



تنوع ژنتیکی در برخی صفات توده‌های بومی شنبلیله ایرانی

پژمان مرادی^۱، محمدرضا حسن‌دخت^۲ و عبدالکریم کاشی^۳

چکیده

شنبلیله گیاهی یک‌ساله متعلق به تیره‌ی بقولات است که سابقه‌ی کاشت طولانی در ایران دارد. توده‌های متنوعی از این گیاه در کشور یافت می‌شود، و لازم است که تحقیق کاملی به منظور شناسایی و ارزیابی این توده‌ها صورت پذیرد. به منظور ارزیابی تنوع ژنتیکی توده‌های بومی شنبلیله ایرانی، ۲۰ توده از نقاط مختلف کشور جمع‌آوری و صفات کمی و کیفی آنها مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد توده‌های شنبلیله مورد بررسی از نظر اغلب صفات ارزیابی شده در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد با یکدیگر اختلاف معنی‌داری داشتند. عملکرد توده‌های مورد بررسی بین ۲۳/۹۳ الی ۴۴/۴۱ گرم وزن تر در هر بوته متغیر بود. همچنین، از نظر گلدهی، توده‌ها به گروه‌های زودگل، میان‌گل و دیرگل طبقه بندی شدند. نتایج نشان داد این توده‌ها از ۳۹ تا ۷۶ روز بعد از کاشت وارد مرحله‌ی گلدهی شدند. وزن هزار دانه نیز در میان توده‌ها تفاوت معنی‌داری داشت و میزان آن از ۵/۵۶ گرم در توده سمنا و ۱۹/۴۴ گرم در توده کرمانشاه متغیر بود. بر اساس تجزیه خوشه‌ای، توده‌ها در ۳ گروه قرار گرفته و هر گروه به ترتیب ۸، ۱۱ و ۱ توده بومی را شامل شدند. بررسی سطح پلویدی توده‌های بومی نشان داد که تمامی توده‌های مورد بررسی، دیپلوئید ($2n = 2x = 16$) بودند. نتایج این تحقیق نشان داد توده‌های بومی شنبلیله ایرانی از نظر صفات مورد مطالعه از تنوع بالایی برخوردار هستند و منبع ژنتیکی مناسبی برای برنامه‌های اصلاحی به‌شمار می‌روند.

واژگان کلیدی: توده‌های ایرانی شنبلیله، سطح پلویدی، صفات فنولوژیک و فیزیولوژیک.

Pjmoradi@iau-saveh.ac.ir

۱- استادیار گروه علوم باغبانی دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد ساوه (نگارنده‌ی مسئول)

۲- استادیار گروه علوم باغبانی دانشکده باغبانی و گیاهپزشکی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران

۳- استاد گروه علوم باغبانی دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج

تاریخ دریافت: ۸۸/۱۲/۲۳

تاریخ پذیرش: ۹۰/۲/۱۲

مقدمه

شنبليله (*Trigonella foenum-graceum* L.) گیاهی علفی و یک‌ساله متعلق به تیره بقولات است، که برگ و بذر آن ارزش دارویی دارد و در ایران برگ‌های آن به صورت تازه و یا خشک مورد مصرف قرار می‌گیرد (Omid baigi, 2004 و Najafpor Navaee, 1994). این گیاه دارای ارزش غذایی بالایی است و مواد با ارزشی چون کلسیم، فسفر، آهن، کاروتن، ویتامین C و پروتئین در برگ شنبلیله وجود دارد (Ebubekir et al. 2005 و Nazar et al. 2007). بذره‌های شنبلیله حاوی موادی نظیر آلکالوئید، تریگونلین، کولین و ساپونین‌های استروئیدی است که مهم‌ترین اثرات دارویی آنها کاهش قند خون می‌باشد (Omid baigi, 2004، Najafpor navaee, 1994 و Sandor et al. 2004).

شنبليله در تثبیت نیتروژن نقش عمده‌ای دارد، لذا برای استفاده در تناوب کاشت مناسب است. منشأ این گیاه نواحی مدیترانه بوده که در آسیای غربی، اوکراین و همچنین از هندوستان تا چین گسترش دارد. این گیاه خودبارور بوده و گرده‌افشانی آن توسط باد و گاهی حشرات صورت می‌گیرد. تعداد کروموزوم‌های پایه‌ی این گونه هشت عدد است و به صورت دیپلوئید می‌باشد (Omid baigi, 2004). شنبلیله دارای قدمت کشت طولانی در ایران است (Najafpor navaee, 1994).

محمدی و همکاران (Mohammadi et al. 2000) هشت توده‌ی شنبلیله ایرانی را بر اساس صفات مورفولوژیکی مورد بررسی قرار دادند. آنها در این تحقیق توده‌ها را در دو منطقه‌ی کرج و زنجان کشت نموده و نتایج آنها را نیز با هم مقایسه کردند. آنها گزارش کردند در میان توده‌ها اختلاف معنی‌داری وجود دارد. همچنین، در صفاتی همچون تعداد شاخه

در بوته، تعداد غلاف و تعداد دانه در غلاف نیز تفاوت معنی‌دار گزارش کردند.

مک کورمیک و همکاران (Mc Cormik et al. 1998) حدود ۲۰۷ ژنوتیپ شنبلیله را از ۲۰ کشور جهان جمع‌آوری و صفات زمان و دوره‌ی گلدهی، عادت رشد، تعداد غلاف در گیاه و میزان عملکرد دانه را مورد بررسی قرار دادند. زمان گلدهی بین ۹۸ تا ۱۴۷ روز بعد از کاشت متفاوت بود، همچنین، دوره‌ی گلدهی در محدوده‌ی ۱۴ تا ۵۲ روز بود. عادت رشدی در این توده‌ها از انواع خوابیده تا ایستاده دیده شد و میزان عملکرد بین صفر تا ۳۴۸۳ کیلوگرم در هکتار متفاوت بود. در این تحقیق توده‌هایی از ایران نیز مورد بررسی قرار گرفت. زمان گلدهی آنها بین ۹۸ تا ۱۲۳ روز بعد از کاشت بود که در میان ۲۰۷ توده مورد بررسی زود گل‌ترین توده‌ها محسوب شدند. دوره‌ی گلدهی این توده‌ها بین ۳۳ تا ۵۰ روز بود که در دسته توده‌هایی قرار گرفتند که بیشترین دوره گلدهی را داشتند و بالاترین عملکرد دانه را در بین تمامی توده‌ها از خود نشان دادند.

با توجه به سابقه‌ی طولانی کشت این گیاه در ایران احتمالاً توده‌های متنوعی پدید آمده که به دلیل سازشی که در طی زمان کسب نموده‌اند، حاوی ژن‌های مطلوبی نظیر ژن‌های مقاومت به خشکی، شوری و مقاومت به آفات و بیماری‌ها شده‌اند (Mohammadi et al. 2007). لذا جمع‌آوری، حفظ، نگهداری و ارزیابی این منابع ژنتیکی غنی جهت برنامه‌های اصلاحی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. تنوع ژنتیکی، اساس و پایه‌ی گزینش و به‌نژادی گیاهان می‌باشد، بدون وجود تنوع هیچ برنامه‌ی به‌نژادی قابل اجرا نیست. علت وجود تنوع در جمعیت‌های گیاهی، مکانیسم‌هایی از قبیل جهش، نوترکیبی، مهاجرت، جریان ژنی و رانده شدن ژنتیکی می‌باشد (Vejdani, 1996).

تعداد گل در بوته، تعداد نیام در بوته، طول و عرض نیام، تعداد دانه در نیام، تعداد کل دانه در بوته و وزن هزار دانه بودند. جهت تعیین وزن خشک، هر بوته در آون با دمای ۷۰ درجه‌ی سلسیوس به مدت ۴۸ ساعت خشک شد. میزان پروتئین به روش لوری و نیرا (Lowery and Nira, 1971) و میزان کلروفیل به کمک ساییدن برگ در استون ۸۰٪ و قرار دادن عصاره در دستگاه اسپکتروفتومتر و قرائت جذب در طول موج‌های متفاوت ارزیابی شدند (Kismanoyoy and Sandor, 2004). در نهایت صفات اندازه‌گیری شده، مورد تجزیه‌ی آماری قرار گرفت و میانگین‌ها به‌وسیله‌ی آزمون دانکن مقایسه شدند.

برای بررسی فاصله‌ی ژنتیکی بین جمعیت‌ها و یافتن شباهت افراد در یک مجموعه از تجزیه‌ی خوشه‌ای به روش وارد (ضریب^۱ = ۰.۸۱) استفاده شد (Farshadfar, 2001). کلیه‌ی تجزیه‌های آماری با استفاده از نرم افزار آماری SPSS انجام شد.

به منظور تعیین سطح پلوییدی و شمارش تعداد کروموزوم پایه (در مرحله‌ی متافاز) توده‌های بومی شنبليله مورد مطالعه، نوک ریشه‌چه پس از جوانه‌زدن بذرها در محلول ۸- هیدروکسی کینولین پیش تیمار و سپس به منظور تثبیت در محلول کارنوی به مدت ۲۴ ساعت قرار گرفت، هیدرولیز توسط اسید کلریدریک در دمای ۶۰ درجه‌ی سلسیوس انجام و پس از رنگ‌آمیزی توسط استوارسین (روش فولگن) مورد مطالعات میکروسکوپی قرار گرفتند (Ahmad et al. 1999 و Pedro and Alfonso, 2000).

به منظور شناسایی و ارزیابی صفات مهم توده‌های بومی شنبليله ایرانی، بذرهاى ۲۰ توده از مناطق مختلف کشور جمع‌آوری و صفات مهم کمی و کیفی آنها مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در قالب طرح بلوک‌های تصادفی در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه آزاد اسلامی واحد ساوه انجام گرفت. پس از انتخاب زمین، عملیات آماده سازی شامل شخم، دیسک و نرم نمودن بستر کاشت انجام گرفت و زمین به صورت جوی و پشته‌هایی به طول ۲ متر و به فاصله‌ی ۵۰ سانتی‌متر آماده و بذر توده‌های مورد نظر در تاریخ ۸۶/۱/۲۶ کشت شدند. خاک محل انجام آزمایش دارای pH=۷/۳ و بافت خاک لومی سیلتی بود. طرح آماری مورد استفاده بلوک‌های کامل تصادفی در ۳ تکرار و مساحت هر واحد آزمایشی نیز ۲ مترمربع بود. حدود ۴۰ روز بعد از کاشت، بوته‌ها به فاصله‌ی ۱۵ سانتی‌متر از هم تنک شدند. در طول فصل رشد، عملیات زراعی از جمله آبیاری (هر ۲-۳ روز یک بار) و کنترل علف‌های هرز به طور دستی و به صورت یکسان برای همه‌ی توده‌ها صورت گرفت. به منظور بررسی تنوع ژنتیکی، بیش از ۳۰ صفت رویشی و زایشی مورد بررسی قرار گرفت (Mohammadi et al. 2000 و Mc Cormik et al. 1998). این صفات عبارت از طول، عرض و ضخامت برگ، طول دم‌برگ، طول میانگره، تعدادگره تا اولین گل، تعداد برگ تا اولین گل، وزن تر و خشک بوته، درصد خاکستر، میزان کلروفیل برگ، میزان پروتئین برگ و بذر، تاریخ گلدهی، زمان کاشت تا برداشت،

نتایج و بحث

با توجه به این که در گیاه سنبليله هم برگ‌ها و هم بذرها مورد استفاده قرار می‌گیرند لذا عملکرد رویشی و زایشی آن اهمیت دارد. نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها برای صفات مورفولوژیک نشان داد که توده‌های سنبليله‌ی مورد مطالعه از نظر اکثر صفات مورد بررسی با یکدیگر اختلاف معنی‌داری دارند (جدول ۱) که نشان‌دهنده تنوع ژنتیکی قابل ملاحظه‌ای بین توده‌های مورد بررسی است. در بین توده‌های مورد مطالعه، توده‌های بروجرد و کرمانشاه بالاترین وزن تر و خشک بوته، میزان خاکستر و وزن هزار دانه را داشتند (جدول ۲)، لذا می‌توان از آنها در برنامه‌های اصلاحی به منظور تولید ارقام پر محصول استفاده کرد.

اندازه‌گیری صفات برگ شامل طول، عرض و ضخامت برگ و طول دم‌برگ نشان داد که طول پهنک برگ از ۱۶/۹۹ تا ۳۱/۴۴ میلی‌متر متفاوت بودند. توده‌ی اهواز دارای کمترین و توده‌ی کرمانشاه دارای بیشترین طول پهنک بود. عرض برگ توده‌ها نیز بین ۱۱/۳۱ تا ۱۵/۷ میلی‌متر بود و توده‌ی کرمان کمترین و شیراز دارای بیشترین عرض برگ بود. همچنین توده‌ی کرمان با ضخامت برگ ۰/۲۳ میلی‌متر کمترین و اهواز با ضخامت ۰/۳۵ میلی‌متر دارای بیشترین ضخامت برگ را دارا بودند (جدول ۲).

اندازه‌گیری طول دم‌برگ توده‌ها نیز نشان داد که طول دم‌برگ از ۲۰/۸۶ میلی‌متر در توده‌ی کرمان تا ۶۶/۲۱ میلی‌متر در توده‌ی زنجان متغییر است. دامنه‌ی تغییرات در طول میانگره نیز متفاوت بود. به‌طوری که توده‌ی خرم‌آباد با طول میانگره ۲۲/۸۱ کمترین و توده‌ی اهواز با ۶۷/۷۴ بیشترین طول میانگره را داشت. وزن تر بوته بین ۲۳/۹۳ گرم در هر بوته تا ۴۴/۴۱ گرم متغییر بود. توده‌ی شهرری و اهواز کمترین و توده‌ی بروجرد بیشترین وزن تر بوته را در

میان توده‌ها داشتند (جدول ۲). با توجه به نتایج به‌دست آمده، تعدادی از توده‌های بومی ایرانی نظیر توده‌های شیراز، یزد، کرمانشاه، سمنان و زنجان از پتانسیل عملکرد بالایی برخوردار بوده و می‌توان از این توده‌ها برای اصلاح در جهت افزایش عملکرد سنبليله استفاده نمود.

با توجه به تاریخ گلدهی، توده‌های بومی سنبليله به سه گروه تقسیم گردید. توده‌های زودگل که در فاصله‌ی زمانی بین ۳۹-۴۵ روز پس از کاشت وارد مرحله‌ی زایشی شدند. در این گروه توده‌های برازجان، کاشان، اصفهان، بروجرد، کرمانشاه و کرمان قرار داشتند. توده‌های میان‌گل که در فاصله‌ی زمانی بین ۴۵-۶۵ روز پس از کاشت وارد مرحله‌ی زایشی شدند و شامل توده‌های عراقی، اردستان، نیشابور، یزد، خاش، سی‌سخت، شیراز و کاکان بودند. توده‌های دیرگل در فاصله‌ی زمانی بین ۷۵ - ۶۵ روز پس از کاشت وارد مرحله‌ی زایشی شدند و شامل توده‌های خرم‌آباد، زنجان، قائنات، سمنان، اهواز و شهرری بودند. به‌طور کلی در بین توده‌های مورد مطالعه، توده‌ی برازجان با میانگین ۳۹ روز و توده‌ی شهرری با میانگین ۷۶ روز پس از کاشت، به ترتیب زودگل‌ترین و دیرگل‌ترین توده‌های بومی سنبليله در این پژوهش بودند (جدول ۲). نظر به اینکه این گیاه در شرایط گرم رشد رویشی بهتری دارد (Omid baigi, 2004)، برای مناطقی با تابستان طولانی و تولید برگ و اندام رویشی ارقام دیرگل توصیه می‌شود، ولی برای مناطقی با دوره‌ی گرمای کوتاه ارقام زودگل مناسب‌تر است.

نتایج بررسی تعداد برگ قبل از گلدهی در مورد توده‌های سنبليله مورد مطالعه نشان داد که گیاهان قبل از ورود به مرحله‌ی زایشی به طور متوسط بین ۷ تا ۲۳ برگ تولید کردند. توده‌ی اردستان با تولید ۷ برگ و توده‌ی سی‌سخت بعد از تولید ۲۳ برگ وارد

داشت (جدول ۲) و می‌توان از آنها برای اصلاح در جهت افزایش وزن هزار دانه شنبليله استفاده کرد.

تعیین سطح پلوئیدی

بررسی تعداد کروموزوم‌های پایه در توده‌های شنبليله مورد مطالعه نشان داد که همه‌ی توده‌ها دیپلوئید بوده و تعداد کروموزوم‌های آن $2n=2x=16$ بود (شکل ۱). در مطالعات قبلی نیز تعداد کروموزوم‌های گونه‌ی اصلی این گیاه (*Trigonella foenum-graceum* L. نیز $2n=16$ گزارش شده بود (Mohammadi et al. 2007).

تجزیه خوشه‌ای

تجزیه خوشه‌ای بر اساس صفات مورفولوژیک اندازه‌گیری شده برای ۲۰ توده شنبليله، آنها را به ۳ گروه تقسیم کرد (شکل ۲):

گروه اول شامل توده‌های اهواز، عراقی، کاکان، نیشابور، بروجرد، سی‌سخت، خرم‌آباد، سمنان، شیراز، زنجان و کرمان می‌باشد. تعداد توده‌هایی که در این گروه جای دارند زیاد بوده و از نظر صفات مورد بررسی تنوع زیادی را از خود نشان دادند. از نظر طول دمبرگ در بین یازده توده‌ی این گروه شباهت زیادی مشاهده گردید به طوری که به غیر از توده‌های اهواز، خرم‌آباد، سمنان و توده‌ی زنجان که دمبرگ نسبتاً بلند داشتند، سایر توده‌ها بسیار به هم شبیه بوده و دمبرگ آنها کوتاه بود (شکل ۳). در این گروه توده‌های بروجرد و کرمان زودگل و توده‌های اهواز، خرم‌آباد، سمنان و زنجان دیرگل و سایر توده‌ها میان‌گل محسوب می‌شوند. از نظر میزان پروتئین برگ به غیر از توده‌های کاکان و نیشابور سایر توده‌ها میزان کمی پروتئین داشتند و از این نظر شباهت زیادی بین توده‌ها دیده شد. از نظر عملکرد رویشی (وزن خشک) تفاوت زیادی در بین توده‌های این گروه مشاهده می‌شود به طوری که توده‌های عراقی، سمنان، شیراز و زنجان دارای وزن خشک بالاتری

فاز زایشی شدند (جدول ۲). با توجه به اینکه شنبليله به عنوان یک سبزی برگی نیز مورد استفاده قرار می‌گیرد، بدیهی است هرچه میزان رشد رویشی گیاه بیشتر باشد (در واقع دوره‌ی نونهالی طولانی‌تری داشته باشد)، از نظر سبزیکاری مطلوب‌تر است، بر این اساس می‌توان گفت توده‌هایی که با داشتن تعداد برگ کمتر وارد فاز زایشی می‌شوند و تولید بذر می‌کنند در کشت‌های تجاری زیاد مورد توجه قرار نمی‌گیرند. در حالی که با بررسی میزان مواد مؤثره‌ی بذر می‌توان آنها را به منظور ارزش دارویی مورد کشت و کار قرار داد.

در این تحقیق، میزان پروتئین برگ و بذر نیز در توده‌های مختلف اندازه‌گیری شد. میزان پروتئین برگ در هر ۱۰۰ گرم بافت برگی از ۷/۹۶ تا ۱۴/۶۵ گرم متغیر بود، که توده‌ی اهواز با ۷/۹۶ گرم پروتئین در ۱۰۰ گرم برگ کمترین و قائنات با ۱۴/۶۵ گرم در ۱۰۰ گرم برگ بیشترین میزان پروتئین را داشت. دامنه‌ی تغییرات پروتئین بذر بیشتر بود به طوری که توده‌ی اهواز با ۸/۵۸ گرم پروتئین در ۱۰۰ گرم بذر کمترین و توده‌ی اصفهان با ۲۲/۲۷ گرم در ۱۰۰ گرم بذر بیشترین میزان پروتئین را دارا بود (جدول ۲). بالا بودن پروتئین در برگ ارزش غذایی این محصول را افزایش می‌دهد. لذا با توجه به میزان عملکرد (وزن تر بوته) و پروتئین برگ در میان ۲۰ توده‌ی مورد مطالعه، توده‌ی زنجان حایز شرایط مطلوبی می‌باشد.

با توجه به اهمیت بذرهای این گیاه که در مصارف دارویی کاربرد دارد، نتایج حاصل از وزن هزار دانه توده‌های مورد مطالعه نیز نشان داد که مقدار آن از ۵/۵۶ گرم تا ۱۹/۴۴ گرم متغیر بود و توده‌های سمنان و کرمانشاه به ترتیب دارای کمترین و بیشترین مقدار وزن هزار دانه می‌باشند. با توجه به نتایج بدست آمده توده‌ی بروجرد نیز عملکرد بالایی

کاشان و یزد که وزن هزار دانه بالایی داشتند در سایر توده‌ها وزن هزار دانه کم بود.

گروه سوم دارای یک توده می‌باشد و تنها توده‌ی برازجان در آن جای دارد. این توده زودگل‌ترین توده در بین ۲۰ توده‌ی موجود می‌باشد و دوره‌ی کاشت تا برداشت آن نیز بسیار کوتاه است که طی ۸۱ روز انجام می‌پذیرد. این توده بیشترین تعداد گل در نیام، بیشترین تعداد نیام در بوته و بالاترین تعداد دانه در گیاه را به خود اختصاص داده است، به همین منظور در جایگاهی جداگانه قرار می‌گیرد.

از نظر جغرافیایی توده‌های جمع‌آوری شده از استان اصفهان در یک گروه قرار گرفتند. با توجه به این تجزیه خوشه‌ای می‌توان فرم‌های مطلوب را به منظور ایجاد هیبریدهایی با کیفیت بالا و عملکرد مورد قبول انتخاب نمود. برای تولید هیبریدهایی با کیفیت بالا، بهتر است با توجه به خصوصیات هر توده، آنهایی که دارای فاصله‌ی بیشتری در تجزیه خوشه‌ای هستند، انتخاب نمود. برای مثال هیبریدهایی حاصل از تلاقی توده بومی اهواز در گروه اول با توده‌ی بومی برازجان در گروه سوم احتمالاً نتایج بهتری خواهد داشت. در جدول ۳ میانگین صفات هر یک از ۳ گروه حاصل از تجزیه خوشه‌ای، درصد انحراف از میانگین کل و مقایسه‌ی آنها با میانگین کل صفات مورد بررسی، نشان داده شده است.

بوده و توده‌های اهواز، کاکان، سی‌سخت و خرم‌آباد کمترین میزان وزن خشک را به خود اختصاص دادند و سایر توده‌های این گروه از نظر وزن خشک در بین این دو گروه قرار می‌گیرند. در صفت وزن هزار دانه مشابهت زیادی در بین توده‌های این گروه مشاهده گردید به طوری که تنها توده‌ی بروجرد وزن هزار دانه بالایی داشت و سایر توده‌های این گروه وزن هزار دانه کمی داشتند.

گروه دوم شامل توده‌های اردستان، اصفهان، کاشان، یزد، قائنات، خاش، شهرری و کرمانشاه بود. با دقت در این توده‌ها می‌توان دریافت تفاوت کمی در صفات طول و عرض برگ وجود دارد، به طوری که طول برگ توده‌های این گروه در حد متوسطی در بین سایر توده‌ها بود، در حالی که عرض برگ‌های این گروه نسبتاً کمتر بود، لذا برگ‌های این توده کشیده‌تر بودند (شکل ۳). عملکرد رویشی (وزن خشک) در توده‌های این گروه اندکی متفاوت بود، به طوری که توده‌های کرمانشاه و یزد عملکرد بالایی داشتند و عملکرد رویشی سایر توده‌های این گروه کم بود. در تمامی توده‌های این گروه میزان تولید دانه در گیاه کم بود و تمامی توده‌ها از نظر این صفت کاملاً شبیه به هم بودند. با وجود تعداد کم دانه، از نظر وزن هزار دانه تفاوت اندکی در میان توده‌های این گروه مشاهده گردید، به طوری که غیر از توده‌های اصفهان،

جدول ۱- تجزیه واریانس صفات اندازه‌گیری شده توده‌های بومی شنبليله ایرانی

Table 1- Variance analysis of the measured characteristics of Iranian native Fenugreek masses

| منابع تغییرات Sources of variation | درجه آزادی df | میانگین مربعات Mean square | | | | | | | | | |
|---------------------------------------|------------------|---------------------------------|---|--|----------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------|------------------------|-------------------------------|-------------------------|
| | | وزن تر بوته Plant Wet Weight | تعداد برگ تا اولین گل Number of leaves to first flower | تعداد گره تا اولین گل Number of nodes to first flower | طول میانگره Inter node length | طول دمبرگ Petiole length | ضخامت برگ Leaf thickness | عرض برگ Leaf width | طول برگ Leaf length | درصد ماده خشک % Dry Matter | درصد خاکستر % Ash |
| تکرار Replication | 2 | 0.0188 ^{ns} | 0.08117 ^{ns} | 0.305* | 0.927 ^{ns} | 0.435 ^{ns} | 0.0000369 ^{ns} | 0.185 ^{ns} | 0.04782 ^{ns} | 0.002076 ^{ns} | 0.0000301 ^{ns} |
| توده Mass | 19 | 129.847** | 67.675** | 2.293** | 658.387** | 531.891** | 0.004073** | 10.153** | 50.928** | 14.114** | 0.118** |
| خطا Error | 38 | 1 | 0.121 | 0.09395 | 0.635 | 0.332 | 0.0000603 | 0.123 | 0.35 | 0.107 | 0.0009556 |
| (CV) % | ضریب تغییرات | 3.03 | 2.39 | 4.93 | 1.69 | 1.51 | 2.60 | 2.42 | 2.52 | 3.11 | 3.06 |

ns، * و ** به ترتیب به مفهوم غیر معنی دار و اختلاف معنی دار به ترتیب در سطوح احتمال ۵٪ و ۱٪.

ns: non-significant; *: meaningful at %5; **: meaningful at %1.

ادامه‌ی جدول ۱

Continued Table 1

| منابع تغییرات Sources of Variation | درجه آزادی df | میانگین مربعات (Mean square) | | | | | | | | | |
|--|---------------------|--|--|--|---|-------------------------------------|----------------------------------|--|--|---|--------------------------------------|
| | | تعداد دانه در نیام Number seed per pod | تعداد نیام در بوته Number of pod per plant | تعداد کل گل Total number flower | زمان کاشت تا برداشت Sowing to harvest time | دوره گلدهی Flowering duration | تاریخ گلدهی Flowering date | درصد پروتئین بذر % Seed protein | درصد پروتئین برگ % Leaf protein | تعداد کل دانه در گیاه Total number of seed per plant | وزن هزار دانه 1000 seed weight |
| تکرار Replication | 2 | 1.146 ^{ns} | 2.585 ^{ns} | 1.346 ^{ns} | 0.394 ^{ns} | 0.174 ^{ns} | 0.119 ^{ns} | 0.001219 ^{ns} | 0.015 ^{ns} | 4765.531 ^{ns} | 0.01072 ^{ns} |
| توده Mass | 19 | 16.147** | 80.950** | 91.079** | 776.743** | 77.055** | 469.804** | 34.595** | 9.122** | 110878.303** | 44.334** |
| خطا Error | 38 | 0.211 | 2.314 | 1.734 | 1.596 | 2.511 | 0.362 | 0.01095 | 0.009259 | 1660.030 | 0.03272 |
| (CV) % ضریب تغییرات | | 3.24 | 1.94 | 1.61 | 1.21 | 3.30 | 1.07 | 0.65 | 0.81 | 3.68 | 1.53 |

ns، * و ** به ترتیب به مفهوم غیر معنی‌دار و اختلاف معنی‌دار به ترتیب در سطوح احتمال ۵٪ و ۱٪.

ns: non-significant; *: meaningful at %5; **: meaningful %1.

جدول ۲- مقایسه میانگین صفات کمی ۲۰ توده شنبليله ایرانی با آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪

Table 2 – The comparison of the mean quantitative characteristics of 20 Iranian Fenugreek masses using Duncan test at %5

| توده Masses | تعداد گره تا اولین گل Number of nodes to first flower | طول میانگره Inter node length | طول دمبرگ Petiole length | ضخامت برگ Leaf thickness | عرض برگ Leaf width | طول برگ Leaf length |
|--------------------------|---|-------------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------|------------------------|
| اهواز - Ahvaz | 7.67 a | 67.74 a | 39.28 h | 0.348 a | 13.47 gh | 16.99 g |
| شهرری - Shahrerey | 7.17 ab | 43.30 h | 47.52 c | 0.257 e | 13.21 hij | 17.51 g |
| کرمان - Kerman | 5.72 fg | 23.84 l | 20.86 p | 0.229 f | 11.32 m | 19.04 f |
| خرم‌آباد - Khoramabad | 6.53 cd | 22.81 l | 41.58 g | 0.323 c | 12.17 kl | 19.31 f |
| سمنان - Semnan | 7.67 a | 61.04 d | 52.19 b | 0.292 d | 12.78 ijk | 20.55e |
| برازجان - Borazjan | 5.58 fg | 36.01 j | 22.38 o | 0.257 e | 13.33 ghi | 20.99 e |
| اردستان - Ardestan | 5.37 g | 35.82 j | 25.04 mn | 0.321 c | 14.11 f | 21.25 e |
| بروجرد - Brojerd | 5.42 g | 45.09 g | 23.08 o | 0.267 e | 12.13 l | 21.45 e |
| اصفهان - Esfahan | 5.50 g | 55.79 e | 27.05 l | 0.347 a | 15.78 c | 22.90 d |
| کاشان - Kashan | 5.67 fg | 36.52 j | 24.58 n | 0.268 e | 15.13 de | 23.23 d |
| خاش - Khash | 5.67 fg | 25.39 k | 65.35 a | 0.330 bc | 14.73 e | 23.31 dc |
| نیشابور - Nishabor | 5.50 g | 42.27 h | 25.82 m | 0.240 f | 12.64 jkl | 23.38 dc |
| قائنات - Ghaenat | 7.58 a | 23.15 l | 46.29 d | 0.321 c | 13.34 ghi | 23.78 dc |
| زنجان - Zanjan | 7.42 ab | 42.60 h | 66.21 a | 0.338 ab | 13.89 fg | 24.38 c |
| کاکان - Kakan | 6.37 de | 39.52 i | 28.93 k | 0.302 d | 14.98 e | 25.48 b |
| یزد - Yazd | 6.11 de | 49.05 f | 38.00 ij | 0.329 bc | 15.63 cd | 25.65 b |
| شیراز - Shiraz | 7.00 bc | 65.89 b | 44.93 e | 0.332 bc | 18.63 a | 30.74 a |
| سی سخت - Cisakht | 5.83 efg | 64.04 c | 43.17 f | 0.292 d | 17.09 b | 30.75 a |
| کرمانشاه - Kermanshah | 5.25 g | 65.36 bc | 37.28 j | 0.262 e | 16.15 c | 31.44 a |
| عراقی - Araqi | 5.30 g | 42.62 h | 39.28 h | 0.290 d | 15.63 cd | 26.33b |

حروف غیر مشابه در هر ستون نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشد.

Dissimilar alphabet letters in each column shows the significant difference at %5

ادامه‌ی جدول ۲

Continued Table 2

| توده Masses | تاریخ گلدهی Flowering date | درصد پروتئین بذر % Seed protein | درصد پروتئین برگ % Leaf protein | درصد خاکستر % Ash | درصد ماده خشک % Dry matter | وزن تر بوته Plant wet weight | تعداد برگ تا اولین گل Number of leaves to first flower |
|--------------------------|-------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|----------------------|----------------------------------|---------------------------------|--|
| اهواز - Ahvaz | 75.50 a | 8.58 q | 7.96 m | 0.75 hi | 8.16 hi | 25.33jk | 19.17 bc |
| شهرری - Shahrerey | 75.92.a | 10.91 p | 9.07 l | 0.71 i | 7.69 i | 23.93 k | 17.83 ef |
| کرمان - Kerman | 45.58 i | 13.07 m | 9/69 k | 1.05 c | 11.50 c | 35.55 c | 8.42 l |
| خرم‌آباد - Khoramabad | 66.25 d | 20.50 b | 12.36 e | 0.75 hi | 8.23 hi | 25.65 ijk | 19.42 b |
| سمنان - Semnan | 71.83 b | 19.54 c | 12.53 d | 1.20 b | 13.06 b | 40.07 b | 18.67 cd |
| برازجان - Borazjan | 39.33 m | 15.30 i | 11.75 g | 0.82 fg | 8.90 fg | 27.42 ghi | 10.08 k |
| اردستان - Ardestan | 47.25 h | 18.75 d | 12.19 f | 0.89 e | 9.69 e | 29.57 ef | 7.75 m |
| بروجرد - Brojerd | 44.25 jk | 14.40 l | 11.42 h | 1.32 a | 14.40 a | 44.41 a | 15.83 gh |
| اصفهان - Esfahan | 43.83 k | 22.27 a | 13.39 c | 0.95 d | 10.35 d | 31.64 d | 7.92 lm |
| کاشان - Kashan | 42.42 l | 15.26 i | 11.89 g | 0.75 hi | 8.23 hi | 25.79 ij | 7.92 lm |
| خاش - Khash | 52.67 f | 15.08 j | 12.07 f | 0.84 ef | 9.17 ef | 28.39 fg | 11.83 j |
| نیشابور - Nishabor | 47.92 h | 15.58 h | 13.45 c | 1.03 c | 11.25 c | 35.55 c | 12.42 i |
| قائنات - Ghaenat | 71.69 b | 18.49 e | 14.65 a | 0.83 fg | 9.04 f | 27.95 fgh | 18.33 de |
| زنجان - Zanjan | 70.67 c | 17.0 f | 14.63 a | 1.17 b | 12.71 b | 38.00 b | 19.33 b |
| کاکان - Kakan | 64.08 e | 16.58 g | 14.48 b | 0.89 e | 9.73 e | 36.60 de | 17.42 f |
| یزد - Yazd | 50.17 g | 14.70 k | 12.58 d | 1.20 b | 13.11 b | 40.30 b | 18.50 d |
| شیراز - Shiraz | 63.25 e | 17.05 f | 11.79 g | 1.20 b | 13.14 b | 40.49 b | 12.25 a |
| سی‌سخت - Cisakht | 53.0 f | 12.73 n | 10.83 i | 0.77 gh | 8.44 gh | 26.31 hij | 23.58 a |
| کرمانشاه - Kermanshah | 45.08 ij | 11.25 o | 10.77 i | 1.19 b | 13.03 b | 40.43 b | 10.83 j |
| عراقی - Araqi | 47.0 h | 12.65 n | 10.60 j | 1.17 b | 13.04 b | 39.94 b | 13.83 gh |

حروف غیر مشابه در هر ستون نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشد.

Dissimilar alphabet letters in each column shows the significant difference at %5.

ادامه‌ی جدول ۲

Continued Table 2

| توده Masses | وزن هزار دانه 1000 seed weight | تعداد کل دانه در گیاه Total Number of seed per plant | تعداد دانه در نیام Number seed per pod | تعداد نیام در بوته Number of pod per plant | تعداد کل گل Total number flower | زمان کاشت تا برداشت Sowing to harvest time | دوره گلدهی Flowering duration |
|--------------------------|---|--|--|--|--|---|-------------------------------------|
| اهواز - Ahvaz | 8.32 k | 1114.08 fg | 13.33 fg | 83.50 cd | 86.25 b | 123.25 bc | 47.75 fgh |
| شهرری - Shahrerey | 7.147 | 968.42 h | 13.34 fg | 72.67 ijk | 75.50 fg | 125.0 b | 49.09deg |
| کرمان - Kerman | 10.09 i | 1573.55 b | 17.05 b | 80.03ef | 82.47 de | 91.55 j | 45.72 hi |
| خرم‌آباد - Khoramabad | 7.58 l | 1287.33 cd | 17.08 b | 75.42 hi | 77.33 f | 116.5 e | 50.25 cdef |
| سمنان - Semnan | 5.56 n | 1182.0 ef | 15.75 d | 75.0 hij | 77.0 f | 123.5 bc | 51.67 cd |
| برازجان - Borazjan | 15.41 c | 1573.17 a | 17.92 a | 87.83 a | 91.67 a | 81.33 m | 42.0 jk |
| اردستان - Ardestan | 10.49 h | 931.0 h | 10.75 i | 86.62 ab | 90.25 a | 83.17 m | 36.08 l |
| بروجرد - Brojerd | 18.03 b | 1307.92 bc | 16.08 cd | 81.25 de | 85.33 bc | 92.75 ij | 48.50 efgh |
| اصفهان - Esfahan | 14.59 d | 940.75 h | 11.17 hi | 84.42 bc | 86.33 b | 86.0 l | 42.58 jk |
| کاشان - Kashan | 15.45 c | 933.67 h | 11.92 h | 78.33 fg | 80.92 e | 88.58 k | 46.17 ghi |
| خاش - Khash | 6.34 m | 969.83 h | 13.08 fg | 74.08 hij | 77.0 f | 103.75 g | 51.08 cde |
| نیشابور - Nishabor | 14.30 d | 1051.58 g | 13.42 fg | 78.42 fg | 82.75 de | 88.5 k | 40.58 k |
| قائنات - Ghaenat | 8.81 j | 915.25 h | 12.78 g | 72.33 jk | 75.25 fg | 132.97 a | 61.28 a |
| زنجان - Zanjan | 10.92 g | 1226.50de | 16.75 bc | 73.17 ijk | 76.50 f | 122.75 c | 52.08 c |
| کاکان - Kakan | 14.43 d | 1163.12 ef | 16.50 bcd | 70.50 k | 73.75g | 119.42 d | 55.33 b |
| یزد - Yazd | 13.05 f | 915.83 h | 11.25 hi | 81.28 de | 83.42 cd | 98.83 h | 48.17 efgh |
| شیراز - Shiraz | 12.99 f | 1233.50 cde | 16.50bcd | 74.75 hij | 76.17 fg | 112.67 f | 49.42cdef |
| سی‌سخت - Cisakht | 10.66 gh | 1264.92 cd | 14.33 e | 88.25 a | 92.08 a | 103.92 g | 50.92 cde |
| کرمانشاه - Kermanshah | 19.44 a | 806.83 i | 10.50 i | 76.92 gh | 80.92 e | 93.83 i | 48.75defg |
| عراقی - Araqi | 13.64 e | 1122.25 fg | 13.67 ef | 82.08 cde | 86.0 b | 91.33 j | 44.33 ij |

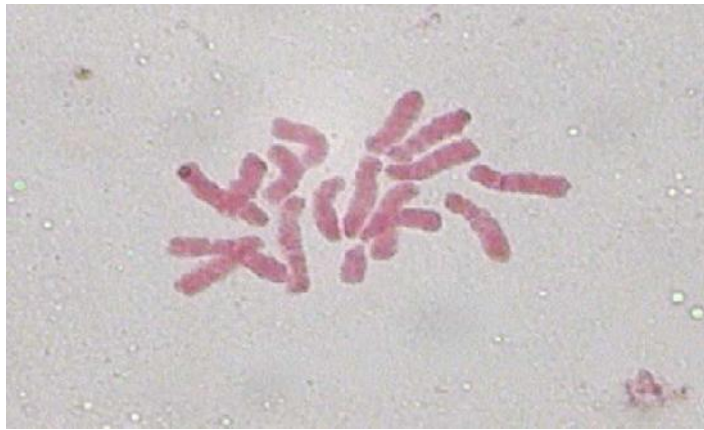
حروف غیر مشابه در هر ستون نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشد.

Dissimilar alphabet letters in each column shows the significant difference at %5

جدول ۳- میانگین صفات هر یک از ۳ گروه و میانگین کل صفات توده‌های بومی شنبليله

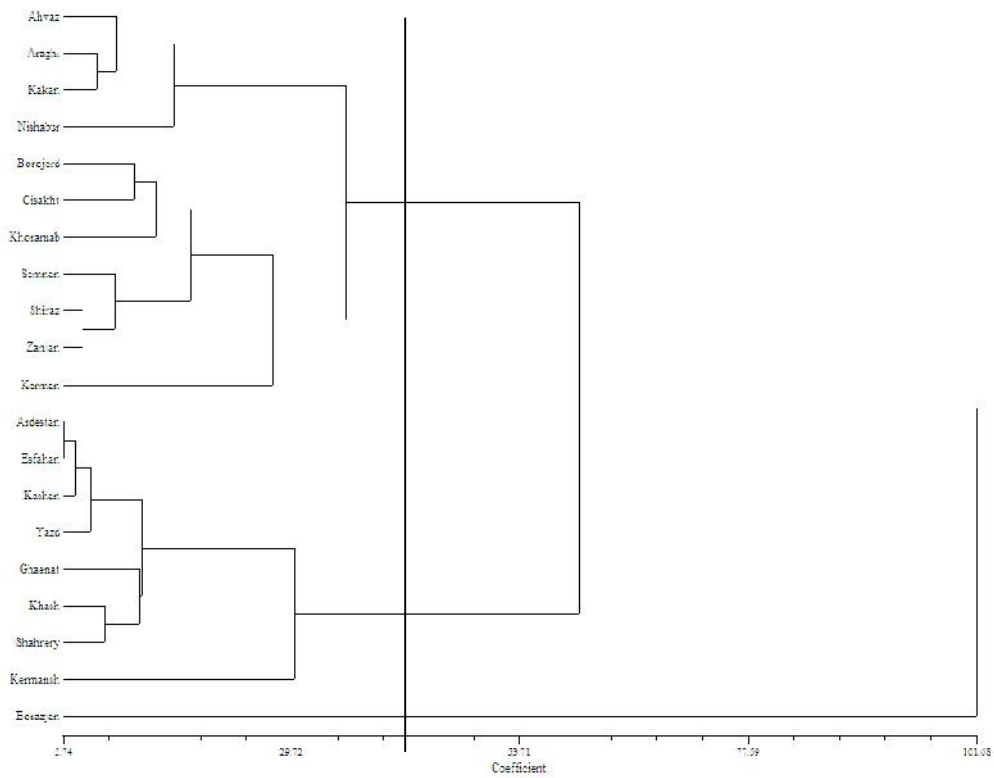
Table 3 – Mean characteristics of each of the 3 groups and the general mean characteristics of the native fenugreek masses

| صفات Characteristics | میانگین کل Total mean | درصد انحراف از میانگین کل % Deviation from total mean | گروه ۳ Group 3 | درصد انحراف از میانگین کل % Deviation from total mean | گروه ۲ Group 2 | درصد انحراف از میانگین کل % Deviation from total mean | گروه ۱ Group 1 |
|--|--------------------------|---|-------------------|---|-------------------|---|-------------------|
| طول برگ Leaf length | 23.59 | -11.02 | 20.99 | 0.18 | 23.63 | -0.42 | 23.49 |
| عرض برگ Leaf width | 14.0 | -4.78 | 13.33 | 5.43 | 14.76 | 0.50 | 14.07 |
| ضخامت برگ Leaf thickness | 0.268 | -4.10 | 0.257 | 13.57 | 0.304 | 10.45 | 0.296 |
| طول دم‌برگ Petiole length | 33.03 | -32.24 | 22.38 | 8.28 | 30.76 | 17.06 | 38.67 |
| طول میانگره Inter node length | 43.65 | -17.50 | 36.01 | -4.24 | 41.80 | 7.77 | 47.04 |
| تعداد گره تا اولین گل Number of nodes to first flower | 5.93 | -5.90 | 5.58 | 1.98 | 6.05 | 7.98 | 6.40 |
| تعداد برگ تا اولین گل Number of leaves to first flower | 12.65 | -20.32 | 10.08 | -0.29 | 12.61 | 29.60 | 16.39 |
| درصد ماده خشک % Dry matter | 10.87 | -18.12 | 8.90 | -7.64 | 10.04 | 3.44 | 11.24 |
| درصد خاکستر % Ash | 0.98 | -16.33 | 0.82 | -6.12 | 0.92 | 5.01 | 1.03 |
| درصد پروتئین برگ % Leaf protein | 11.39 | 3.16 | 11.75 | 6.03 | 12.08 | 3.55 | 11.79 |
| درصد پروتئین بذر % Seed protein | 14.26 | 7.29 | 15.30 | 2.31 | 14.59 | 6.87 | 15.24 |
| تاریخ گلدهی Flowering date | 50.83 | -22.62 | 39.33 | 5.51 | 53.63 | 5.41 | 53.57 |
| زمان کاشت تا برداشت Sowing to harvest time | 97.83 | -16.87 | 81.33 | 3.77 | 101.52 | 10.22 | 107.83 |
| تعداد کل گل Total number flower | 83.21 | 10.17 | 91.67 | -2.42 | 81.20 | -2.15 | 81.42 |
| تعداد نیام در بوته Number of pod per plant | 79.9 | 9.92 | 87.83 | -1.96 | 78.33 | -1.88 | 78.40 |
| تعداد دانه در نیام Number seed per pod | 14.64 | 22.41 | 17.92 | -19.06 | 11.85 | 5.87 | 15.50 |
| تعداد کل دانه در گیاه Total number of seed per plant | 1209.32 | 30.09 | 1573.17 | -23.70 | 922.70 | 0.11 | 1210.70 |
| وزن هزار دانه 1000 Seed weight | 13.25 | 16.30 | 15.41 | -9.89 | 11.94 | -13.21 | 11.50 |



شکل ۱- کروموزوم‌های توده بومی شنبليله بروجرد

Figure 1- Chromosomes of the native Boroujerd fenugreek mass



شکل ۲- تجزیه خوشه‌ای توده‌های شنبليله به روش وارد

Figure 2 – Cluster decomposition of fenugreek masses using Ward method



شکل ۳- شکل پهنک برگ و دم‌برگ توده‌های بومی شنبلیله

Figure 3 – Leaf blades and petiole of the native fenugreek masses

References

منابع مورد استفاده

- Ahmad, F., S.N. Acharya, and Z. Mir. 1999. Localization and activity of rRNA genes on fenugreek (*Trigonella foenum-graceum* L.) chromosomes by fluorescent in situ hybridization and silver staining. *Theor. App. Genet.* 98: 179-185.
- Ebubekir, A., O. Engin, and T. Faruk. 2005. Some physical properties of fenugreek (*Trigonella foenum-graceum* L.) seeds. *J. Food Engin.* 71: 37-43.
- Farshadfar, A. 2001. Multivariable statistical methods and principles. Tagh Bostan Publication. P 708. (In Persian)
- Lowery, H. and J. Nira. 1971. Protein measurement with the floin phenol reagent. *J. Biologi Chemi.* 23: 265-275.
- Mc Cormick, K., M. Norton, and R.M. Eagles. 1998. Evaluation of a germplasm collection of Fenugreek (*Trigonella foenum-graceum*). *J. Austrian Agri.* 34: 123-126.

- Mohammadi, J., A. Amarlo, and K. Sadri. 2007. Investigation of cytogenetic characteristics in two variety of fenugreek in Zanjan. Proceedings of The 5th Iranian Horticultural Sciences Congress. University of Shiraz. Pp: 35. (In Persian)
- Mohammadi, J., A. Kashi, and M. Azimi. 2000. Investigation of morphological characteristics in fenugreek. Proceedings of The 2nd Iranian Horticultural Sciences Congress. University of Tehran. Pp: 176. (In Persian)
- Najafpor navaee, M. 1994. Issues on fenugreek. Research Institute of Forests and Rangelands Publication. No: 127. Pp: 18. (In Persian)
- Nazar, A.N and A.H. Tinay. 2007. Functional properties of fenugreek (*Trigonella foenum-graceum*) protein concentration. *J. Food Chemi.* 103: 582-589.
- Omid baigi, R. 2004. Production and processing of medicinal plants. Astane Ghodse Razavi Publication. No: 149 – Vol: 3 – P: 397. (In Persian)
- Pedro, M.R and D.S. Alfonso. 2000. Cytogenetic studies in *Phaesolus* L. (Fabaceae). *J. Genetics and Molecular Bio.* 23(4): 985- 987.
- Sandor, P. and A. Kismanyoky. 2004. Comparative test of fenugreek (*Trigonella foenum-graceum* L.). *J. Central European Agri.* 4: 259-262.
- Vejdani, P. 1996. Importance of protection methods in origin area and their role in preservation and use of genetic treasures. Proceedings of The 4nd Agronomy and Plant Breeding Sciences Congress. Esfahan University of Technology. Pp: 25. (In Persian)

Genetic Diversity in Some Characteristics of Iranian Fenugreek (*Trigonella foenum graceum* L.)

Moradi, P.¹, M.R. Hassan Dokht², and A.K. Kashi³

Abstract

Fenugreek is an annual plant belonging to Leguminosae family with a long history of farming in Iran. There exists various accessions of this plant in Iran; however, no comprehensive study to fully understand it has ever been carried out. Twenty populations of fenugreek native to Iran were collected from different parts of the country to assess the genetic variability of the plant and study some of their features. The results suggest that there are significant differences in most of traits under study. The wet weight ranged between 23.93 and 44.41 grams of the wet weight per plant. Moreover, the accessions, were classified with regard to the flowering features into 3 categories of early blooming, inter blooming, and late blooming. The results also showed that the accessions started to produce flower within 39 to 76 days of plantation. The index of one thousand seed weight also showed meaningful differences ranging from a low of 5.56 grams in Semnan mass to a high of 19.44 grams in Kermanshah accession. The analysis of ploidy level of the accessions native to Iran revealed that all the masses under study were diploid ($2n=2x=16$). Finally the results show that the native masses of Iranian Fenugreek enjoy high diversity regarding the features under study and make suitable genetic resource for breeding programs.

Key words: Fenugreek, Iranian genotype, Ploidy level.

1- Assistant Prof., Department of Horticultural Sciences, Saveh Branch, Islamic Azad University, Saveh, Iran.

2- Assistant Prof., Department of Horticultural and Plant Protection Sciences, Pardis Agricultural and Natural Resources, University of Tehran, Tehran, Iran.

3- Assistant Prof., Department of Horticultural Sciences, Karaj Branch, Islamic Azad University, Karaj, Iran.

* *Corresponding Author:* Pjmoradi@iau-saveh.ac.ir