مورد بررسی براساس صفات ریخت‌شناسی و عملکردی وجود دارد که نشان‌دهنده پتانسیل ژنتیکی بالا در بین جمعیت‌های مختلف می‌باشد. با توجه به نتایج جمعیت‌های D، E، MS، SH، SP و TF دارای صفات مطلوب و عملکرد مناسبی می‌باشند و به‌عنوان مطلوب‌ترین جمعیت‌ها در این پژوهش شناسایی شدند و که می‌توان جمعیت‌های برتر را در پروژه‌های اصلاحی به‌منظور ایجاد ارقام مرغوب و مطلوب صنایع غذایی و دارویی به‌کار گرفت.

واژه‌های کلیدی: تجزیه به عامل‌ها، تجزیه خوشه‌ای، تنوع مورفولوژیکی، شیرین‌بیان

مقدمه

شیرین‌بیان (*Glycyrrhiza glabra* L.) گیاهی چندساله و از خانواده Fabaceae است که بومی نواحی مدیترانه، جنوب روسیه و آسیا بوده ولی امروزه در سراسر اروپا، خاورمیانه و آسیا کشت می‌شود. قسمت مورد استفاده این گیاه ریشه آن بوده که به‌صورت تجاری از گیاهان خودرو و نیمه خودرو برداشت می‌شود. عمده‌ترین کشورهای تولیدکننده این گیاه، ترکیه، یونان، ایران، چین، هند، پاکستان، افغانستان، سوریه، ایتالیا و اسپانیا هستند. ریشه‌های گیاه حاوی ماده‌ای به نام گلیسیریزین هستند که حدود ۵۰ برابر از شکر شیرین‌تر است. به همین علت عصاره حاصل از گیاه برای شیرین کردن و طعم دادن به بسیاری از فرآورده‌ها استفاده می‌شود. علاوه بر استفاده از این گیاه به‌عنوان شیرین‌کننده و طعم‌دهنده، ریشه شیرین‌بیان سال‌های متمادی است که در نقاط مختلف جهان در اختلالات ریوی، گوارشی، کبدی، صفراوی و ادراری استفاده می‌شود (۲۲). کمیسیون راهنمای درمانی داروهایی گیاهی آلمان (The Complete German Commission E Monographs) استفاده از این گیاه را در احتقان بخش فوقانی دستگاه تنفس و زخم‌های معده و دوازدهه تاکید کرده است (۸). اخیراً بررسی‌های گسترده‌ای روی دیگر خواص این گیاه صورت پذیرفته است. این بررسی‌ها نشان داده‌اند که گیاه در اختلالات کبدی تحت حاد (۱)، هپاتیت B و C مزمن (۵)، هپاتیت عفونی (۹)، هموفیلی با عفونت HIV-I (۳٤) و اختلات سیستم ایمنی (۳۱) موثر است. همچنین مانع همانندسازی ویروس HIV در بیماران مبتلا به ایدز می‌شود (۲٤). اثرات استروژنی (٤٤)، ضدمیکروبی (۲۳)، ضدهلیکوباکترپیلوری (۱۷) و آنتی‌آکسیدانی گیاه (٦) نیز اثبات شده است. ریشه گیاه حاوی ترکیبات متعددی از خانواده‌های تری‌ترپن ساپونین، فلاونویید، ایزوفلاونویید، هیدروکسی کومارین، استرول و به مقدار جزئی اسانس است که مهم‌ترین ترکیب مؤثره آن ماده‌ای به‌نام گلیسیریزین بوده که نمک سدیم و پتاسیم اسید گلیسیریزیک است (٤۰). اثبات شده است که اثرات محافظتی گیاه در اختلالات کبدی، بیماری‌های آلرژیک، التهاب و زخم‌های معده

تا حد زیادی وابسته به این ماده می‌باشد (٤٦). هم‌چنین بررسی‌های آزمایشگاهی اثرات ضدتوموری این ماده را نیز نشان داده‌اند (١١).

این گیاه در مناطق مختلف ایران رویش دارد. هر چند از شمال تا جنوب ایران گیاه شیرین‌بیان به‌صورت خودرو می‌روید، ولی از آن‌جا که این گیاه را با ریشه از زمین بیرون می‌آورند، به‌تدریج از میزان آن در طبیعت کاسته می‌شود، به‌طوری‌که در استان‌های جنوبی کشور به‌ویژه استان‌های فارس و کرمان این گیاه در خطر انقراض قرار دارد (٢٢)، بنابراین توجه خاص و روزافزون به حفظ ذخایر توارثی این گیاه بیش از پیش احساس می‌شود. تلاش در جهت حفظ رویشگاه‌ها و به‌ویژه منابع ژنتیک گیاهی موجود در آن‌ها از طریق شناسایی، محافظت دائمی، احیاء و تکثیر منابع تجدید شونده گیاهی گامی مؤثر در جهت حفظ و بقاء گونه موردنظر و در نهایت حفاظت رویشگاه طبیعی آن است (٣٥).

تاکنون مطالعات اندکی برای شناسایی مناطق پراکنش، تنوع صفات مورفولوژیک در مناطق مختلف، ارزیابی اکوتیپ‌های موجود و نگهداری ذخایر ژنتیکی این گیاه در ایران انجام شده است. وارد کردن گیاهان دارویی از رویشگاه‌های طبیعی آن‌ها به نظام کشاورزی فرآیندی طولانی است، به‌طوری‌که حتی با استفاده از فن‌آوری‌های جدید به‌نظر می‌رسد ٥ تا ١٠ سال برای حل مشکلات کشت و اهلی کردن یک گیاه دارویی وحشی مورد نیاز باشد. فرآیند وارد کردن گیاه به شرایط کشت کنترل شده، مستلزم بررسی‌های دقیق اکوفیزیولوژی، ژنتیک، جنبه‌های شیمیایی و همچنین پتانسیل تولید جمعیت گیاهی منتخب می‌باشد. آگاهی از تنوع فنوتیپی و یافتن خصوصیات شیمیایی گونه‌های دارویی، سرعت انتخاب را افزایش داده و کارآیی آن را بالا خواهد برد (٣٥). روش‌های مختلفی برای بررسی تنوع بین نمونه‌های مختلف گیاهی وجود دارد که یکی از ارزان‌ترین و معمول‌ترین روش‌ها، بررسی تنوع ریخت‌شناسی می‌باشد. شناسایی تنوع ریخت‌شناسی نه تنها در مدیریت ژرم‌پلاسم‌های گیاهی مفید می‌باشد، بلکه ایده خوبی را به پژوهشگران جهت اصلاح گیاهان ارائه می‌دهد. تاکنون از نشانگرهای ریخت‌شناسی به تنهایی و یا به همراه سایر نشانگرها در ارزیابی بسیاری از گونه‌های دارویی استفاده شده است (١٢).

هایاشی و همکاران (٢٠٠٣) در مقایسه جمعیت‌های مختلف شیرین‌بیان ازبکستان گزارش کردند که محتوای اسید گلیسریزیک بین ٣/٣ تا ٦/١ درصد و محتوای گلابریدین بین ٠/٠٨ تا ٠/٣٥ درصد وزن خشک متنوع بود. جمعیت‌ها براساس فلاونوئیدهای برگ در دو گروه روتین و ایزوکوئرسیترین قرار گرفتند (٢٥). مونتورو و همکاران (٢٠١١) پروفایل متابولیت‌های ریشه شیرین‌بیان از منابع مختلف را مورد بررسی قرار دادند. مقادیر اسید گلیسریزیک در نمونه‌های مختلف از ایتالیا، چین، ترکیه و ایران به‌ترتیب ٥١، ٥٣، ٣٣ و ٣٢ میلی‌گرم بر گرم ماده خشک گزارش شد. هم‌چنین طیف وسیعی از فنل‌ها و فلاونوئیدهای مختلف در این نمونه‌ها شناسایی شد که مقادیر کمی و کیفی آن‌ها تنوع بالایی را نشان داد (٣٢). فراح و همکاران (٢٠١١) محتوای گلیسریزیک، فلاونوئیدها و قندها را در ریشه گونه‌های مختلف شیرین‌بیان از کشورهای مختلف گزارش کردند. محتوای اسید گلیسیریزیک و فلاونوئیدها ازجمله گلابریدین تنوع بالایی نشان دادند (١٥). شریفی‌تهرانی و همکاران (٢٠١٢) تنوع بالای ویژگی‌های ریخت‌شناسی، همچنین محتوای گلیسیریزین و فلاونوئید جمعیت‌های شیرین‌بیان مناطق مرکزی زاگرس را گزارش نمودند (٤٢).

با توجه به این‌که در حال حاضر گیاه شیرین‌بیان از طبیعت جمع‌آوری می‌شود، بررسی کمی و کیفی این گیاه در رویشگاه‌های طبیعی موجود در مناطق مختلف کشور نقش به‌سزایی در شناسایی اکوتیپ‌های برتر جهت کشت و اهلی‌سازی این گیاه با ارزش دارویی دارد. از طرف دیگر، از برداشت بی‌رویه از

منابع طبیعی به‌عنوان مخازن ارزشمند ژنتیکی، جلوگیری می‌شود؛ بنابراین، با توجه به پراکندگی توده‌های وحشی شیرین‌بیان در ایران، امکان بررسی روابط ژنتیکی این گیاه به‌منظور بررسی تنوع ژنتیکی و روابط تکاملی این گونه در ایران فراهم است. از آن‌جا که تنوع ژنتیکی و بررسی صفات عملکردی گیاه از نیازهای اساسی پیشرفت در به‌نژادی است، هدف از پژوهش حاضر تعیین میزان تنوع صفات ریخت‌شناسی و عملکردی جمعیت‌های مختلف شیرین‌بیان جهت انتخاب جمعیت‌های برتر به‌منظور اهلی‌سازی و کشت و کار این گیاه است.

مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی تنوع صفات ریخت‌شناسی و عملکردی جمعیت‌های مختلف (جدول ۱) در شرایط اقلیمی زنجان، پس از جمع‌آوری جمعیت‌ها در فصل پاییز، بلافاصله بعد از جمع‌آوری ریزوم‌های با قطر دو و طول ۱۵ سانتی‌متر در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۵ تکرار با فاصله بین ردیف ٦۰ و روی ردیف ٤۰ سانتی‌متر کشت شدند. محل اجرای آزمایش مزرعه تحقیقاتی دانشگاه زنجان با عرض جغرافیایی ۳۵ درجه ۲۵ دقیقه و طول جغرافیایی ٤۷ درجه و ۱ دقیقه و ارتفاع ۱٦٦۳ متر از سطح دریا بود. خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه تحقیقاتی در جدول ۲ آمده است. نمونه خاک از عمق ۳۰ سانتی‌متری جمع‌آوری و بافت خاک با ستفاده از روش Bouyoucos Hydrometer تعیین شد (۱۸). میزان pH و EC با استفاده CPD-65N multi-meter (ISTEK ساخت کشور کره‌جنوبی) اندازه‌گیری شد. کربن آلی با روش اصلاح‌شده Walkley و Black (۳)، کلسیم کربنات با روش Calcimeter Bernard اندازه‌گیری (۲۸) و روش Olsen برای تعیین محتوای فسفر، پتاس وکلسیم استفاده شد (۳۵). مقدار نیتروژن با استفاده از روش Kjehdal تعیین شد (۹). صفات ارتفاع بوته، عرض بوته، طول برگ، عرض برگ، تعداد برگچه، طول برگچه، عرض برگچه، تعداد شاخه جانبی و قطر ساقه اصلی در شهریورماه اندازه‌گیری و بعد از برداشت اندام هوایی و زیرزمینی، نمونه‌ها در سایه و در دمای اتاق در آزمایشگاه خشک و صفات وزن تر اندام هوایی، وزن تر ریشه، وزن خشک اندام هوایی و وزن خشک ریشه، نسبت ریشه به اندام هوایی، عملکرد اندام هوای در مترمربع، عملکرد ریشه در مترمربع، فنل کل، فلاونوئید کل و اسیدگلیسیریزیک بررسی شدند. صفات کمی مربوط به طول و عرض اندام‌ها به کمک خط‌کش و کولیس دیجیتال اندازه‌گیری شد. بعد از خشک شدن نمونه‌ها و آسیاب، به‌ازای ۱ گرم نمونه پودر گیاهی ۲۰ میلی‌لیتر متانول ۸۰ درصد اضافه و به‌مدت ۲٤ ساعت روی شیکر قرار گرفت (۲۲) و بعد از صاف شدن محتوای فنل کل با روش فولین سیکالتو (٤۱)، فلاونوئید کل با روش آلومینیوم- کلراید (دستگاه اسپکتوفتومتر مدل Uplab) و اسیدگلیسیریزیک با دستگاه HPLC (Knauer ساخت کشور آلمان، مجهز به دو پمپ Wellchorn مدل K1001 و آشکارساز PDA مدل K2800) اندازه‌گیری شد (٤۱). اطلاعات به‌دست آمده با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS (9.4) و SPSS (20.0) مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته و مقایسه میانگین صفات به روش دانکن انجام گرفت. به‌منظور تعیین ارتباط بین صفات، همبستگی ساده پیرسون بین صفات محاسبه شد. به‌منظور گروه‌بندی جمعیت‌ها تجزیه خوشه‌ای به روش وارد و با استفاده از فاصله اقلیدسی بعد از استاندارد کردن داده‌ها انجام گرفت و دندروگرام مربوطه رسم شد. در نهایت، تجزیه به عامل‌ها با استفاده از روش چرخش وریماکس انجام شد. در هر عامل اصلی و مستقل، ضرایب عاملی ۰/۵ به بالا معنی‌دار در نظر گرفته شد.

جدول ۱- کد و منشأ جمع‌آوری جمعیت‌های مختلف شیرین‌بیان ایران.

Table 1. Code and source for collecting various Iranian licorice populations.

جمعیت population	استان province	شهرستان City	کد Code	طول جغرافیایی Longitude	عرض جغرافیایی latitude	متوسط دمای سالیانه Avg. Temperature (°C)	متوسط بارندگی سالیانه Avg. Annual Precipitation (mm)	ارتفاع Height	نوع اقلیم Climate
1	کهکیلویه و بویراحمد Kohgiloyeh and Boyerahmad	یاسوج Yasuj	Y	51° 56' 67"	30° 71' 67"	15.69	865	1870	مرطوب Humid
2	فارس Fars	سپیدان Sepidan	SP	51° 52' 13"	30° 16' 05"	16.67	800	2240	مرطوب Humid
3	فارس Fars	اقلید Eghlid	A	52° 68' 59"	30° 96' 54"	13.97	450	2300	نیمه‌خشک Semiarid
4	فارس Fars	کازرون Kazerun	KAZ	51° 65' 83"	29° 61' 83"	22.36	522	860	نیمه‌خشک Semiarid
5	فارس Fars	باجگاه Bajgah	BAJ	50° 31' 07"	30° 07' 13"	19.3	550	920	نیمه‌خشک Semiarid
6	فارس Fars	داراب Darab	D	54° 51' 21"	28° 75' 11"	24.35	350	1170	نیمه‌خشک Semiarid
7	اصفهان Isfahan	سمیرم Semirom	SM	51° 17' 03"	30° 41' 32"	14.14	400	2460	نیمه‌خشک Semiarid
7	اصفهان Isfahan	شهرضا Shahreza	SH	51° 52' 06"	32° 05' 01"	17.06	140	1825	خشک Arid
9	هرمزگان Hormozgan	حاجی‌آباد Haji Abad	HA	55° 54' 14"	28° 18' 06"	21.04	175	945	خشک Arid
10	کرمان Kerman	سیرجان Sirjan	SE	55° 67' 08"	29° 45' 32"	17.85	160	1766	خشک Arid
11	کرمان Kerman	بافت Baft	BA	56° 60' 06"	29° 23' 30"	15.86	249	2300	خشک Arid
12	کرمان Kerman	بردسیر Bardsir	MS	56° 57' 50"	29° 92' 64"	15.9	72	2047	خشک Arid
13	یزد Yazd	تفت Taft	TF	54° 12' 32"	31° 44' 50"	19.11	250	1600	خشک Arid
14	یزد Yazd	مروست Marvast	MR	54° 21' 17"	30° 47 83"	18.45	69	1544	خشک Arid
15	خراسان شمالی North Khorasan	بجنورد Bojnord	BJ	57° 31' 43"	37° 47' 02"	13.71	272	1070	نیمه‌خشک Semiarid
16	خراسان رضوی Razavi Khorasan	کاشمر Kashmar	KA	58° 48' 19"	35° 23 64"	19.07	365	1063	نیمه‌خشک Semiarid
17	آذربایجان شرقی East Azerbaijan	اهر Ahar	AH	47° 02' 55"	38° 28' 18 "	11.99	285	1341	نیمه‌خشک Semiarid
18	آذربایجان غربی West Azerbaijan	ربط Rabat	R	45° 55' 13"	36° 20' 91"	15.3	430	1480	نیمه‌خشک Semiarid
19	کردستان Kordestan	سقز Saghaz	SQ	46° 12' 52"	36° 22' 13"	11.83	500	1476	مرطوب Humid
20	قزوین Qazvin	تاکستان Takestan	T	49° 44' 49"	36° 04' 06"	14.85	302	1265	نیمه‌خشک Semiarid
21	ایلام Illam	ایلام Illam	E	56° 24' 41 "	33° 38' 02"	17.64	620	1472	مدیترانه‌ای
22	کرمانشاه Kermanshah	کرمانشاه Kermanshah	K	47° 05' 53"	34° 20' 13"	16.05	456	1400	نیمه‌خشک Semiarid

جدول ۲- خصوصیات فیزیک و شیمیایی خاک محل انجام آزمایش.

Table 2. Characteristics of soil physics and chemistry place of testing.

بافت خاک soil texture	کلسیم کل Total Ca (meq/l)	منیزیم کل Total Mg (meq/l)	پتاسیم کل Total K (mg/kg)	فسفر کل Total P (mg/kg)	نیتروژن N (%)	شن Sand (%)	سیلت Silt (%)	رس Clay (%)	آهک کل Total lime (%)	اسیدیته pH	هدایت الکتریکی E.C. (ds/m)	ماده آلی Organic matter (%)
لومی- رسی Loamy - clay	2.1	1.1	286	9.6	0.09	40	27	33	7.2	8.28	0.72	1.18

نتایج و بحث

تجزیه واریانس: تجزیه واریانس داده‌های حاصل از بررسی صفات ریخت‌شناسی و عملکردی در بین جمعیت‌های مختلف صورت گرفت (جدول ۲). نتایج حاصل نشان داد که در بین ۲۲ جمعیت از نظر همه صفات مورد مطالعه در سطح یک درصد اختلاف معنی‌داری وجود داشت. مقادیر F مربوط به تکرار درون جمعیت‌ها برای صفات ارتفاع بوته، عرض بوته، قطر ساقه اصلی، طول برگ، وزن تر اندام‌هوایی، وزن تر ریشه، وزن خشک اندام هوایی، وزن خشک ریشه، نسبت وزن خشک ریشه به اندام هوایی، عملکرد اندام هوایی، عملکرد ریشه، فنل کل، فلاونوئید کل و اسیدگلیسیریزیک در سطح ۵ درصد معنی‌دار و برای بقیه صفات معنی‌دار نشد (جدول ۳). تفاوت آماری معنی‌دار صفات مورد مطالعه در این پژوهش بیانگر آن است که جمعیت‌های مورد مطالعه از تنوع ژنتیکی کافی برای صفات مختلف برخوردار بودند. از این‌رو می‌توان از میان آن‌ها، جمعیت‌های با صفات شاخص را انتخاب و در مطالعات اصلاحی استفاده کرد.

جدول ۳- تجزیه واریانس صفات اندازه‌گیری‌شده.

Table 3. Analysis of variance of measured traits.

منبع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	میانگین مربعات Mean squares									
		فنل کل Total phenol	فلاونوئید کل Total phlavonoid	طول برگچه Leaflet length	عرض برگچه Leaflet width	تعداد برگچه Number of leaflets	عرض برگ Leaf width	طول برگ Leaf length	قطر ساقه اصلی Main stem diameter	عرض بوته Plant width	ارتفاع بوته Plant height
جمعیت population	21	0.046**	0.652**	154.36**	9.08**	7.21**	36.03**	8.81**	7.19**	1016.93**	1354.07**
بلوک Block	4	0.00002*	0.00006*	11.65ns	1.10ns	0.18ns	4.41ns	1.15*	2.07*	153.03*	18.97*
اشتباه آزمایشی Error	84	0.00001	0.00017	13.91	1.60	0.54	6.41	1.06	1.72	125.01	52.52
C.V%		0.65	0.46	14.94	18.75	6.28	20.25	14.59	22.19	19.14	13.82

ns، ** و * به‌ترتیب عدم معنی‌داری و معنی‌داری در سطح ۱و ۵ درصد.

ns, ** and * Non-significant and significant at the 0.01 and 0.05 probability levels, respectively.

ادامه جدول ۳-

Continue Table 3.

منبع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	میانگین مربعات Mean squares								
		عملکرد ریشه Shoots yield	عملکرد اندام هوایی Root yield	نسبت وزن خشک ریشه به اندام هوایی Root to Shoots ratio	وزن خشک ریشه Root dry weight	وزن خشک اندام هوایی Dry weight shoots	وزن تر ریشه Root fresh weight	وزن تر اندام هوایی Shoots fresh weight	تعداد شاخه‌های جانبی Number of axillary branches	اسید گلیسیریزیک Glycyrrhizic acid
جمعیت population	21	95604.56**	90780.72**	0.45**	9789.97**	9295.69**	20612.67**	31590.42**	4.22**	3.78**
بلوک Block	4	33006.62*	20196.22*	0.04*	3379.82*	2068.07	9002.46*	9132.9*	0.27ns	0.0004*
اشتباه آزمایشی Error	84	21431.52	18484.31	0.17	2194.59	1892.79	4924.23	5972.14	0.62	0.00001
C.V%		32.61	39.34	30.08	32.61	39.34	30.44	38.25	20.06	0.61

ns، ** و * به‌ترتیب عدم معنی‌داری و معنی‌داری در سطح ۱و ۵ درصد.

ns, ** and * Non-significant and significant at the 0.01 and 0.05 probability levels, respectively.

مقایسه میانگین بین صفات جمعیت‌ها و دامنه تغییرات آن‌ها: نتایج مقایسه میانگین مربوط به کلون‌های مختلف نشان داد (جدول ٤) که بیش‌ترین میزان ارتفاع بوته مربوط به جمعیت AH با میانگین ۹۹ سانتی‌متر و بیش‌ترین عرض بوته مربوط به جمعیت E با میانگین ۸٦/٦ سانتی‌متر، بیش‌ترین قطر ساقه اصلی مربوط به جمعیت E با میانگین ۸/۸ میلی‌متر، بیش‌ترین طول برگ مربوط به جمعیت AH با میانگین ۹/۹٤ میلی‌متر و کم‌ترین این صفات مربوط به جمعیت SM به‌ترتیب با میانگین‌های ۲٤/۸ سانتی‌متر، ۱۳۵/۲ سانتی‌متر، ۳/٤ میلی‌متر و ۳/۸۲ میلی‌متر بودند. مقایسه میانگین عرض برگ نشان داده که جمعیت R با میانگین ۱٦/٦ میلی‌متر بیش‌ترین و جمعیت KA با میانگین ۷ میلی‌متر کم‌ترین مقدار را دارا بودند. بیش‌ترین تعداد برگچه با میانگین ۱۵ در جمعیت BJ و کم‌ترین آن با میانگین ۹/٤ در جمعیت MS مشاهده شد. بیش‌ترین طول برگچه با میانگین ۳٤/٤ میلی‌متر متعلق به جمعیت HA و کم‌ترین آن با میانگین ۱۳/٦ میلی‌متر متعلق به جمعیت BJ بود. بیش‌ترین عرض برگچه با میانگین ۸/۸ میلی‌متر در جمعیت R و کم‌ترین آن با میانگین ٤ میلی‌متر در جمعیت KA مشاهده شد. بیش‌ترین تعداد شاخه جانبی با میانگین ۵/٦ متعلق به جمعیت D و کم‌ترین آن با میانگین ۲ متعلق به جمعیت SQ بود. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیش‌ترین وزن تر اندام هوایی با میانگین ٤۰۰/٤ گرم در بوته در جمعیت D و کم‌ترین آن با میانگین ۱۱۲/٤ گرم در بوته در جمعیت BA، بیش‌ترین وزن تر ریشه با میانگین ۳٦۵/۲ گرم در بوته در جمعیت E و کم‌ترین آن با میانگین ۱۳۳/٤ گرم در بوته در جمعیت BA، بیش‌ترین وزن خشک اندام هوایی با میانگین ۲۰٦ گرم در بوته در جمعیت D و کم‌ترین آن با میانگین ۵۷ گرم در بوته در جمعیت BA، بیش‌ترین وزن خشک ریشه با میانگین ۲۲۱/٤ گرم در بوته در جمعیت E و کم‌ترین آن با میانگین ٦۹/٤ گرم در بوته در جمعیت BA، بیش‌ترین نسبت ریشه به اندام هوایی با میانگین ۲/۰٤ در جمعیت SM و کم‌ترین آن با میانگین ۱ در جمعیت D بود. از لحاظ صفات عملکرد ریشه

بیش‌ترین آن با میانگین ٦۹۲/۵ گرم در مترمربع در جمعیت E و کم‌ترین با میانگین ۲۱٦/۸۸ گرم در مترمربع در جمعیت BA بود. مقایسه عملکرد اندام هوایی بیان‌گر این واقعیت است که جمعیت D با میانگین ٦٤۳/۷۵ گرم در مترمربع بیش‌ترین و جمعیت BA با میانگین ۱۷۸/۱۳ گرم در مترمربع کم‌ترین عملکرد اندام هوایی را دارد. بیش‌ترین میزان فنل کل در جمعیت R (۱/۱۵٦ گرم اسید گالیک بر ۱۰۰ گرم) و کم‌ترین آن در جمعیت TF (۰/۷۵٤ گرم گالیک‌اسید بر ۱۰۰ گرم)، بیش‌تر فلاونوئید کل در جمعیت KA (۰/۹۸۱ گرم کوئرستین بر ۱۰۰ گرم) و کم‌ترین آن در جمعیت Y (۱/۵۹٦ گرم کوئرستین بر ۱۰۰ گرم)، بیش‌ترین اسیدگلیسیریزیک در جمعیت D (۸/۳ درصد) و کم‌ترین آن در جمعیت KAZ (۳/۸ درصد) مشاهده شد. دامنه تغییرات صفات مختلف اندازه‌گیری‌شده برای ژنوتیپ‌ها در جدول آمده ۳ است. نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که سطوح بالایی از تنوع بین جمعیت‌ها از نظر ویژگی‌های ریخت‌شناسی و فیتوشیمیایی وجود دارد که با توجه به کشت جمعیت‌ها در محیط یکسان، مقادیر بالاتر صفات در هر کدام از جمعیت‌های شیرین‌بیان نشان از قابلیت ژنتیکی بالاتر دارد.

هدف از کشت و کار تجاری گیاهان دارویی، تولید محصولی با عملکرد بالا در هکتار به همراه بالا بودن میزان ماده مؤثره موردنظر در آن است. در فرآیند اصلاح یک گونه دارویی، به‌دلیل خطای ناشی از نبود آگاهی در شناسایی اندام‌های مهم در تولید و انباشت ترکیب‌های دارویی، امکان تأثیرگذاری منفی در عملکرد متابولیتی محصول وجود دارد. چرا که ممکن است با تولید حجم بزرگی از محصول روبه‌رو باشیم که بدون کم‌ترین میزان ترکیب دارویی باشد (٤۹). از عمده مراکز تولید و تجمع ترکیب‌های دارویی در شیرین‌بیان، اندام‌های زیرزمینی آن است که با توجه به وزن بالایی که ریشه و ریزوم این گیاه در تعیین عملکرد آن دارد هرچه میزان آن بیش‌تر باشد، در نتیجه مراکز تولید و انباشت ترکیب‌های ثانوی بیش‌تر و در نتیجه عملکرد وزنی هم بیش‌تر خواهد شد. صفت وزن تر ریشه، وزن تر اندام هوایی، وزن خشک اندام هوایی، عملکرد ریشه در هکتار از عامل‌های مؤثر در افزایش عملکرد متابولیتی و کل گیاه شیرین‌بیان می‌باشند که در فرآیند گزینش باید مدنظر اصلاح‌گر قرار بگیرد. صفاتی که دارای ضریب تغییرات بالایی هستند محدوده وسیع‌تری از کمیت صفت را دارا هستند که دامنه انتخاب وسیع‌تری برای آن صفت محسوب می‌شود. در این مطالعه می‌توان به صفات مهمی هم‌چون عرض بوته (C.V=۱۹/۱٤)، قطر ساقه اصلی (C.V=۲۲/۱۹)، عرض برگ (C.V=۲۰/۲۵)، تعداد شاخه جانبی (C.V=۲۰/۰٦)، وزن تر اندام هوایی (C.V=۳۸/۲۵)، وزن تر ریشه (C.V=۳۰/٤٤)، وزن خشک اندام هوایی (C.V=۳۹/۳٤)، وزن خشک ریشه (C.V=۳۲/٦۱)، نسبت وزن خشک ریشه به اندام هوایی (C.V=۳۰/۰۸)، عملکرد ریشه (C.V=۳۲/٦۱)، عملکرد اندام هوایی (C.V=۳۹/۳٤)، فنل کل (C.V=۰/٦۵)، فلاونوئید کل (C.V=۰/٤٦) و اسیدگلیسیریزیک (C.V =۰/٦۱) اشاره کرد. در هر صفت، ضریب تغییرات بالاتر بیانگر دامنه وسیع‌تر آن است و بنابراین امکان گزینش را افزایش می‌دهد. بیگدلو (۱۳۹۰) در پژوهشی روی آویشن کرمانی بیش‌ترین دامنه تغییرات را در طول شاخه گلدار، شکل برگ، وضعیت کرک ساقه، وضعیت کرک برگ، رنگی بودن کاسه گل اشاره کرد. در مطالعاتی بر گیاه مرزنجوش نشان دادند که ارتفاع گیاه، طول دومین میانگره، طول و عرض برگ، طول گل‌آذین، طول دم گل‌آذین دارای دامنه تغییرات بالایی هستند (۸).

ضرایب همبستگی صفات: ضرایب همبستگی ساده پیرسون در جدول ۵ آمده است. صفت ارتفاع بوته با صفات عرض بوته، قطر ساقه اصلی، طول برگ، تعداد برگچه، طول برگچه، تعداد شاخه جانبی، وزن تر اندام

هوایی، وزن تر ریشه، وزن خشک اندام هوایی، وزن خشک ریشه، عملکرد ریشه و عملکرد اندام هوایی دارای همبستگی مثبت و معنی‌داری در سطح یک درصد و با صفات عرض برگ، عرض برگچه، فنل کل، فلاونوئید کل و اسید گلیسیریزیک همبستگی مثبت و معنی‌داری در سطح پنج درصد می‌باشد، ولی با صفت نسبت وزن خشک ریشه به اندام هوایی همبستگی معنی‌داری ندارد. صفت طول برگ با صفات عرض برگ، طول برگچه، عرض برگچه، تعداد شاخه جانبی، وزن تر اندام هوایی، وزن تر ریشه، وزن خشک اندام هوایی و عملکرد اندام هوایی همبستگی مثبت و معنی‌داری در سطح یک درصد دارد. با توجه به این‌که برگ محل انجام فتوسنتز و تولید مواد کربوهیدراتی لازم برای رشد و نمو گیاه است در نتیجه سطح برگ بیش‌تر موجب افزایش میزان فتوسنتز و تولید متابولیت‌های اولیه لازم برای رشد رویشی و زایشی را فراهم خواهد ساخت. تأثیر منفی آسیب‌های ناشی از آفات و بیماری‌ها از جمله مهم‌ترین عامل‌های تهدیدکننده عملکرد است و استفاده از سموم شیمیایی در مبارزه با آن‌ها نیز تهدیدی جدی برای سلامت انسان و طبیعت به‌شمار می‌رود. بنابراین انتخاب جمعیت‌های که به‌طور طبیعی تحمل بیش‌تری به آسیب آفات و بیماری‌ها داشته باشند می‌تواند تا حدود زیادی از مشکلات بکاهد.

بنابر نتایج در نظر گرفتن ارتفاع و عرض برگ بالاتر و شمار برگ بیش‌تر و داشتن سطح برگ بزرگ‌تر به‌دلیل میزان فتوسنتز بیش‌تر، قطر بزرگ‌تر ساقه، شمار بیش‌تر انشعاب از قاعده و عملکرد جمعیت‌های انتخابی منجر به دسترسی به گیاهانی می‌شود که سطح فتوسنتزکننده بیش‌تر و در نتیجه افزایش تولید کربوهیدرات‌ها را در گیاهان برتر فراهم می‌سازد و کربوهیدرات‌ها درزمینه تولید متابولیت‌های ثانویه و فیتوآلکسین در گیاه به‌کار گرفته‌شده و زمینه کاهش آسیب آفات و بیماری‌ها را فراهم کرده و در نتیجه عملکرد بهبود می‌یابد (٤٩). صفت عملکرد ریشه با صفات ارتفاع بوته، عرض بوته، قطر ساقه اصلی، طول برگچه، تعداد شاخه جانبی، وزن تر اندام هوایی، وزن تر ریشه، وزن خشک اندام هوایی، وزن خشک ریشه، عملکرد اندام هوایی، فنل کل، فلاونوئید کل و اسیدگلیسیریزیک همبستگی مثبت و معنی‌دار در سطح یک درصد و با صفت نسبت وزن خشک ریشه به اندام هوایی همبستگی مثبت و معنی‌داری در سطح پنج درصد است ولی با صفات طول برگ، عرض برگ، تعداد برگچه و عرض برگچه همبستگی معنی‌داری ندارد. از آن‌جایی‌که عملکرد نهایی هر گیاه به لحاظ تولید متابولیت‌های موردنظر، از عملکرد اندام دارویی گیاه به‌دست می‌آید و به‌دلیل آن‌که متابولیت‌های گیاه شیرین‌بیان عمدتاً در اندام زیرزمینی و ریشه‌ها آن تشکیل می‌شود، بنابراین هر عاملی که سبب افزایش عملکرد ریشه بیش‌تر در این گیاه شود و می‌تواند عامل مؤثر در جهت تولید هرچه بیش‌تر متابولیت‌ها باشد. پس صفاتی که در افزایش میزان ریشه تأثیرگذار باشد، می‌توانند مدنظر اصلاحگر قرار بگیرند. همبستگی بین صفات عرض برگچه با طول برگچه، تعداد برگ با عرض برگچه، طول برگ با طول و عرض برگچه، عرض گیاه با طول برگچه شیرین‌بیان همبستگی مثبت و معنی‌داری گزارش شده است (٢). در پژوهش دیگر روی شیرین‌بیان، ضریب همبستگی بین صفات رویشی و وزن تر و خشک ریشه و عملکرد ریشه در هکتار نیز مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که تمام پارامترهای اندازه‌گیری‌شده بین تمامی صفات رویشی اندازه‌گیری‌شده در این پژوهش یک همبستگی مثبت با عملکرد ریشه در هکتار داشتند و گیاهانی که از رشد بیش‌تری برخوردار بودند از عملکرد ریشه بیش‌تری نیز برخوردار بودند (٤٤).

جدول ٤- مقایسه میانگین صفات اندازه‌گیری‌شده در جمعیت‌های مختلف شیرین‌بیان.

Table 4. Comparison of mean of measured traits in different *G. glabra* L. populations.

جمعیت Population	عملکرد اندام هوایی Shoots yield (gr/m^2)	عملکرد ریشه Root yield (gr/m^2)	نسبت وزن خشک ریشه به اندام هوایی Root to Shoots ratio	وزن خشک ریشه Root dry weight (gr/plant)	وزن خشک اندام هوایی Shoots dry weight (gr/plant)	وزن تر ریشه Root fresh weight (gr/plant)	وزن تر اندام هوایی Shoots fresh weight (gr/plant)	تعداد شاخه اصلی Number of axillary branches (n)	عرض برگچه Leaflet width (mm)
A	206.25 efg	355 efgh	1.62 abc	107.2 efgh	66 efg	192.8 defg	118 fg	3.2 efg	8.2 abcd
AH	425 bcd	576.88 abc	1.63 abc	184.6 abc	136 bcd	307.8 abc	237.4 bcde	5.4 ab	8 abcde
BA	178.13 g	216.88 h	1.23 c	69.4 h	57 g	133.4 g	112.4 g	3 fgh	6.6 cdefg
BAJ	405 bcde	409.38 cdefgh	1 c	131 cdefgh	129.6 bcde	203.6 cdefg	255.6 bc	4.4 bcd	7.2 abcdef
BJ	226.88 defg	348.13 defgh	1.55 abc	111.4 defgh	72.6 defg	183.2 defg	134.8 efg	3.6 defg	5.6 hi
D	643.75 a	598.75 abc	1 c	191.6 abc	206 a	298.6 abc	400.4 a	5.6 a	7.6 abcdef
E	492.5 abc	692.5 a	1.42 abc	221.6 a	157.6 abc	365.2 a	288 b	5 abc	7.2 abcdef
HA	388.75 bcdef	512.5 abcdef	1.42 abc	164 abcdef	124.4 bcdef	268.4 abcde	231.8 bcdef	4.4 bcd	8.6 ab
K	190.63 fg	235.63 h	1.22 c	75.4 h	61 fg	141.6 fg	122.6 efg	2.6 gh	4.8 ghi
KA	216.25 efg	302.5 fgh	1.4 bc	96.8 fgh	69.2 efg	181 defg	127.6 efg	3 fgh	4 i
KAZ	304.38 cdefg	351.88 defgh	1.16 c	112.6 defgh	97.4 cdefg	188.6 defg	179.2 bcdefg	4 cdef	6.8 bcdef
MR	482.5 abc	555 abcd	1.15 c	177.6 abcd	154.4 abc	278.8 abcd	222.8 bcdefg	4.8 abcd	6.6 cdefg
MS	343.75 bcdefg	630.63 ab	1.95 ab	201.8 ab	110 bcdefg	315.6 ab	249.20 bcd	4.2 cde	6.6 cdefg
R	242.5 defg	334.38 efgh	1.37 bc	107 efgh	77.6 defg	166.6 efg	141 defg	4.4 bcd	8.8 a
SE	376.25 bcdefg	500.63 abcdef	1.34 bc	160.2 abcdefg	120.40 bcefg	280.60 abcd	217.4 bcdefg	4.6 abcd	8.4 abc
SH	494.38 abc	598.13 abc	1.22 c	191.4 abc	158.2 abc	286.6 abcd	285.6 b	4.8 abcd	6.4 defgh
SM	249.38 defg	494.38 abcdefg	2.04 a	158.2 abcdefg	79.8 defg	245.8 bcdef	121.2 efg	3 fgh	4.6 hi
SP	495 abc	525 abcde	1.06 c	168 abcde	158.4 abc	242.2 bcdef	287.2 b	3.8 def	6.2 efgh
SQ	197.5 fg	360.63 defgh	1.96 ab	115.4 defgh	63.2 fg	168.8 efg	125 efg	2 h	7.2 abcdef
T	277.5 defg	425 bcdefgh	1.56 abc	136 bcdefgh	88.8 defg	229.8 bcdefg	155.2 cdefg	3.6 defg	5.8 fgh
TF	527.5 ab	586.88 abc	1.14 c	187.8 abc	168.8 ab	244.4 bcdef	289.4 b	4 cdef	7 abcdef
Y	238.75 defg	285 gh	1.28 c	91.20 gh	76.4 defg	148.2 fg	125.8 efg	3.6 defg	7.4 abcdef

میانگین‌ها با حروف مشترک در هر ردیف در هر شاخص، بر اساس آزمون دانکن در سطح یک درصد اختلاف معنی‌دار ندارند.

Means followed by same letters in each column are not significantly different based on Duncan at the 1% level of probability.

ادامه جدول ٤-

Continue Table 4.

جمعیت Population	طول برگچه Leaflet length (mm)	تعداد برگچه Number of leaflets (n)	عرض برگ Leaf width (mm)	طول برگ Leaf length (cm)	قطر ساقه اصلی Main stem diameter (mm)	عرض بوته Plant width (cm)	ارتفاع بوته Plant height (cm)	فنل کل Total phenol (g GAE./100g)	فلاونوئد کل Total phlavonoid (g QUR/100g)	اسیدگلیسیریزیک Glycyrrhizic acid (%)
A	29.6 ^{abcd}	11 ^{fg}	15.4 ^{abcd}	7.54 ^{bcde}	5.4 ^{cde}	50.6 ^{efghi}	35^{ij}	0.893^{h}	2.840^{d}	5.2^{mno}
AH	33 ^{ab}	13 ^{bc}	15 ^{abcde}	9.94 ^{a}	7.8 ^{ab}	66.4 ^{bcde}	99^{a}	0.892^{h}	2.232^{n}	5.7^{jk}
BA	23.6 ^{efg}	11.8 ^{def}	12.2 ^{cdefg}	6.84 ^{defg}	4.4 ^{ef}	41.8 ^{ghi}	32.8^{jk}	1.113^{c}	2.730^{f}	4.9^{pq}
BAJ	27.4 ^{cdef}	11.4 ^{efg}	13.4 ^{abcdef}	7.24 ^{cdef}	6.6 ^{bcd}	72.2 ^{ab}	61.6^{cde}	0.821^{kl}	2.457^{j}	4.3^{s}
BJ	13.6 ^{j}	15 ^{a}	8.2 ^{hi}	7.16 ^{cdef}	6 ^{bcde}	76.4 ^{ab}	53.4^{defg}	0.816^{ml}	2.943^{b}	4.7^{qr}
D	33.4 ^{ab}	11.8 ^{def}	14.2 ^{abcdef}	8.1 ^{bcd}	6.6 ^{bcd}	76.2 ^{ab}	60.4^{cde}	0.951^{e}	2.951^{b}	8.3^{a}
E	30.6 ^{abc}	13.8 ^{b}	13.4 ^{abcdef}	8.6 ^{abc}	8.8 ^{a}	86.6 ^{a}	72.8^{b}	0.761^{o}	2.581^{g}	6.7^{ef}
HA	34.4 ^{a}	11 ^{fg}	16.2 ^{ab}	7.76 ^{bcde}	6.4 ^{bcd}	56d ^{efg}	49.2^{gfh}	0.816^{ml}	2.269^{m}	5.1^{op}
K	20.4 ^{ghi}	12.6 ^{cd}	8.6 ^{ghi}	6.72 ^{defgh}	5.2 ^{cdef}	54.4 ^{efghi}	43.8^{ghi}	0.824^{k}	2.301^{l}	5.3^{mn}
KA	16 ^{ij}	13 ^{bc}	7 ^{i}	7.26 ^{cdef}	4.8 ^{def}	48.2 ^{fghi}	52.8^{defg}	1.127^{b}	2.986^{a}	4.2^{t}
KAZ	24.8 ^{defg}	12.2 ^{cde}	12.6 ^{bcdef}	7.58 ^{bcde}	6.4 ^{bcd}	53.6 ^{efgh}	62.2^{cd}	0.784^{n}	2.789^{e}	3.8^{u}
MR	22.6 ^{gfh}	11 ^{fg}	12.2 ^{cdefg}	9 ^{ab}	6.6 ^{bcd}	54.6 ^{defgh}	46.4^{gh}	0.900^{g}	2.435^{k}	6.6^{efg}
MS	24.4 ^{defg}	9.4 ^{h}	12.2 ^{cdefg}	5.26 ^{h}	5.6 ^{cde}	74.2 ^{ab}	62.8^{cd}	0.948^{f}	2.562^{h}	5.4^{lm}
R	21.4 ^{gh}	11 ^{fg}	16.6 ^{a}	7.52 ^{bcde}	5.2 ^{cdef}	47.6 ^{fghi}	52.6^{defg}	1.156^{a}	1.960^{p}	5.7^{jk}
SE	29 ^{bcde}	11.4 ^{efg}	15.8 ^{abc}	6.38 ^{efh}	6.6 ^{bcd}	58 ^{cdefg}	51.4^{efgh}	0.830^{j}	1.827^{s}	6^{gh}
SH	25.4 ^{cdefg}	11.4 ^{efg}	11.8 ^{defgh}	5.76 ^{fgh}	5.4 ^{cde}	70.4 ^{bcd}	58.8^{cdef}	0.845^{i}	2.901^{c}	6.9^{e}
SM	18 ^{hij}	10.6 ^{g}	8.2 ^{hi}	3.82 ^{i}	3.4 ^{f}	35.2 ^{i}	24.8^{k}	0.948^{f}	1.864^{q}	5.9^{hi}
SP	27.6 ^{cdef}	11.4 ^{efg}	11.4 ^{efgh}	7.42 ^{cde}	6.6 ^{bcd}	72 ^{abc}	64.6^{bc}	0.762^{o}	1.723^{t}	7.1^{c}
SQ	21 ^{ghi}	11 ^{fg}	13.4 ^{abcdef}	6.74 ^{defgh}	4.8 ^{def}	39 ^{hi}	32.8^{jk}	0.814^{m}	2.086^{o}	4.9^{pq}
T	20.4 ^{ghi}	11 ^{fg}	10.6 ^{fgh}	5.64 ^{gh}	5 ^{def}	54.2 ^{efgh}	41.4^{hij}	1.091^{d}	2.482^{i}	6.4^{fg}
TF	27.2 ^{cdef}	12.2 ^{cde}	13 ^{abcdef}	7.62 ^{bcde}	7.2 ^{abc}	63 ^{bcdef}	61.8^{cde}	0.754^{p}	1.840^{r}	7.4^{b}
Y	25.2 ^{cdefg}	11 ^{fg}	13.8 ^{abcdef}	5.88 ^{fgh}	5.4 ^{cde}	38.8 ^{hi}	32.6^{jk}	0.950^{e}	1.596^{u}	5.5^{l}

میانگین‌ها با حروف مشترک در هر ردیف در هر شاخص، بر اساس آزمون دانکن در سطح یک درصد اختلاف معنی‌دار ندارند.

Means followed by same letters in each column are not significantly different based on Duncan at the 1% level of probability.

تجزیه خوشه‌ای: تجزیه خوشه‌ای براساس صفات ریخت‌شناسی و عملکردی، ژنوتیپ‌ها را در فاصله ۱۵ اقلیدسی به ٤ گروه اصلی تقسیم نمود. تعداد جمعیت موجود درگروه یک ۱۰، گروه دو ۲، گروه سه ۳ و گروه چهارم ۷ متفاوت بود. جمعیت‌های گروه اول از نظر صفات وزن تر اندام هوایی، وزن تر ریشه، وزن خشک اندام هوایی، وزن خشک ریشه، عملکرد ریشه، عملکرد اندام هوایی و تعداد شاخه جانبی، فنل کل، فلاونوئید کل، اسید گلیسیریزیک، جمعیت‌های گروه دوم از نظر صفات ارتفاع بوته، عرض بوته، قطر ساقه اصلی، طول برگ و تعداد برگچه، جمعیت‌های گروه سوم از نظر صفات عرض برگ، طول برگچه و عرض برگچه، جمعیت‌های گروه چهارم از نظر صفت نسبت وزن خشک ریشه به اندام‌هوایی برتر بودند. در مطالعه‌ای روی مرزه خوزستانی و مرزه ریشنگری مشخص شد گروه‌بندی افراد مرزه خوزستانی و مرزه رشینگری در تجزیه خوشه‌ای با الگوی پراکنش جغرافیایی آن‌ها چندان مرتبط نبود که در این مطالعه نیز نتایج مشابهی به‌دست آمد و تنوع ریخت‌شناسی و گروه‌بندی جمعیت‌های مورد مطالعه شیرین‌بیان به‌طور نسبی با پراکنش جغرافیایی جمعیت‌ها در ارتباط نبود و پراکنش افراد در تجزیه از الگوی خاص جغرافیایی پیروی نمی‌کرد که این می‌تواند ناشی از این باشد که چون جمعیت‌ها در یک محیط یکسان کشت شده‌اند، میزان اثرات محیطی بر تمامی آن‌ها یکسان و تفاوت موجود بین آن‌ها ناشی از ژنتیک جمعیت‌ها است (۱۲ و ۲۱). در بررسی تنوع ریخت‌شناسی جمعیت‌های مرزه خوزستانی تنوع بالایی برای صفات مورد مطالعه گزارش شده است (۱۹). در پژوهش آن‌ها، توده‌ها براساس تجزیه خوشه‌ای در سه گروه قرار گرفتند. در مطالعه‌ای هفت جمعیت گیاه آویشن کرمانی از نظر صفات ریخت‌شناسی در دو گروه مجزا قرار گرفتند که جمعیت‌های جمع‌آوری‌شده از استان‌های کرمان و اصفهان در یک گروه و جمعیت‌های استان سمنان در گروه دیگری قرار گرفته بودند (۷).

تجزیه به عامل: طبق آزمون تجزیه به عامل در ۱۹ صفت مورفولوژیکی و عملکردی مستقل (جدول ٦) عامل اول تا چهارم به‌ترتیب ٤٦/٦۲ درصد، ۱۵/۹٦ درصد، ۱۲/۵۵ درصد و ۸/۷۰ درصد از از واریانس کل را توجیه نمودند. در عامل اول صفات تعداد شاخه جانبی (۰/۵۸۸)، وزن تر اندام هوایی (۰/۸۷۱)، وزن تر ریشه (۰/۹۲٤)، وزن خشک اندام هوایی (۰/۸۷٤)، وزن خشک ریشه (۰/۹۵۳)، عملکرد ریشه (۰/۹۵۳)، عملکرد اندام هوایی (۰/۸۷٤)، فنل کل (۰/۸۹۱)، فلاونوئید کل (۰/۸۳۲) و اسیدگلیسیریزیک (۰/۹٤۱) بیش‌ترین تأثیر را داشتند. در عامل دوم صفات عرض برگ (۰/۹٦۳)، طول برگچه (۰/۷٦۲) و عرض برگچه (۰/۹٦۳)، در عامل سوم ارتفاع بوته (۰/۷۳۰)، عرض بوته (۰/۵۷۲)، قطر ساقه اصلی (۰/٦٦۰)، طول برگ (۰/۷۷٦) و تعداد برگچه (۰/۷۲۲) و در عامل چهارم صفت نسبت ریشه به اندام هوایی (۰/۹٦۵-) بیش‌ترین ضرایب تأثیر را دارا بودند (جدول ٦). نتایج تجزیه به عامل‌ها نشان داد که بیش‌ترین تفاوت جمعیت‌ها مربوط به صفات عملکردی (وزن تر اندام هوایی، وزن تر ریشه، وزن خشک اندام هوایی، وزن خشک ریشه، عملکرد ریشه، عملکرد اندام هوایی، تعداد شاخه جانبی) است و همه آن‌ها در عامل اول قرار گرفتند. این تجزیه می‌تواند عوامل فرق‌گذار بین جمعیت‌های مورد بررسی را روشن سازد. 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 عامل اول و دوم بیش‌ترین سهم را به خود اختصاص دادند و در مجموع ٦۲/۰۲ درصد از واریانس کل را توجیه نمودند (۷).

جدول ۵- ضریب همبستگی پیرسون برای صفات مورد مطالعه در جمعیت‌های مختلف شیرین‌بیان.

Table 5. Pearson correlation coefficient for studied traits in different populations of licorice.

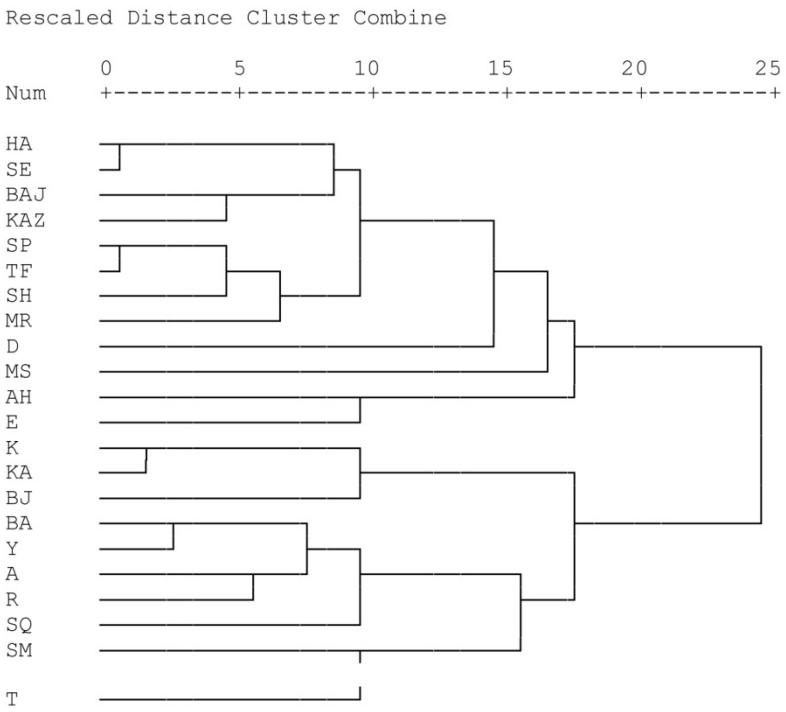
صفات Traits	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
1	1																		
2	0.644**	1																	
3	0.652**	0.546**	1																
4	0.553**	0.361**	0.565**	1															
5	0.194*	0.075	0.322**	0.321**	1														
6	0.345**	0.292**	0.271**	0.433**	-0.198*	1													
7	0.404**	0.278**	0.438**	0.407**	0.657**	-0.130ns	1												
8	0.194*	0.075ns	0.322**	0.321**	0.989 **	-0.198*	0.657**	1											
9	0.598**	0.631**	0.435**	0.446**	0.318**	0.093ns	0.461**	0.318**	1										
10	0.506**	0.621**	0.459**	0.244**	0.245**	-0.023ns	0.443**	0.245**	0.620**	1									
11	0.457**	0.506**	0.417**	0.142ns	0.085ns	0.023ns	0.340**	0.085ns	0.568**	0.739**	1								
12	0.485**	0.564**	0.472**	0.264**	0.234*	-0.018ns	0.400**	0.234*	0.641**	0.942**	0.728**	1							
13	0.449**	0.508**	0.429**	0.119ns	0.117ns	-0.046ns	0.355**	0.117ns	0.549**	0.766**	0.957**	0.774**	1						
14	0-.156ns	-0.199*	-0.146ns	-0.252**	-0.154ns	-0.066ns	-0.124ns	-0.154ns	-0.252**	-0.305**	0.190*	-0.411**	0.192*	1					
15	0.449**	0.508**	0.429**	0.119ns	0.117ns	-0.046ns	0.355**	0.117ns	0.549**	0.766**	0.957**	0.774**	0.992**	0.192*	1				
16	0.485**	0.564**	0.472**	0.264**	0.234*	-0.018ns	0.400**	0.234*	0.641**	0.942**	0.728**	0.989**	0.774**	-0.411**	0.774**	1			
17	0.382*	0.503*	0.423ns	0.185ns	0.193ns	0.032ns	0.451ns	0.284ns	0.604ns	0.801*	0.761*	0.843**	0.719*	0.342ns	0.743**	0.654*	1		
18	0.612*	0.534*	0.321ns	0.290ns	0.124ns	0.078ns	0.342ns	0.211ns	0.543ns	0.632*	0.711*	0.743**	0.691**	0.280ns	0.831**	0.751*	0.957**	1	
19	0.392*	0.382*	0.243ns	0.242ns	0.312ns	0.374ns	0.323ns	0.253ns	0.573ns	0.698*	0.761*	0.843**	0.712**	0.231ns	0.984**	0.883**	0.532ns	0.391ns	1

ns، * و ** به‌ترتیب عدم معنی‌داری و معنی‌داری در سطح ۵ و ۱ درصد.

۱- ارتفاع بوته ۲- عرض بوته ۳- قطر ساقه اصلی ٤- طول برگ ٥- عرض برگ ٦- تعداد برگچه ۷- طول برگچه ۸- عرض برگچه ۹- تعداد شاخه جانبی ۱۰- وزن تر اندام هوایی ۱۱- وزن تر ریشه ۱۲- وزن خشک اندام هوایی ۱۳- وزن خشک ریشه ١٤- نسبت وزن خشک ریشه به اندام هوایی ۱۵- عملکرد اندام هوایی ۱۷- عملکرد ریشه ١٦- فنل کل ۱۸- فلاونوئید کل ۱۹- اسیدگلیسیریزیک.

ns, * and ** Non-significant and significant at the 0.05 and 0.01 probability levels, respectively.

1. Plant height 2. Plant width 3. Main stem diameter 4. Leaf length 5. Leaf width 6. Number of leaflets 7. Leaflet length 8. Leaflet width 9. Number of axillary branches 10. Shoots fresh weight 11. Root fresh weight 12. Shoots dry weight 13. Root dry weight 14. Root to Shoots ratio 15. Root yield 16. Shoots yield 17. Total phenol 18. Total flavonoid 19. Glycyrrhizic acid.



شکل ۱- دندروگرام حاصل از تجزیه خوشه‌ای صفات ریخت‌شناسی و عملکردی ۲۲ جمعیت شیرین‌بیان براساس روش وارد.

Fig. 1. Cluster analysis of morphological and functional traits of 22 *G. glabra* L. populations of using Ward method.

در بررسی دیگر روی آویشن دنایی 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 (٤۳). در تجزیه به مؤلفه‌های اصلی مرزه خوزستانی، پنج عامل اصلی توانستند در مجموع ۷۰/۹ درصد واریانس کل را توجیه نمایند. سه مؤلفه اول به‌ترتیب ۲۲/٤، ۱۸/۲۸ و ۱۲/۵۲ درصد واریانس کل را توجیه نمودند (۱۸).

نتیجه‌گیری

نتایج کلی این پژوهش نشان داد که تنوع زیادی در بین جمعیت‌های مورد بررسی براساس صفات ریخت‌شناسی و عملکردی وجود دارد که نشان‌دهنده پتانسیل ژنتیکی بالا در بین جمعیت‌های مختلف می‌باشد. با توجه به نتایج جمعیت‌های D، E، MS، SH، SP و TF دارای صفات مطلوب و عملکرد مناسبی می‌باشند و به‌عنوان مطلوب‌ترین جمعیت‌ها در این پژوهش شناسایی شدند. از این رو اصلاح‌گران با در دست داشتن اطلاعات صحیح و دقیق از تنوع ژنتیکی گیاه موردنظر می‌تواند با کارآیی بیش‌تری نسبت به بهره‌برداری از منابع ژنتیکی اقدام کرده و به‌طور مستقیم به جمع‌آوری ذخایر توارثی مورد نیاز مبادرت ورزند و جمعیت‌های برتر در پروژه‌های اصلاحی به‌منظور ایجاد ارقام مرغوب و مطلوب صنایع غذایی و دارویی به‌کار رود.

جدول ٦- آزمون تجزیه به عامل صفات مورد ارزیابی در جمعیت‌های مختلف.

Table 6. Factor analysis of evaluated traits in different populations.

صفات Traits	ضرایب عاملی Factor coefficients			
	1	2	3	4
ارتفاع بوته Plant height	0.419	0.161	0.730	0.043
عرض بوته Plant width	0.544	-0.012	0.572	0.163
قطر ساقه اصلی Main stem diameter	0.364	0.309	0.660	0.006
طول برگ Leaf length	0.030	0.328	0.776	0.140
عرض برگ Leaf width	0.047	0.963	0.045	0.071
تعداد برگچه Number of leaflets	-0.130	-0.315	0.772	-0.009
طول برگچه Leaflet length	0.307	0.762	0.202	0.011
عرض برگچه Leaflet width	0.047	0.963	0.045	0.071
تعداد شاخه جانبی Number of axillary branches	0.588	0.282	0.407	0.207
وزن تر اندام هوایی Shoots fresh weight	0.871	0.175	0.147	0.317
وزن تر ریشه Root fresh weight	0.924	0.050	0.134	-0.249
وزن خشک اندام هوایی Shoots dry weight	0.874	0.154	0.134	0.402
وزن خشک ریشه Root dry weight	0.953	0.079	0.094	-0.235
نسبت وزن خشک ریشه به اندام هوایی Root to Shoots ratio	0.000	-0.090	-0.127	-0.965
عملکرد ریشه Root yield	0.953	0.079	0.094	0.235
عملکرد اندام هوایی Shoots yield	0.874	0.154	0.134	0.402
فنل کل Total phenol	0.891	0.143	0.234	0.309
فلاونوئید کل Total flavonoid	0.832	0.231	0.123	0.098
اسیدگلیسیریزیک Glycyrrhizic Acid	0.941	0.187	0.149	0.259
مقادیر ویژه Eigenvalues	7.46	2.554	2.008	1.393
درصد واریانس % of total variance	46.622	15.964	12.552	8.703
درصد واریانس تجمعی % of cumulative variance	46.622	62.586	75.138	83.841

منابع

1. Acharya, S.K., Dasarathy, S., Tandon, A., Joshi, Y.K. and Tandon, B.N. 1993. A preliminary open trial on interferon stimulator (SNMC) derived from *Glycyrrhiza glabra* in the treatment of subacute hepatic failure. Indian J. Med. Res. 98: 69-74.
2. Ahmadi Hoseini, M., Suri, M., Farhadi, N. and Omidbagi, R. 2014. Evaluation of morphological diversity and root dry extract content of different Licorice (*Glycyrrhiza glabra* L.) ecotypes collected from five provinces in Iran. J. Rang. Sci. 8: 1. 1-12. (In Persian)
3. Allison, L., Bollen, W. and Moodie, C. 1965. Total carbon. In: Black CA (ed.). Methods of Soil Analysis. Part 2. Chemical and Microbiological Properties. Agron Monogr no. 9, Soil Sci. Soc. Amer. J., Madison, WI.
4. Andi, G. 2005. Popular medicinal plants of Iran. Tehran University of Medical Sciences Press. (In Persian)
5. Arase, Y., Ikeda, K., Murashima, N., Chayama, K., Tsubota, A., Koida, I., Suzuki ,Y., Saitoh, S., Kobayashi, M. and Kumada, H. 1997. The long term efficacy of glycyrrhizin in chronic hepatitis. C. patients. 79: 8. 1494-500.

6.Belinky, P.A., Aviram, M., Fuhrman, B., Rosenblat, M. and Vaya, J. 1998. The antioxidative effects of the isoflavan glabridin on endogenous constituents of LDL during its oxidation. Atheroscler. 137: 49-61.
7.Bigdelo, M. 2012. Assessment of morphological diversity, genetic and phytochemical thyme Kermani. M.Sc. Thesis. University of Tehran. (In Persian)
8.Blumenthal, M., Goldberg, A. and Brinckmann, J. 2000. Herbal Medicine, Expanded Commission E Monographs. 1st ed. Integr. Medic. Commun. USA. Pp: 233-5.
9.Bremner, J.M. and Mulvaney, C. 1982. Nitrogen-total. In: Page AL, Miller RH (eds.) Methods of Soil Analysis: Part 2. Chem. and Microbio. Properties. 2nd ed. Agron Monogr 9. ASA and SSSA, Madison, WI.
10.Chang, H.M. and But, P.P.H. 1986. Pharmacology and Applications of Chinese Materia Medica. World Scientific. Philadelphia. 1: 304-16.
11.Chung, J.G., Chung, H.L., Lin, W.C., Wang, H.H., Yeh, C.C., Hung, C.F. and Li, Y.C. 2000. Inhibition of Nacetyltransferase activity and DNA-2-aminofluorene adducts by glycyrrhizic acid in human colon tumor cells. Food Chem. 38: 163-72.
12.Eghlima, G.H., Hadian, J. and Motallbi Azar, A.R. 2018. Survey on diversity of morphological and biological production traits of *Satureja rechingeri* Jamzad clones in Dezfool climate. P. Prod. 40: 4. 41-53. (In Persian)
13.Ehteshamnia, A., Sharifani, M., Vahdati, K., Erfani, V., Musavizadeh, J. and Mohsenipoortaklo, S. 2009. Investigation of morphological diversity among native populations of walnut (*Juglans regia*) in Golestan province, Iran. Plant Prod. 16: 29-48. (In Persian)
14.Eiadthong, W., Nakatsubo, F., Utsunomiya, N. and Subahadrandhu, S. 2000a. Studies on some *Mangifera* species. Acta. Hort. 509: 143-151.
15.Farag, M.A., Porzel, A. and Wessjohann, L.A. 2012. Comparative metabolite profiling and fingerprinting of medicinal licorice roots using multiplex approach of GC-MS, LC-MS and 1D-NMR techniques. Phytochemi. 76: 60-72.
16.Farsi, M. and Baghri, A. 1998. Principles of Plant Breeding. Mashhad University Jihad Press, 230p. (In Persian)
17.Fukai, T., Marumo, A., Ka itou, K., Kanda, T., Terada, S. and Nomura, T. 2002. Anti-Helicobacter pylori flavonoids from licorice extract. Life Sci. 71: 1449-63.
18.Gee, G. and Bauder, J. 1979. Particle size analysis by hydrometer: a simplified method for routine textural analysis and a sensitivity test of measurement parameters. Soil Sci. Soc. A. J. 43: 5. 1004-1007.
19.Hadian, J. 2009. The genetic diversity of native Savory species in Iran. University of Tehran. MS Thesis. (In Persian)
20.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. Plan. Medica. 76: 1-7.
21.Hadian, J., Mirjalili, M.H. and Ganjpoor, N. 2011. Morphological and phytochemical characterization of natural population of *Satureja khuzestanica*. Chem. Biodiver. 8: 1-15.
22.Haji Mehdipor, H., Amanzade, Y., Hasanlu, T., Shekarchi, M., Abedi, Z. and Pirali Hamedani, M. 2009. Quality survey of collected Licorice root from different sites of Iran. Med Plant. J. 7: 3. 106-114. (In Persian)
23.Haraguchi, H., Tanimoto, K., Tamura, Y., Mizutani, K. and Kinoshita, T. 1998. Mode of antibacterial action of retrochalcones from *Glycyrrhiza inflate*. Phytochem. 48: 1. 125-9.
24.Hattori, T., Ikematsu, S., Koito, A., Matsushita, S., Maeda, Y., Hada, M., Fujimaki, M. and Takatsuki, K. 1989. Preliminary evidence for inhibitory effect of glycyrrhizin on HIV replication in patients with AIDS. Antiviral Res. 11: 5-6. 255-62.
25.Hayashi, H., Huang, P. and Inoue, K. 2003. Up-regulation of Soyasaponin Biosynthesis by Methyl Jasmonate in Cultured Cells of *Glycyrrhiza glabra*. Plant Cell Physiol. 44: 4. 404-411.

26.Kalagari, M. 2003. Investigation of ecological and genetic variation in Iranian natural habitats. Ph. D. Thesis, University of Tarbiat Modarres. 145p. (In Persian)
27.Kameswara Rao, N. 2004. Review-Plant genetic resources: Advancing conservation and use through biotechnology. A. J. Biotechnol. 3: 2. 136-145.
28.Khym, J.X. 1974. Analytical Ion-Exchange Procedures in Chemistry and Biology: Theory, Equipment, Techniques. Prentice-Hall, NJ.
29.Leao, P.C.D.S., Cruz, C.D. and Motoike, S.Y. 2011. Genetic diversity of table grape based on morphoagronomic traits. Sci. Agric. 68: 42-49.
30.Matsumoto, T., Tanaka, M., Yamada, H. and Cyong, J.C. 1996. Effect of licorice roots on carrageenaninduced decrease in immune complexes clearance in mice. J. Ethnopharmacol. 53: 1-4.
31.Mohammadi, S.A. and Prasanna, B.M. 2003. Analysis of genetic diversity in crop plants-salient statistical tools and considerations. Crop Sci. 43: 4. 1235-1248.
32.Montoro, P., Maldini, M., Russo, M., Postorine, S., Piacente, S. and Pizza, C. 2011. Metabolic profiling of roots of liquorice (*Glycyrrhiza glabra*) from different geographical areas by ESI/MS/MS and determination of major metabolites by LC-ESI/MS and LC-ESI/MS/MS. Send to J. Pharm. Biomed Anal. 54: 3. 535-544.
33.Mori, K., Sakai, H., Suzuki, S., Akutsu, Y., Ishikawa, M., Aihara, M., Yokoyama, M., Sato, Y., Sawada, Y. and Endo, Y. 1990. Effects of glycyrrhizin (SNMC: stronger neo-minophagen C) in hemophilia patients with HIV-1 infection. Tohoku J. Exp. Med. 162: 2. 183 - 93.
34.Naghavi, M., Gharreh Yazi, B. and Hosseini Salkadeh, G.H. 2013. Molecular Markers. University of Tehran Press. Pp: 1-340.
35.Nelson, D. and Sommers, L.E. 1982. Total carbon, organic carbon, and organic matter. Methods of soil analysis. Pp: 539-579.
36.Nemeth, E. 2000. Needs, problems and achivments of introduction of wild growing medicinal plants in to the agricultore. First Conference on Medicinal and Aromatic plants of Southeast European Countries and VI meeting Days of Medicinal Plants Arandjelovac (FR Yugoslavia), May 29.
37.Noori, F., Salehi Shanjani, P., Beyki bandarabadi, A.H., Alizade, A.M., Tabaei Aghdaei, R. and Hadadi, R. 2012. Genetic diversity and relationships among Iranian chamomile species and populations using total proteins marker its association with biochemical characteristics. 12th I. Gen. Congress, Tehran, Iran, 22-24 May. (In Persian)
38.Omidbaigi, R. 2000. Production and Processing of Medicinal Plants: An Approach (Vol. 3). Astan Quds Razavi Press, Tehran. 397p. (In Persian)
39.Pandey, S., Kumar, S., Mishra, U., Rai, A., Singh, M. and Rai, M. 2008. Genetic diversity in Indian ash gourd (*Benincasa hispida*) accessions as revealed by quantitative traits and RAPD markers. Sci. Hort. 118: 80-86.
40.PDR for Herbal Medicines. 3th ed. Thomson PDR. Montvale. 2004, pp: 876-7.
41.Raheel, A., Muhammad, S., Bilal, K. and Anila, A. 2015. Effects of Extraction Media and Techniques on the Antioxidant Properties and Recovery of Phenolics from Roots of *Glycyrrhiza Glabra*. J. Mol. Pathophysiol. 4: 4. 138-143.
42.Sharifi-Tehrani, M., Kazemi, A. and Shabani, L. 2012. Phenetic relationships among natural population accessions of *Glycyrrhiza glabra* L. (Fabaceae) in central Zagros region of Iran, based on quantitative morphology, flavonoids and glycyrrhizin contents data. Taxon. Biosyst. 4: 13. 59-72.
43.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 Parsian)

44. Stachi, A., Rusta, H.M. and Raghami, M. 2017. Comparison of vegetative parameters and root yield of licorice herb in different systems of non-soil culture and soil cultivation under the influence of different sources of nitrogen. J. Sci. Technol. Greenhous Cul. 2: 105-116. (In Persian)
45. Tamir, S., Eizenberg, M., Somjen, D., Izrael, S. and Vaya, J. 2001. Estrogen-like activity of glabrene and other constituents isolated from licorice root. J. Steroid Biochem. Mol. Biol. 78: 291-8.
46. Wang, Zh., Nishioka, M., Kurosaki, Y., Nakayama, T. and Kimura, T. 1995. Gastrointestinal absorption characteristics of glycyrrhizin from *Glycyrrhiza* extract. Biol. Pharm. Bull. 18: 9. 1238-41.
47. Weising, K., Nybon, H., Wolff, K. and Gunter, K. 2005. DNA Fingerprinting in Plants, Principle Methods and applications. 2nd, CRC Press. Boca Raton FL, USA. 472p.
48. Yavari, A., Shokrpour, M., Tabrizi, L. and Hadian, J. 2017. Analysis of morphological variation and general combining ability in half sib families of *Echinacea purpurea* L. Iranian J. Hort. Sci. 47: 4. 617-630. (In Parsian)
49. Yazdi Samadi, B., Peyghambari, A. and Majnoon, N. 2004. Genetic variation in 90 lentil in Karaj. Iranian J. Agric. Sci. 35: 595-601. (In Persian)