Archive of SID

بررسی تنوع ژنتیکی توده‌های بومی شنبلیله ایرانی بر اساس صفات سیتوژنتیکی

پژمان مرادی [۱] *، عبدالکریم کاشی [۲]، محمدرضا حسندخت [۳]، محمود خسروشاهلی [۴]، احمد خلیقی [۲]

چکیده

شنبلیله (*Trigonella foenum-graceum* L.) گیاهی یک ساله و متعلق به تیره‌ی بقولات است که سابقه کاشت طولانی در ایران دارد. منشأ پیدایش شنبلیله را نواحی مدیترانه گزارش کرده‌اند. ارزش‌های غذایی و دارویی این گیاه به اثبات رسیده است. توده‌های گوناگونی از این گیاه در کشور یافت می‌شود، ولی تا کنون تحقیق کاملی برای شناسایی و ارزیابی این توده‌ها صورت نگرفته است. به منظور ارزیابی تنوع ژنتیکی توده‌های بومی شنبلیله ایرانی، ۲۰ توده از نقاط مختلف کشور جمع‌آوری و از راه صفات سیتوژنتیکی مورد بررسی قرار گرفتند. بررسی صفات سیتوژنتیکی توده‌های بومی نشان داد که تمامی توده‌های مورد بررسی از لحاظ سطح پلوئیدی همگی دیپلوئید ۲n = ۲x = ۱۶ بودند. همچنین طول هر ۸ کروموزوم، مجموع طول کلی کروموزوم و طول نسبی هر کروموزوم به طول کل اندازه‌گیری شد. طول بزرگ‌ترین کروموزوم ۷ میکرون در توده اردستان و کوتاه‌ترین آنها ۲/۵۴ میکرون در توده برازجان بود. بلندترین طول کلی کروموزوم در توده‌ی زنجان به طول ۴۸/۳ میکرون و کوتاه‌ترین طول کلی کروموزوم در توده‌ی برازجان به طول ۲۶/۴۶ میکرون مشاهده شد. تجزیه خوشه‌ای بر اساس صفات سیتوژنتیکی توده‌ها صورت گرفت و توده‌ها به ۷ گروه تقسیم شدند. نتایج این تحقیق نشان داد توده‌های بومی شنبلیله ایرانی از نظر صفات مورد مطالعه از تنوع بالایی برخوردارند. در این دسته‌بندی توده‌های برازجان و زنجان در گروهی جداگانه قرار گرفتند و با سایر توده‌ها تفاوت معنی‌داری داشتند که منبع ژنتیکی مناسبی برای برنامه‌های به نژادی می‌باشند.

کلمه‌های کلیدی: شنبلیله، توده‌های ایرانی، کروموزوم، صفات سیتوژنتیک، سطح پلوئیدی

۱- استادیار دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد ساوه. مسئول مکاتبه. Pjmoradi@Yahoo.Com
۲- استاد گروه باغبانی دانشکده باغبانی و گیاه پزشکی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران
۳- استادیار گروه باغبانی دانشکده باغبانی و گیاه پزشکی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران
۴- استاد گروه اصلاح نباتات دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران
تاریخ دریافت : زمستان ۱۳۸۷ تاریخ پذیرش : تابستان ۱۳۸۸

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

شنبلیله (*Trigonella foenum-graceum* L.) گیاهی علفی و یک ساله متعلق به تیره بقولات می‌باشد. شنبلیله گیاهی است که برگ و بذر آن ارزش دارویی دارد و در ایران برگ‌های آن به صورت تازه و یا خشک مورد مصرف قرار می‌گیرد (امید بیگی، ۱۳۸۳؛ نجف‌پور نوایی، ۱۳۷۳). این گیاه دارای ارزش غذایی بالایی می‌باشد، مواد با ارزش در برگ شنبلیله عبارتند از: کلسیم، فسفر، آهن، کاروتن، ویتامین C و پروتیین (Ebubekir, 2005 ؛ Nazar, 2007). بذرهای شنبلیله دارای موادی مانند آلکالوئید، تریگونلین، کولین و ساپونین‌های استروئیدی است که مهم‌ترین اثرات دارویی آنها کاهش قند خون می‌باشد (امید بیگی، ۱۳۸۳؛ نجف‌پور نوایی، ۱۳۷۳ ؛ Sandor, 2004). شنبلیله در تثبیت ازت نقش عمده‌ای دارد، بنابراین مناسب برای کشت متناوب است. منشأ این گیاه نواحی مدیترانه بوده که در آسیای غربی، اوکراین و همچنین از هندوستان تا چین گسترش دارد (امید بیگی، ۱۳۸۳). شنبلیله دارای قدمت بسیار طولانی کشت در ایران می‌باشد (نجف‌پور نوایی، ۱۳۷۳). به دلیل قدمت زیاد کشت و کار در ایران توده‌های متنوع و ارزشمندی از این گیاه در کشور وجود دارد. توده‌های بومی به دلیل سازشی که در طی زمان کسب نموده‌اند، دارای ژن‌های مطلوبی نظیر ژن مقاومت به خشکی، شوری و مقاومت به آفات و بیماری‌ها شده‌اند (محمدی، ۱۳۸۶). بنابراین جمع‌آوری، حفظ، نگهداری و ارزیابی این منابع ژنتیکی غنی برای برنامه‌های اصلاحی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است (وجدانی، ۱۳۷۵). برای شناسایی و ارزیابی صفات مهم توده‌های بومی شنبلیله ایرانی، بذرهای ۲۰ توده از مناطق مختلف کشور جمع‌آوری و صفات سیتوژنتیکی آنها مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

برای انجام این تحقیق بذر ۲۰ توده‌ی مختلف شنبلیله از نقاط مختلف کشور که به طور سنتی از گذشته در آن مناطق کشت می‌شد؛ جمع‌آوری شد. این مناطق عبارتند از: قائنات، نیشابور، سمنان، شهرری، زنجان، خرم‌آباد، بروجرد، کرمانشاه، سی‌سخت، کاکان، کاشان، اردستان، یزد، کرمان، اصفهان، شوشتر، برازجان، شیراز، خاش و توده‌ای از استان خراسان که با نام عراقی شهرت داشت. برای مطالعه‌های سیتوژنتیکی از مریستم نوک ریشه استفاده شد (ریاست، ۱۳۸۰؛ Pedro, 2000). در این تحقیق نیاز به استفاده از مواد شیمیایی نشد، تنها با آبشویی و قرار دادن بذر توده‌های خاش، برازجان، زنجان و کرمانشاه در جریان آب به مدت ۲ ساعت، جوانه زدن مشاهده شد. سایر توده‌ها نیز بدون هیچ تیماری جوانه زدند. برای جلوگیری از آلودگی، بذرها به کمک محلول هیپوکلرید

www.SID.ir

Archive of SID

سدیم ۲٪ ضد عفونی شده و پس از آبکشی با آب مقطر به ظروف پتری و روی کاغذ صافی منتقل شدند و پس از افزودن آب مقطر، در ژرمیناتور و در دمای ۲۲ درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند. برای پیش تیمار ریشه‌ها برای مشاهده‌ی کروموزوم‌ها در این تحقیق آلفا برومونفتالین، ۸-هیدروکسی کینولئین و محلول کلشی‌سین استفاد شد. ریشه‌های حاصل از بذرهای جوانه‌زده بین ۳ تا ۵ ساعت در محلول بالا و در یخچال تیمار شدند (Darlington, 1999). پس از خارج کردن نمونه‌ها از محلول پیش تیمار، ابتدا آن‌ها را با آب مقطر شستشو داده و پس از آبگیری با کاغذ خشک‌کن به محلول کارنوی[1] (۱ قسمت اسید استیک خالص و ۳ قسمت اتانول خالص) منتقل و به مدت ۲۴-۲۰ ساعت در دو شرایط مختلف در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد در یخچال و در دمای اتاق نگهداری شدند. پس از خارج کردن ریشه‌چه از مواد تثبیت کننده، با آب مقطر شستشو و با کاغذ صافی آبگیری شدند سپس در الکل اتیلیک ۷۰ درجه در دمای ۴ تا ۵ درجه سانتی‌گراد در یخچال قرار داده شدند تا مراحل بعدی به تدریج انجام شود. ریشه‌ها پس از تثبیت برای انجام هیدرولیز به درون شیشه ساعت محتوی اسید کلریدریک ۱ نرمال منتقل و در آون در دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند. مدت زمان هیدرولیز برای گونه‌های مورد مطالعه از ۶ تا ۱۰ دقیقه بود (Sharma, 1999). در این بررسی برای رنگ‌آمیزی از استواورسئین[2] استفاده شده است. در این مرحله ابتدا ریشه‌های هیدرولیز شده را چندین بار با آب مقطر شسته و پس از آبگیری با کاغذ صافی آن‌ها را درون شیشه ساعت دارای رنگ استواورسئین قرار داده به طوری‌که کاملاً در رنگ غوطه‌ور شدند. سپس شیشه ساعت را به مدت ۱۵-۱۰ دقیقه به ملایمت حرارت داده و یا به مدت ۲۴ ساعت در یخچال نگهداری تا رنگ‌آمیزی صورت گیرد (Schulz, 1992). پس از رنگ‌آمیزی، ۳-۲ میلی‌متر از نوک ریشه (مریستم) قطع شده و بر روی لامی که یک قطره اسید استیک ۴۵ درصد بر روی آن ریخته شده منتقل شد. پس از قرار گرفتن لامل روی آن، توسط ته خودکار یا جسمی سبک و مشابه آن چند ضربه آهسته روی آن وارد شده (به طوری‌که لامل حرکت نکند) تا بدینوسیله سلول‌های مریستمی که در مایع زیر لامل غوطه‌ور شده‌اند، پخش شدند. سپس رنگ اضافی با کاغذ خشک‌کن گرفته شد و با انگشت روی لامل فشار آورده تا ضمن خروج رنگ‌های اضافی سلول‌های مریستمی نیز در یک سطح قرار گیرند. لامل تهیه شده ابتدا با میکروسکپ معمولی و با بزرگ‌نمایی ۱۰ تا ۴۰ مورد بررسی قرار گرفته و در صورت وجود یاخته‌های متافازی (متافاز میتوز) مناسب با

1- Carnoy
2- Acetoorcein

www.SID.ir

Archive of SID

بزرگ‌نمایی ۱۰۰، با فتومیکروسکپ از آنها عکس گرفته شد. از عکس‌های تهیه شده برای بررسی صفات سیتوژنتیکی استفاده شد.

با استفاده از صفات طول هر کروموزوم، مجموع طول کلی کروموزوم‌ها و نسبت هر کروموزوم به طول کل، کاریوتیپ توده‌ها با هم مقایسه شدند. طرح آزمایشی بلوک‌های کاملاً تصادفی بوده و آماده‌سازی اطلاعات با نرم‌افزار Excel انجام و اطلاعات با نرم‌افزار آماری SAS مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. تجزیه خوشه‌ای به روش وارد[1] انجام گرفت (فرشادفر، ۱۳۸۰).

نتایج

پس از آزمایش‌های متوالی بهترین طول ریشه‌چه از ۱ تا ۱/۵ سانتی‌متر و بهترین زمان قطع ریشه‌چه و شروع پیش تیمار بین ساعت ۸ تا ۹ صبح تشخیص داده شد. بهترین محلول برای پیش تیمار و متراکم شدن کروموزوم‌ها در این تحقیق ۸-هیدروکسی کینولئین بود. در این آزمایش نگهداری در محلول کارنوی در یخچال مؤثرتر از نگهداری آن در دمای اتاق بود. نتایج نشان داد برای رنگ‌آمیزی، نمونه‌هایی که در محلول رنگ و سپس در یخچال بودند بهتر رنگ‌آمیزی شدند.

بعد از مشاهده میکروسکوپی تمام توده‌ها، مشخص شد تعداد کروموزوم پایه در آنها ۸ عدد بوده و ۲۰ توده‌ی شنبلیله ایرانی جمع‌آوری شده در این تحقیق دیپلوئید بوده و عدد کروموزومی آنها ۱۶ = ۲x = ۲n بود (شکل ۱).

نتایج تجزیه واریانس در جدول ۱ نشان داده شده است، که رقم‌های مورد بررسی از نظر همه‌ی صفات مورد ارزیابی با یکدیگر در سطح ۱٪ تفاوت معنی‌داری داشتند و به همین علت میانگین‌های همه صفات در مراحل بعدی مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفتند.

همان‌طور که در جدول ۲ دیده می‌شود، طول هر ۸ کروموزوم با هم و در توده‌های مختلف با یکدیگر متفاوت بود. کروموزوم شماره ۱ از همه بزرگ‌تر و کروموزوم شماره ۸ از همه کوچک‌تر بود. در میان توده‌های مورد ارزیابی بلندترین کروموزوم شماره ۱ در توده اردستان به طول ۷ میکرون و کوتاه‌ترین آنها در توده‌ی نیشابور به طول ۴/۰۵ مشاهده شد. در بررسی سایر کروموزوم‌ها (شماره ۲ تا ۸) مشخص شد که بلندترین کروموزوم‌ها مربوط به توده‌ی زنجان و کوتاه‌ترین آنها مربوط به توده برازجان بودند.

1- Ward

www.SID.ir

Archive of SID

نسبت طول هر کدام از کروموزوم‌ها به مجموع طول کل کروموزوم‌ها نیز ارزیابی شد. بالاترین این نسبت در کروموزوم شماره ۱ در توده‌ی اردستان (۱۰/۸۸) و کم‌ترین آن در توده‌ی کرمان (۸/۱۱) مشاهده شد. در این مورد کروموزوم شماره ۲ توده‌ی اهواز بالاترین نسبت را داشت و کم‌ترین آنها مربوط به توده‌ی خاش بود. نسبت کروموزوم ۳ به مجموع طول کلی کروموزوم‌ها در توده‌ی اهواز بیش‌ترین و در توده‌ی سمنان کم‌ترین بود.

توده‌ی اهواز در کروموزوم شماره ۴ بالاترین و توده‌ی اصفهان کم‌ترین نسبت را به طول کل به خود اختصاص داده بود. در کروموزوم شماره ۵ به ترتیب توده زنجان بیش‌ترین و توده اردستان کم‌ترین نسبت را به طول کل به خود اختصاص داده بودند. در کروموزوم شماره ۶ بالاترین این نسبت در توده‌ی شیراز و کم‌ترین آن در توده‌ی کاکان مشاهده شد. در کروموزوم شماره ۷، توده‌ی سمنان بالاترین نسبت مذکور را داشت و کم‌ترین آن مربوط به توده‌ی اهواز بود. نسبت کروموزوم ۸ به مجموع طول کلی کروموزوم در توده‌ی کاشان بیش‌ترین و در توده‌ی شیراز کم‌ترین بود. مجموع طول کلی کروموزوم‌ها در ۲۰ توده‌ی جمع‌آوری شده مورد ارزیابی قرار گرفت. در این صفت توده‌ی زنجان بلندترین کروموزوم را با طول ۴۸/۳۰ میکرون به خود اختصاص داد و توده‌ی برازجان کوتاه‌ترین کروموزوم را با طول ۲۶/۴۶ میکرون داشت.

تجزیه خوشه‌ای

تجزیه خوشه‌ای بر اساس صفات سیتوژنتیکی اندازه‌گیری شده در ۲۰ توده شنبلیله ایرانی نشان داد که با وجود اختلافات بین صفات مورد بررسی پس از دسته‌بندی، نمونه‌های با خصوصیات مشابه که از مناطق مختلف کشور جمع‌آوری شده بودند در یک گروه قرار گرفتند (شکل ۲). ضریب کوفنتیکی برای آن ۷۱٪ بدست آمد، بدین معنی که حدود ۷۱٪ اطلاعات بدست آمده، در تجزیه خوشه‌ای بکار رفته است. بر اساس میانگین ضرایب فاصله (جدول ۳) بدست آمده با قرار گرفتن خط برش در فاصله حدود ۳/۷، توده‌ها در ۷ گروه قرار می‌گیرند (شکل ۲).

گروه اول شامل توده‌های اهواز، عراقی، شیراز و اردستان بود. در این گروه توده‌ی اردستان با سایرین متفاوت بوده و بلندترین کروموزوم در این توده مشاهده شد. کروموزوم‌های این توده‌ها اندازه‌ی متوسطی در بین سایر توده‌ها داشتند. مجموع طول کلی کروموزوم‌ها در این توده‌ها حدود ۳۷ میکرون بود که توده‌ی اهواز در میان آنها کوتاه‌ترین طول کلی کروموزوم را داشت.

www.SID.ir

Archive of SID

گروه دوم شامل توده‌های قائنات، کرمان و کرمانشاه بود. در این گروه توده‌های قائنات و کرمان بسیار شبیه به هم می‌باشند که از نظر موقعیت جغرافیای این دو به هم نزدیک می‌باشند. طول کروموزوم‌های این گروه متوسط بوده و مجموع طول کلی کروموزوم‌ها حدود ۳۵/۵ میکرون بود.

گروه سوم شامل توده‌های بروجرد، سمنان، شهرری، کاکان و خرم‌آباد بود. این توده‌ها دارای کروموزوم‌های نسبتاً بلندی بودند و در کروموزوم شماره ۷ و ۸ که کروموزوم‌های کوچک محسوب می‌شوند، بسیار به هم شبیه بوده و این کروموزوم‌ها نسبتاً بلندتر از سایرین بودند. در این گروه مجموع طول کل کروموزوم‌ها متوسط بوده و حدود ۳۸ تا ۴۰ میکرون محاسبه شد. توده‌ی بروجرد کوتاه‌ترین و توده‌ی کاکان بلندترین طول کلی کروموزوم‌ها را به خود اختصاص داده بودند.

گروه چهارم شامل توده‌های سی‌سخت و خاش بود. این گروه از نظر طول کروموزوم‌ها در رتبه‌ی دوم قرار گرفته و کروموزوم‌های آنها بلند بود. مجموع طول کلی کروموزوم‌ها در این گروه حدود ۴۳/۴ میکرون بود.

در گروه پنجم تنها توده‌ی زنجان قرار گرفت. این توده بلندترین کروموزوم‌ها را به جز کروموزوم شماره ۱ داشت. مجموع طول کل کروموزوم‌ها در این گروه از تمامی توده‌ها بیش‌تر و ۴۸/۳ میکرون بود.

گروه ششم همانند گروه قبل تنها یک توده یعنی توده برازجان را شامل بود. این توده دارای کوتاه‌ترین کروموزوم‌ها بود، به طوری که هر ۸ کروموزوم آن در بین تمام گروه‌ها کوچک‌ترین بود. مجموع طول کل کروموزوم‌ها در این گروه از تمام توده‌های مورد بررسی کم‌تر و ۲۶/۶ میکرون بوده است.

گروه هفتم شامل توده‌های اصفهان، یزد، کاشان و نیشابور بود. شبیه‌ترین توده‌ها از نظر صفات سیتوزنتیکی در بین توده‌های مورد بررسی در این تحقیق توده‌ی اصفهان و یزد بودند که در این گروه قرار داشتند. کروموزوم‌های توده‌های این گروه طول بسیار کمی داشتند. مجموع طول کلی کروموزوم‌ها در این گروه نیز کم و بین ۳۰/۹۷ میکرون در توده‌ی یزد و ۳۲/۸۸ میکرون در توده‌ی کاشان بود.

بحث

محدوده‌ی تشابه این ۲۰ توده نسبتاً کم و در محدوده‌ی ۰ تا ۲۰/۴ بود. نکته‌ی دارای اهمیت میزان انطباق این گروه‌بندی با موقعیت جغرافیایی بود که این نکته قابل توجه بود. برخی توده‌های قرار گرفته در یک گروه در یک محدوده‌ی جغرافیایی قرار داشتند. در این خصوص می‌توان به توده‌های اهواز و شیراز - قائنات و کرمان – اصفهان، یزد و کاشان که هر کدام با هم در یک گروه قرار داشتند، اشاره کرد. در این گروه‌بندی توده‌های برازجان و زنجان

www.SID.ir

Archive of SID

هر کدام یک گروه مجزا را به خود اختصاص دادند. وجه تمایز این دو توده با هم و با سایر توده‌ها در طول هر کروموزوم و مجموع طول کل کروموزوم‌ها بود، به طوری‌که زنجان دارای بلندترین کروموزوم‌ها و توده‌ی برازجان کوتاه‌ترین آنها بود. سایر توده‌ها در بین این دو دسته جای داشتند. بر اساس این بررسی توده‌های قائنات و کرمان که در یک گروه بوده و هر دو از نظر جغرافیایی نزدیک به هم قرار داشتند از نظر سیتوژنتیکی نیز به هم شبیه بودند. همچنین توده‌های اصفهان و یزد که در یک گروه بودند و از نظر جغرافیایی نیز به هم نزدیک بودند شباهت‌های زیادی با هم داشتند.

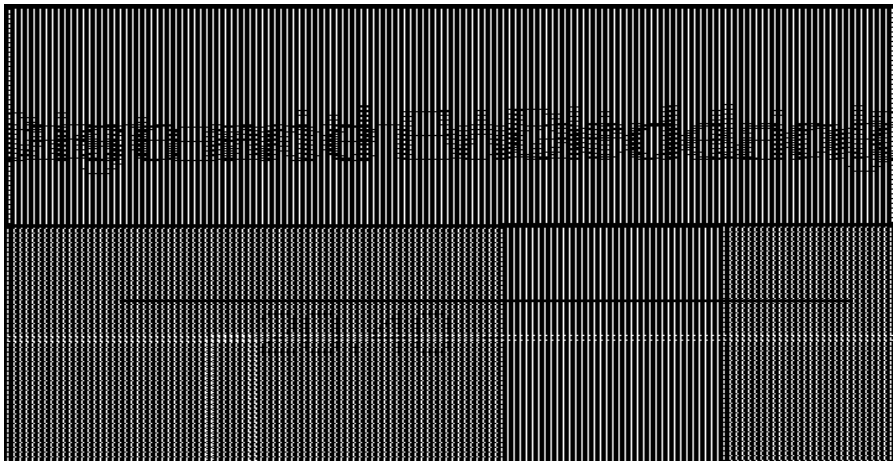
با توجه به نتایج تجزیه خوشه‌ای می‌توان فرم‌های متفاوت را برای ایجاد هیبریدهایی با ویژگی‌های متنوع تولید کرد. بدین منظور باید توده‌هایی که دارای فاصله‌ی بیش‌تری در تجزیه‌ی خوشه‌ای هستند، انتخاب کرد. برای مثال تلاقی توده‌ی بومی اهواز در گروه اول با توده‌ی بومی برازجان در گروه ششم می‌توانند به هیبریدهای مطلوبی منجر شود. همچنین هیبریداسیون بین توده‌ی برازجان و زنجان که کوتاه‌ترین و بلندترین کروموزوم‌ها را داشتند نیز مفید به نظر می‌رسد.

نتایج بدست آمده با نتایج محمدی و همکاران (۱۳۸۶) که دو توده‌ی ایرانی را بر اساس صفات سیتوژنتیکی مورد ارزیابی قرار دادند از نظر تعداد کروموزوم‌ها مطابقت داشت. همچنین از نظر طول کل کروموزوم بین توده‌های ارزیابی شده در هر دو تحقیق مشابهت وجود داشت. نتایج بدست آمده همچنین با نتایج ریاست (۱۳۸۰) که جنس‌های شنبلیله استان فارس را مورد بررسی قرار دادند از نظر تعداد کروموزوم‌ها مشابهت داشت. نتایج این تحقیق با نتایج Pedro *et al* (2000) که مطالعه‌های سیتوژنتیکی بر روی لوبیا سبز انجام دادند از نظر تعداد کروموزوم‌ها مطابقت نداشت، آنها تعداد کروموزوم‌ها را ۲n=۲۲ و ۲n=۲۰ گزارش کردند.

L T % 4 S $; + = :'$ +' D

www.SID.ir

Archive of SID



/ KX K % W / @@ / + % 4 V = HJ4

/ @@ / + %4 / + , -. ' HJ4 '"&

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات			
		طول کروموزوم ۱ (میکرون)	طول کروموزوم ۲ (میکرون)	طول کروموزوم ۳ (میکرون)	طول کروموزوم ۴ (میکرون)
ژنوتیپ	۱۹	۱/۸۰۳**	۱/۴۲۸ **	۱/۳۹۶ **	۱/۵۹۵ **
خطا	۴۰	۰/۰۰۴۶	۰/۰۰۴۹	۰/۰۰۹۳	۰/۰۱۴۲
کل	۵۹				

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات			
		طول کروموزوم ۵ (میکرون)	طول کروموزوم ۶ (میکرون)	طول کروموزوم ۷ (میکرون)	طول کروموزوم ۸ (میکرون)
ژنوتیپ	۱۹	۱/۵۷۵**	۱/۱۳۵ **	۰/۹۳۸ **	۰/۸۰۷ **
خطا	۴۰	۰/۰۱۷	۰/۰۱۸۱	۰/۰۰۹۷	۰/۰۱۳۳
کل	۵۹				

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات			
		نسبت طول کروموزوم ۱ به طول کل	نسبت طول کروموزوم ۲ به طول کل	نسبت طول کروموزوم ۳ به طول کل	نسبت طول کروموزوم ۴ به طول کل
ژنوتیپ	۱۹	۱/۱۱۳ **	۰/۱۷۸ **	۰/۱۹۸ **	۰/۳۹۸ **
خطا	۴۰	۰/۰۲۶۶	۰/۰۱۷۵	۰/۰۱۶۱	۰/۰۲۰۳
کل	۵۹				

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات				
		نسبت طول کروموزوم ۵ به طول کل	نسبت طول کروموزوم ۶ به طول کل	نسبت طول کروموزوم ۷ به طول کل	نسبت طول کروموزوم ۸ به طول کل	مجموع طول کلی کروموزوم‌ها (میکرون)
ژنوتیپ	۱۹	۰/۲۶۳**	۰/۱۳۲**	۰/۲۹۵ **	۰/۴۰۹**	۷۴/۷۷۵ **
خطا	۴۰	۰/۰۲۷۴	۰/۰۲۸۳	۰/۰۲	۰/۰۲۷۸	۰/۲۱۳
کل	۵۹					

**: معنی‌دار در سطح ۱٪

www.SID.ir

Archive of SID

/ @@@ % 4 V %& K%$ & [KX K , -. KZ K+ Y B+ '"&
(%3" T \ ]* L +$)

توده	طول کروموزوم ۱ (میکرون)	طول کروموزوم ۲ (میکرون)	طول کروموزوم ۳ (میکرون)	طول کروموزوم ۴ (میکرون)	طول کروموزوم ۵ (میکرون)	طول کروموزوم ۶ (میکرون)
اهواز	۵/۵۶g	۵/۴۷f	۵/۴۲de	۵/۲۳cd	۴/۲۶g	۴/۱۸de
شهرری	۶/۰۸e	۵/۵۵f	۵/۲۷ef	۴/۷۴fgh	۴/۵۷def	۴/۴cd
کرمان	۴/۹۸hi	۴/۸۳h	۴/۷۲i	۴/۶۳gh	۴/۴۲efg	۴/۱۸de
خرم‌آباد	۶/۱۹e	۵/۹۶c	۵/۵۴cd	۴/۷۶fgh	۴/۶۵cde	۴/۵۶c
سمنان	۵/۷۸f	۵/۵۲f	۴/۹۳gh	۴/۸۱gh	۴/۶۹cd	۴/۵۷c
برازجان	۴/۰۵j	۳/۶۸k	۳/۵۸l	۳/۴۴j	۳/۲۲j	۳/۰۵h
اردستان	۷/۰۰a	۵/۴۸f	۴/۷۸hi	۴/۵۶h	۴/۲۲g	۴/۱۲e
بروجرد	۶/۳۲d	۵/۶۷e	۴/۹۹g	۴/۸gh	۴/۶def	۴/۲۹de
اصفهان	۵/۰۷h	۴/۵۴j	۴/۱۷k	۳/۶۲j	۳/۵۵i	۳/۴۶g
کاشان	۵/۰۳hi	۴/۶۴ij	۴/۳۵j	۴/۱۵i	۳/۸۴h	۳/۷۵f
خاش	۶/۷۴b	۵/۹۴cd	۵/۷۴b	۵/۶۵b	۵/۳۹b	۵/۱۸b
نیشابور	۴/۹۴i	۴/۷۵ih	۴/۳۲jk	۴/۰۸i	۳/۹۷h	۳/۸۱f
قائنات	۵/۱h	۴/۸۴h	۴/۷۴i	۴/۶۳gh	۴/۴۴efg	۴/۱۶de
زنجان	۶/۸۴b	۶/۶۵a	۶/۵۶a	۶/۴۸a	۶/۳۷a	۵/۵۵a
کاکان	۶/۱۴e	۵/۸۳d	۵/۶۳bc	۵/۳۶c	۵/۱۷b	۴/۵۴c
یزد	۵/۰۷h	۴/۵۷j	۴/۱۷k	۳/۶۲j	۳/۵۴i	۳/۴۶g
شیراز	۵/۵g	۵/۳۵g	۵/۱۸f	۴/۹۴ef	۴/۸۵c	۴/۶۱c
سی‌سخت	۶/۵۵c	۶/۱۴b	۵/۵۲cd	۵/۳۴c	۵/۳b	۵/۲۸b
کرمانشاه	۵/۵۱g	۵/۲۴g	۴/۷i	۴/۵۶h	۴/۳۹fg	۴/۲۴de
عراقی	۶/۱۲e	۵/۵۴f	۵/۲۳f	۵/۱۱de	۴/۷۸cd	۴/۳de

حروف غیر مشابه نشان دهنده‌ی تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ می‌باشد.

www.SID.ir

Archive of SID

"'& +

توده	طول کروموزوم ۷ (میکرون)	طول کروموزوم ۸ (میکرون)	نسبت طول کروموزوم ۱ به طول کل کروموزوم‌ها	نسبت طول کروموزوم ۲ به طول کل کروموزوم‌ها	نسبت طول کروموزوم ۳ به طول کل کروموزوم‌ها	نسبت طول کروموزوم ۴ به طول کل کروموزوم‌ها
اهواز	۳/۴۲g	۳/۳۴fg	۸/۶۷cdef	۸/۵۴a	۸/۴۶a	۸/۱۵a
شهرری	۴/۳۵c	۴/۱۲bc	۸/۹۵c	۸/۱۷bcd	۷/۷۴bcd	۶/۹۷ef
کرمان	۳/۸۸e	۳/۶۷d	۸/۱۱g	۷/۸۷f	۷/۶۸bcdef	۷/۵۳b
خرم‌آباد	۴/۲۸c	۴/۲۰bc	۸/۸۷cde	۸/۵۴a	۷/۹۳b	۶/۸۲fg
سمنان	۴/۳۵c	۴/۰۵c	۸/۵۹def	۸/۲bc	۷/۳۳i	۷/۱۳de
برازجان	۲/۹h	۲/۵۴i	۸/۸۲cde	۷/۹۸def	۷/۷۸fghi	۷/۴۶bc
اردستان	۳/۶۱f	۳/۳۵fg	۱۰/۸۸a	۸/۴۹a	۷/۳۹ghi	۷/۰۵def
بروجرد	۴/۱۰d	۳/۶۸d	۹/۴۵b	۸/۴۸a	۷/۴۶fghi	۷/۱۷de
اصفهان	۳/۳۴g	۳/۲۸g	۷/۴۱b	۸/۴۱ab	۷/۷۲bcde	۶/۶۹g
کاشان	۳/۶۵f	۳/۵۱def	۸/۷۹ cde	۸/۱۱cde	۷/۵۹defg	۷/۲۴cd
خاش	۴/۷۳b	۴/۲۳bc	۸/۸۹cd	۷/۸۲f	۷/۵۷defgh	۷/۴۴bc
نیشابور	۳/۶۲f	۲/۹۶h	۸/۷۶cde	۸/۴۲ab	۷/۶۵cdef	۷/۲۳cde
قائنات	۳/۹۱e	۳/۶۷d	۸/۲۷g	۷/۸۴f	۷/۶۷cdef	۷/۴۹bc
زنجان	۵/۲۸a	۴/۵۹a	۸/۱۴g	۷/۹۱ef	۷/۸۱bcd	۷/۷۱b
کاکان	۴/۳c	۴/۲۶b	۸/۵۶ef	۸/۱۳cde	۷/۷۵bc	۷/۴۷bc
یزد	۳/۳۱g	۳/۲۵g	۹/۴۲b	۸/۴۹a	۷/۷۲bcde	۶/۷g
شیراز	۳/۹۰e	۳/۲۹g	۸/۴fg	۸/۱۷bcd	۷/۹۲b	۷/۵۵b
سی‌سخت	۴/۷۰b	۴/۳۲b	۸/۷۳cde	۸/۱۹bcd	۷/۳۵hi	۷/۱۱de
کرمانشاه	۳/۸۵e	۳/۵۹de	۸/۷۹cde	۸/۳۵abc	۷/۴۹efghi	۷/۲۶cd
عراقی	۳/۶۵f	۳/۴۱efg	۹/۲۳b	۸/۳۵abc	۷/۸۹bc	۷/۷۱b

حروف غیر مشابه نشان دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ می‌باشد.

www.SID.ir

Archive of SID

'"& +

توده	نسبت طول کروموزوم ۵ به طول کل	نسبت طول کروموزوم ۶ به طول کل	نسبت طول کروموزوم ۷ به طول کل	نسبت طول کروموزوم ۸ به طول کل	مجموع طول کلی کروموزوم‌ها (میکرون)
اهواز	۶/۶۲fg	۶/۵cdef	۵/۳۲g	۵/۱۹fgh	۳۶/۸۷h
شهرری	۷/۷۲efg	۶/۴۷def	۶/۳۹abc	۶/۰۴ab	۳۹/۰۶e
کرمان	۷/۱۸bcd	۶/۸abc	۶/۳۱abc	۵/۹۶abc	۳۵/۲۹i
خرم‌آباد	۶/۶۵fg	۶/۵۳bcdef	۶/۱۲cde	۶/۰abc	۴۰/۱۱d
سمنان	۶/۹۶cde	۶/۷۷abcd	۶/۴۶a	۶/۰۱abc	۳۸/۶۹ef
برازجان	۶/۹۹cde	۶/۶۲bcdef	۶/۳۰abc	۵/۵۱de	۲۶/۴۶l
اردستان	۶/۵۳g	۶/۳۸f	۵/۵۸f	۵/۱۸gh	۳۷/۱۰h
بروجرد	۶/۸۷def	۶/۴۱f	۶/۱۲cde	۵/۴۹de	۳۸/۴۴ef
اصفهان	۶/۵۷fg	۶/۴۱ef	۶/۱۷bcde	۶/۰۷ab	۳۱/۰۱k
کاشان	۶/۷efg	۶/۵۴bcdef	۶/۳۶abc	۶/۱۱a	۳۲/۸۸j
خاش	۷/۱۰cd	۶/۸۳ab	۶/۲۳abcd	۵/۵۷d	۴۳/۵۸b
نیشابور	۷/۰۳cd	۶/۷۴abcde	۶/۴۰ab	۵/۲۳efgh	۳۲/۴۶j
قائنات	۷/۱۹bcd	۶/۷۴abcde	۶/۳۳abc	۵/۹۳abc	۳۵/۴۷i
زنجان	۷/۵۷a	۶/۶bcdef	۶/۲۷abc	۵/۴۵defg	۴۸/۳۰a
کاکان	۷/۲۰bc	۶/۳۱f	۵/۹۹de	۵/۹۴abc	۴۱/۲۲c
یزد	۶/۵۶g	۶/۴۲ef	۶/۱۲cde	۶/۰۲abc	۳۰/۹۷k
شیراز	۷/۴۱ab	۷/۰۴a	۵/۹۴e	۵/۰۱h	۳۷/۶۱gh
سی‌سخت	۷/۰۵cd	۷/۰۳a	۶/۲۵abcd	۵/۷۵bcd	۴۳/۱۴b
کرمانشاه	۶/۹۸cde	۶/۷۵abcd	۶/۱۳cde	۵/۷۱cd	۳۶/۰۷i
عراقی	۷/۲۱cb	۶/۴۷def	۵/۴۹fg	۵/۱۲h	۳۸/۱۳gh

حروف غیر مشابه نشان دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ می‌باشد.

www.SID.ir

Archive of SID

/ (H@ % 4 ∨ ۱ @; ۱ _ "'&

ژنوتیپ	اهواز	عراقی	اردستان	برازجان	بروجرد	سی‌سخت	اصفهان	قائنات	کاکان	کاشان	کرمان	کرمانشاه	خاش	خرم‌آباد	نیشابور	سمنان	شهرری	شیراز	یزد	زنجان
اهواز	۰																			
عراقی	۱/۱۷۷	۰																		
اردستان	۲/۳۲۳	۱/۷۴۳	۰																	
برازجان	۵/۷۰۵	۶/۲۳۵	۵/۹۶۹	۰																
بروجرد	۱/۹۷۶	۱/۱۷۵	۱/۶۱۲	۶/۴۵۸	۰															
سی‌سخت	۴/۰۶۹	۳/۳۱۱	۴/۰۷۶	۹/۰۲۱	۲/۸۰۶	۰														
اصفهان	۳/۵۸۶	۳/۹۶۰	۳/۵۶۵	۲/۷۲۴	۳/۹۵۹	۶/۵۵۲	۰													
قائنات	۲/۰۰۹	۲/۱۱۰	۲/۷۵۵	۴/۹۱۸	۲/۰۷۲	۴/۱۹۶	۲/۶۸۱	۰												
کاکان	۲/۹۰۲	۲/۲۶۴	۳/۳۲۲	۷/۹۴۹	۱/۹۲۷	۱/۵۹۳	۵/۴۹۶	۳/۱۲۵	۰											
کاشان	۲/۷۷۷	۳/۱۱۶	۳/۰۶۹	۳/۵۸۵	۳/۰۶۵	۵/۵۳۳	۱/۲۰۹	۱/۵۳۱	۴/۴۶۳	۰										
کرمان	۲/۰۵۴	۲/۲۲۲	۲/۸۸۷	۴/۸۴۲	۲/۲۱۴	۴/۲۹۷	۲/۶۴۸	۰/۱۷۵	۸/۲۳۲	۱/۴۹۲	۰									
کرمانشاه	۱/۷۰۸	۱/۵۹۳	۲/۰۷۴	۵/۲۰۲	۱/۴۳۵	۳/۸۴۱	۲/۷۸۸	۰/۸۲۶	۲/۸۵۱	۱/۷۷۸	۰/۹۳	۰								
خاش	۴/۰۷۸	۳/۳۱۰	۴/۱۴۲	۹/۱۵۵	۲/۹۳۳	۰/۷۰۴	۶/۷۳۱	۴/۳۳۱	۱/۵۹۹	۵/۶۹۹	۴/۴۴۱	۴/۰۱۹	۰							
خرم‌آباد	۲/۷۰۹	۲/۱۵۰	۲/۸۰۴	۷/۴۹۹	۱/۴۶۰	۱/۹۲۱	۴/۹۱۹	۲/۸۳۳	۱/۱۲۶	۳/۹۷۸	۲/۹۴۲	۲/۴۰۴	۲/۱۷۳	۰						
نیشابور	۲/۸۲۵	۳/۱۶۴	۳/۱۵۳	۳/۲۵۵	۳/۲۹۵	۵/۸۳۴	۱/۳۶۶	۱/۹۵۷	۴/۸۴۲	۱/۰۸۴	۱/۹۲	۲/۰۶۲	۵/۹۸۲	۴/۳۷۵	۰					
سمنان	۲/۴۹۹	۱/۹۶۲	۲/۶۶۵	۶/۶۸۹	۱/۱۹۷	۲/۴۱۳	۴/۲۲۰	۱/۸۹۴	۱/۶۳۵	۳/۱۵۹	۲/۰۰۱	۱/۵۸۵	۲/۶۶۶	۱/۲۵۲	۳/۵۶۹	۰				
شهرری	۲/۴۸۶	۱/۹۴۰	۲/۵۰۷	۶/۸۹۵	۱/۰۹۳	۲/۳۵۱	۴/۳۴۱	۲/۱۹۳	۱/۴۱۷	۳/۳۴۸	۲/۳۱۸	۱/۸۴۰	۲/۵۳۲	۰/۸۱۲	۳/۷۹۵	۰/۷۰۷	۰			
شیراز	۱/۴۷۰	۱/۱۲۳	۲/۴۶۳	۵/۹۸۵	۱/۵۸۵	۳/۳۵۴	۳/۸۵۴	۱/۶۶۷	۲/۴۸۲	۲/۹۰۵	۱/۷۳۹	۱/۳۷۶	۳/۴۲۱	۲/۳۵۲	۲/۸۳۸	۱/۷۹۴	۲/۰۳۷	۰		
یزد	۳/۵۸۷	۳/۹۷۰	۳/۵۶۹	۲/۶۸۹	۳/۹۸۶	۶/۵۹۰	۰/۱۰۳	۲/۷۲۸	۵/۵۳۴	۱/۲۶۵	۲/۶۹۴	۲/۸۱۸	۶/۷۷۰	۴/۹۵۷	۱/۳۶۸	۴/۲۶۵	۴/۳۸۷	۳/۸۷۲	۰	
زنجان	۶/۴۳۵	۵/۷۶۵	۶/۷۴۰	۱۱/۶۹۴	۵/۵۳۵	۳/۰۲۳	۹/۳۳۳	۶/۸۳۷	۳/۹۱۵	۸/۷۲۸	۶/۹۳۱	۶/۶۰	۲/۷۳۸	۴/۶۲۹	۸/۵۲۱	۵/۲۲۵	۵/۱۰۲	۵/۸۴۰	۹/۳۷۱	۰

www.SID.ir

Archive of SID

منابع

امیدبیگی،ر. ۱۳۸۳. تولید و فرآوری گیاهان دارویی، انتشارات آستان قدس رضوی، شماره ۱۴۹. ۳۹۷ صفحه

ریاست،م.۱۳۸۰. بررسی سیتوژنتیکی جنس شنبلیله در استان فارس، پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد، رشته زیست‌شناسی، دانشگاه ارومیه، ۱۲۲ صفحه

فرشادفر،ع. ۱۳۸۰. اصول و روش‌های آماری چند متغییره، انتشارات طاق بستان، ۷۰۸ صفحه

محمدی،ج.، ع.عمارلو و ک.صدری. ۱۳۸۶. بررسی سیتوژنتیک دو رقم شنبلیله مورد کشت در زنجان، خلاصه مقالات پنجمین کنگره علوم باغبانی، دانشگاه شیراز، ۳۵ صفحه

نجف‌پور نوایی،م. ۱۳۷۳. مطالبی پیرامون گیاه دارویی شنبلیله، انتشارات مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع، شماره ۱۲۷، ۱۸ صفحه

وجدانی،پ. ۱۳۷۵. اهمیت روش‌های حفاظت در محل طبیعی و نقش آنها در حفظ و بهره‌برداری از ذخایر توارثی گیاهی، مجموعه مقالات کلیدی چهارمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران، دانشگاه صنعتی اصفهان، ۲۵ صفحه

Ebubekir,A., O.Engin, and T.Faruk. 2005. Some physical properties of fenugreek *(Trigonella foenum-graceum* L.) seeds. J. Food Engin. 71: 37-43

Nazar,A.N., and A.H.Tinay. 2007. Functional properties of Fenugreek (*Trigonella foenum-graceum*) protein concentration. J. Food Chemi. 103: 582-589

Darlington,C.D., and Cour.L.F. 1999. The handling of chromosome. George Allen and Unwin LTD

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

www.SID.ir

Archive of SID

Schulz,S.J.1992. Cytogenetics (Plant, Animal, Humans). Springer. Verhag, New Yourk Ink. USA

Sharma,A., and K.Sharma. 1999. Chromosome techniques theory and practices. Butteworth and Co. Ltd

www.SID.ir