

مجله پژوهش‌های پنبه ایران
جلد هفتم، شماره دوم، ۱۳۹۸
۹۳-۱۱۴
www.jcri.ir

ارزیابی تمایز، یکنواختی و پایداری (DUS) خصوصیات ریخت‌شناختی کیفی برخی ارقام و ژنوتیپ‌های پنبه نار متوسط (*Gossypium hirsutum* L.) و تاربلند (*G. barbadense*)

آیدین حمیدی^{۱*}، موسی الرضا وفاپی تبار^۲، عباداله بانینانی^۳، فردین خزایی^۴

^۱دانشیار مؤسسه تحقیقات ثبت و گواهی بذر و نهال، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران
^۲به‌ترتیب دانشیار و استادیار بخش تحقیقات پنبه و گیاهان لیفی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی
استان تهران، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ورامین، ایران
^۳کارشناس ارشد مؤسسه تحقیقات ثبت و گواهی بذر و نهال، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران
^۴

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۱/۱۵ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۱۰/۲۱

چکیده

به‌منظور ارزیابی خصوصیات ریخت‌شناختی کیفی ۳۶ رقم و ژنوتیپ پنبه در این تحقیق در سال‌های ۹۲-۱۳۹۱، ۲۲ خصوصیت ریخت‌شناختی کیفی در مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان تهران (ورامین) و مؤسسه تحقیقات ثبت و گواهی بذر و نهال در کرج بررسی شدند. نتایج نشان داد، ۱۱ خصوصیت ریخت‌شناختی کیفی متمایز بودند. برمبنای رنگ گلبرگ ارقام و ژنوتیپ‌های به دو گروه متمایز گلبرگ زرد و کرم تقسیم شدند. تمامی ارقام گلبرگ زرد رنگ، پنبه‌های تاربلند و همه ارقام ژنوتیپ‌های گلبرگ کرم رنگ پنبه‌های نار متوسط بودند. از میان ارقام گلبرگ زرد رنگ، شامل ارقام دکتر عمومی، گیزا و ترمز ۱۴، رقم ترمز ۱۴، به‌علت همتراز بودن موقعیت کلالة نسبت به پرچم‌ها از ۲ رقم دیگر متمایز شد. ارقام گلبرگ کرم رنگ نیز براساس شکل برگ به ۲ گروه برگ پنجه‌مانند و برگ نيزه‌ای تفکیک شدند. ارقام و ژنوتیپ‌های برگ نيزه‌ای ۳ رقم سپید، اکرا برگ قرمز و سوپر اکرا بودند که در میان آن‌ها خصوصیت شکل برش طولی قوزه و رنگ کرک بذر ۳ رقم را از یکدیگر متمایز کردند. ارقام و ژنوتیپ‌های برگ پنجه‌ای نیز که بالغ ۳۱ رقم و ژنوتیپ مورد ارزیابی بودند، برمبنای صفت شکل برش طولی قوزه به ۳ گروه اصلی تقسیم شدند. ۲۰ رقم و ژنوتیپ این گروه ارقام و ژنوتیپ‌های با شکل برش طولی قوزه تخم مرغی بودند که ارقام این گروه نیز براساس ۷ خصوصیت ریخت‌شناختی کیفی حفره‌های سطحی قوزه، دنداندار بودن براکته، موقعیت کلالة نسبت به پرچم‌ها، پرزدار بودن سطح زیرین برگ، شکل گیاه در بلوغ سبز، تراکم کرک بذر و تیپ گل‌دهی گیاه از یکدیگر متمایز شدند.

واژه‌های کلیدی: خصوصیات ریخت‌شناختی کیفی، پنبه، ثبت رقم و آزمون تمایز، یکنواختی و پایداری (DUS)

*نویسنده مسئول: a.hamidi@areeo.ac.ir

مقدمه

پنبه^۱ یکی از مهم‌ترین گیاهان زراعی است و در سال‌های ۱۴-۲۰۱۳، سطح زیر کشت، تولید و میانگین عملکرد پنبه در جهان به ترتیب ۳۳ میلیون هکتار، ۲۶/۳۱ میلیون تن و ۷۷۱ کیلوگرم در هکتار بوده است (وزارت کشاورزی ایالات متحده آمریکا، ۲۰۱۴). در سال زراعی ۹۶-۱۳۹۵، سطح برداشت، میزان تولید و عملکرد پنبه کشور به ترتیب ۷۴۸۵۰ هکتار، ۱۸۰۱۷۶ تن و ۲۴۲۴ کیلوگرم در هکتار در زراعت آبی و ۹۳۸ کیلوگرم در هکتار در زراعت دیم بودند. همچنین سطح برداشت، تولید و عملکرد پنبه استان گلستان در همین سال زراعی به ترتیب ۱۱۶۹۶ هکتار، ۲۲۶۶۸ تن و ۲۰۰۰ (زراعت آبی) و ۹۸۰ (زراعت دیم) کیلوگرم در هکتار بوده است (وزارت جهادکشاورزی، ۱۳۹۷).

پنبه گیاهی از تیره پنیرکیان^۲ و جنس گوسپیوم با حدود ۳۰ گونه دیپلوئید (دارای ۲۶ کروموزوم، ۲n=۲۶) و ۴۰ گونه تتراپلوئید (دارای ۵۲ کروموزوم، ۲n=۵۲) است (پرسیوال و همکاران، ۱۹۹۹). مهم‌ترین گونه‌های زراعی پنبه که آلتوتتراپلوئید بوده و از دنیای جدید (مرکز و جنوب قاره آمریکا) نشأت گرفته‌اند، گونه‌های گوسپیوم هیرسوتوم^۳ (پنبه تارم‌توسط^۴) و گوسپیوم باربادنس^۵ (پنبه تاربلند^۶) می‌باشند (برویکر و همکاران، ۱۹۹۹).

به‌نژادی، فرآیند گزینش و ایجاد تغییرات ژنتیکی جدید در گونه‌های گیاهی برای ایجاد ارقام برتر با عملکرد کمی و کیفی مطلوب می‌باشد بنابراین ارقام گیاهی مهم‌ترین دستاورد پژوهش‌های به‌نژادی است که با فرآیندهای پیچیده، طولانی و پرهزینه به‌نژادی حاصل آمده‌اند (تامسون، ۱۹۷۹). از این رو حفاظت از خلوص ژنتیکی آن‌ها به‌عنوان ذخایر ژنتیکی و حمایت از حقوق به‌نژادگران^۷ آن‌ها، که تنها از طریق فرآیند شناسایی و ثبت ارقام^۸ قابل دستیابی است، اهمیت فوق‌العاده‌ای برای نیل به پایداری تولید محصولات کشاورزی دارد (مظفری و همکاران، ۲۰۱۰). پایش و حفظ اصالت و خلوص ژنتیکی رقم و آزمون تعیین آن‌ها ضروری‌ترین اجزای سیستم کنترل و گواهی بذر است. اصالت رقم به مفهوم میزان مطابقت ژنتیکی و ریخت‌شناختی (مورفولوژیک) رقم با تیپ ثبت شده آن^۹ است (آگراوال،

1- *Gossypium* spp.2- *Malvaceae*3- *Gossypium hirsutum*

4- Upland

5- *G. barbadense*

6- Sea-Island

7- Plants breeders right

8- Cultivars identification and registration

9- True to type

۱۹۹۷). خلوص ژنتیکی یک مزرعه تولید بذر یا نمونه بذر یک رقم اصلاح شده به معنی درصدی از بوته‌های آن مزرعه یا نمونه است که با بوته‌ها و بذرهای ارقام یا گونه‌های دیگر اختلاط ژنتیکی نداشته است (آگراوال، ۱۹۹۲). خلوص ژنتیکی مستقیماً بر کارکرد رقم^۱ اثر دارد و امکان بهره‌برداری از پتانسیل کامل ارقام را فراهم می‌سازد. در فرآیندهای تکثیر و تولید بذر خلوص ژنتیکی رقم ممکن است به علل اختلاط مکانیکی، موتاسیون و تلاقی‌های طبیعی با گیاهان خارج از تیپ^۲، کاهش یابد که اصطلاحاً زوال رقم نامیده می‌شود و تجمع آن در جمعیت، باعث افت کیفیت و کارکرد بذر^۳ با کاهش صفات مطلوب شود (آگراوال، ۱۹۹۷). برای جلوگیری از زوال رقم و حفظ خلوص ژنتیکی ارقام گیاهی در حد استاندارد رعایت فاصله جداسازی (ایزولاسیون) مزرعه تولید بذر به منظور جلوگیری از تلاقی‌های طبیعی یا اختلاط مکانیکی، خارج نمودن بوته‌های خارج از تیپ، اجتناب از تغییر ژنتیکی کنترل مداوم مزارع و بررسی خلوص ژنتیکی رقم با آزمون کرت‌های کنترلی منظم اهمیت زیادی دارد (آگراوال، ۲۰۰۲).

فرایند شناسایی و ثبت رقم با اجرای آزمون یکنواختی، تمایز و پایداری (DUS)^۴ برای تشخیص متمایز بودن کافی یک رقم از سایر ارقام و از یکنواختی و پایداری کافی برخوردار بودن این تمایز انجام می‌گیرد. تمایز کیفیتی ضروری برای ثبت رقم محسوب می‌شود، چراکه یک رقم برای کنترل و گواهی بذر آن و نیز از جنبه احقاق مالکیت به نژادگر و حقوق به‌نژادگران باید به اندازه کافی از سایر ارقام متمایز باشد تا قابل شناسایی گردد (وان گاستل، ۱۹۹۶). به‌علت سهولت بررسی، خصوصیات ریخت‌شناختی مهم‌ترین خصوصیات ارزیابی تمایز رقم محسوب می‌شوند (اومارانی و همکاران، ۲۰۰۶). ارزیابی این خصوصیات ریخت‌شناختی بر مبنای دستورالعمل اتحادیه بین‌المللی حمایت از ارقام جدید گیاهی (UPOV)^۵ انجام می‌گردد (وان گاستل، ۱۹۹۶). این اتحادیه ۴۰ خصوصیت ریخت‌شناختی پنبه را به‌عنوان شاخص‌های ارزیابی تمایز، یکنواختی و پایداری (DUS) اعلام نموده (اتحادیه بین‌المللی حمایت از ارقام جدید گیاهی، ۲۰۱۸). دستورالعمل ملی آزمون‌های تمایز، یکنواختی و پایداری (DUS) در پنبه تتراپلوئید، ۳۹ ویژگی ریخت‌شناختی را بدین منظور قید کرده است (Anonymous, 2007). سازمان همکاری‌های اقتصادی و توسعه (OECD)^۶ نیز ۲۴ خصوصیت ریخت‌شناختی پنبه از

1- Cultivar performance

2- Off- type

3- Seed performance

4- Distinctness Uniformity and stability(DUS)

5- Union of Plants new Varieties Protection(UPOV)

6- Organization of Economic Co-operation and Development(OECD)

خصوصیات ریخت‌شناختی معرفی شده توسط این اتحادیه را برای انجام آزمون کترت‌های کنترلی و بازرسی مزارع تولید بذر پنبه ابلاغ کرده است (سازمان همکاری‌های اقتصادی و توسعه، ۲۰۱۵). یکی از مهم‌ترین کاربردهای ارزیابی تمایز ارقام از لحاظ خصوصیات ریخت‌شناختی و یکنواختی و پایداری تمایز این خصوصیات، استفاده از خصوصیات ریخت‌شناختی متمایز، یکنواخت و پایدار به‌عنوان شناسه^۱ های ریخت‌شناختی برای شناسایی گیاهان دارای تیپ رقم یا ژنوتیپ و گیاهان خارج تیپ می‌باشد (وان گاستل و بیشاوا، ۱۹۹۶). خصوصیات ریخت‌شناختی کیفی مختلف کمتر تأثیرپذیر از شرایط محیطی مانند رنگ گل، شکل برگ، قوزه، تراکم رنگ الیاف و کرک روی بذر و الگوی رنگدانه آنتوسیانین‌دار بودن اندام‌ها از مهم‌ترین خصوصیات مورد استفاده برای شناسایی و ارزیابی تمایز ارقام پنبه هستند (آگراوال، ۱۹۹۶).

نظربه اهمیت شناسایی و بررسی تنوع ریخت‌شناختی ارقام و ژنوتیپ‌های پنبه در برنامه‌های به‌نژادی و تهیه مجموعه (کلکسیون) مرجع ذخایر ژنتیکی و نیز و تعیین تمایز آن‌ها برای ثبت ارقام و تعیین شناسه‌های ریخت‌شناختی برای فرآیند کنترل و گواهی بذر، این پژوهش برای ارزیابی تمایز خصوصیات ریخت‌شناختی کیفی ۳۶ رقم و ژنوتیپ پنبه تار بلند و تار متوسط با آزمون DUS، با همکاری مؤسسه تحقیقات ثبت و گواهی بذر و نهال و مؤسسه تحقیقات پنبه کشور به‌مدت دو سال در مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان تهران در ورامین اجرا گردید.

مواد و روش‌ها

این پژوهش به‌منظور ارزیابی خصوصیات ریخت‌شناختی کیفی ۳۶ رقم و ژنوتیپ پنبه تار متوسط و تار بلند پنبه کشور شامل ارقام تار متوسط: ۱- ورامین، ۲- بختگان، ۳- مهر، ۴- خرداد، ۵- گلستان، ۶- ارمغان، ۷- سپید، ۸- A-38، ۹- آوانگارد، ۱۰- بلی ایزوور، ۱۱- براکت-فریگو، ۱۲- بلغار ۹۶۶، ۱۳- شیرپان ۵۳۹، ۱۴- کوکر ۳۱۲، ۱۵- هوپی کالا، ۱۶- لامبرایت، ۱۷- برگ-قرمز، ۱۸-

- 1- Decriptors
- 2- Avangard
- 3- Beli Izover
- 4- Bract frigo
- 5- Bulghar 996
- 6- Chirpan 539
- 7- Coker 312
- 8- Hopicala
- 9- Lambright

Number 200، Number 210-۱۹، Number 221-۲۰، ۲۱-اکرای برگ قرمز^۲، ۲۲- اپال^۳، ۲۳-Q-30، ۲۴- سیلند^۴، ۲۵- سیکالا^۵، ۲۶-Sp-731، ۲۷-S-R-1، ۲۸- سوپر اکرا^۶، ۲۹- تابلا دیلا^۷، ۳۰- زتا^۸، ۳۱-73-S-485، ۳۲- اولتان و ۳۳- پاک و ارقام تار بلند، ۳۴- دکتر عمومی، ۳۵- گیزا^۹ و ۳۶- ترمز^{۱۰}، در سال‌های ۱۳۹۱ تا ۱۳۹۲ انجام شد.

بذر لاین‌های خالص این ارقام و ژنوتیپ‌ها با تراکم بوته مناسب توصیه شده در کرت‌هایی که بدون حاشیه‌ها حداقل شامل ۵۰۰ بوته در تاریخ مناسب توصیه شده در نیمه اردیبهشت در مزرعه مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان تهران در ورامین در قالب طرح بلوک‌های تصادفی با ۴ تکرار کشت شدند. مراحل مختلف عملیات داشت در طول دوره رشد و نمو به‌طور معمول انجام پذیرفت. برای مشاهده و یادداشت برداری خصوصیات ریخت‌شناختی کیفی تعداد ۲۰ بوته به‌طور تصادفی انتخاب و تمامی مشاهدات روی این بوته‌ها یا بخشی از بوته‌ها صورت گرفت. از ۳۹ خصوصیت کمی و کیفی ریخت‌شناختی پنبه، ارزیابی ۲۲ خصوصیت ریخت‌شناختی کیفی شامل: ۱- رنگ گلبرگ گل، ۲- شدت لکه پای گلبرگ، ۳- رنگ گرده، ۴- موقعیت کلالة نسبت به پرچم‌ها، ۵- تیپ گل‌دهی گیاه، ۶- شدت رنگ سبز برگ در مرحله گل‌دهی، ۷- شکل برگ، ۸- اندازه برگ، ۹- غده‌های شهدساز برگ، ۱۰- پرزدار بودن قسمت بالایی ساقه، ۱۱- رنگ ساقه زمان باز شدن اولین قوزه در ۵۰ درصد بوته‌ها، ۱۲- دنداندار بودن براکته در بلوغ سبز، ۱۳- شکل برش طولی قوزه، ۱۴- حفره‌های سطحی قوزه، ۱۵- برجستگی نوک قوزه، ۱۶- شکل گیاه در بلوغ سبز، ۱۷- تراکم برگ‌دهی گیاه در بلوغ سبز، ۱۸- زمان باز شدن قوزه در زمانی که ۵۰ درصد گیاهان حداقل یک قوزه باز شده، داشته باشند، ۱۹- درجه شکستگی قوزه در مرحله بلوغ کامل، ۲۰- کرک داشتن بذر، ۲۱- تراکم کرک بذر و ۲۲- رنگ کرک بذر، طبق دستورالعمل ملی آزمون‌های تمایز، یکنواختی و پایداری (DUS) در پنبه تتراپلوئید انجام

- 1- Leaf Red
- 2- Leaf Okra Red
- 3- Opal
- 4- Sealand
- 5- Sicala 33
- 6- Super okra
- 7- Tabladila
- 8- Zeta-2
- 9- Giza
- 10- Termez 14

شد (مؤسسه تحقیقات ثبت و گواهی بذر و نهال^۱، ۲۰۰۷). بدین منظور بذرها را لاین‌های خالص ارقام مورد بررسی با تراکم بوته و تاریخ کاشت توصیه شده و اجرای کلیه عملیات داشت مطابق معمول انجام شده و ارزیابی و یادداشت‌برداری ۲۲ خصوصیت ریخت‌شناختی کیفی آن‌ها با رعایت نکات: اجرا حداقل در دو فصل رویشی مجزا، انجام تمامی مشاهدات بر روی ساقه و برگ‌های کاملاً توسعه یافته و بر روی شاخه بارده در مرحله گل‌دهی در پایین‌ترین شاخه بارده، بر روی گل در روز اول گل‌دهی، بر روی قوزه در مرحله بلوغ سبز (قبل از شکفتگی) و بر روی بذر و الیاف در مرحله بلوغ کامل انجام شدند. به منظور آزمون تمایز، ارقام داخل هر گروه با مقایسه خصوصیات ریخت‌شناختی کیفی گروه‌بندی کننده طبق دستورالعمل ملی فوق، دو به دو با یکدیگر مقایسه و از ارقام ژنوتیپ‌های حداقل متمایز از لحاظ یک خصوصیت از یکدیگر متمایز گردیدند. به منظور طبقه‌بندی و تعیین شباهت‌های ریخت‌شناختی کیفی ارقام و ژنوتیپ‌ها از نرم‌افزار NTSYS از طریق الگوریتم UPGMA استفاده گردید (راهلف، ۱۹۹۸).

نتایج و بحث

نتایج مشخص ساخت که از ۲۲ خصوصیت ریخت‌شناختی کیفی ارزیابی شده، ۱۱ خصوصیت شامل: ۱- رنگ گلبرگ، ۲- موقعیت کلالة نسبت به پرچم‌ها، ۳- تیپ گل‌دهی گیاه، ۴- شکل برگ، ۵- پرزدار بودن سطح زیرین برگ، ۶- دندانه‌دار بودن براکته، ۷- شکل برش طولی قوزه، ۸- حفره‌های سطحی قوزه، ۹- شکل گیاه در رسیدگی سبز، ۱۰- تراکم و ۱۱- رنگ کرک بذر، در ارقام و ژنوتیپ‌های مورد ارزیابی متمایز بودند.

بر اساس دستورالعمل ملی آزمون‌های تمایز، یکنواختی و پایداری (DUS) در پنبه تتراپلوئید، برای تسهیل در ارزیابی تمایز، ارقام و ژنوتیپ‌های مورد ارزیابی بر حسب تجربه خصوصیات ریخت‌شناختی کیفی که در داخل رقم یا ژنوتیپ بدون تغییر بوده و یا تغییرات کمی داشته و حالت تظاهر آن‌ها توزیع نسبتاً یکنواختی در مجموعه ارقام و ژنوتیپ‌ها داشته باشد به ۲ گروه‌هایی تقسیم شدند (مؤسسه تحقیقات ثبت و گواهی بذر و نهال، ۲۰۰۷). بر این مبنا، رنگ گلبرگ گل برای تمایز اولیه ارقام و ژنوتیپ‌های مورد ارزیابی انتخاب و ارقام، دکتر عمومی، گیزا و ترمز ۱۴ که هر ۳ پنبه تار بلند هستند، بر اساس رنگ گلبرگ گل از دیگر ارقام و ژنوتیپ‌ها مورد ارزیابی که تار بلند هستند، متمایز شدند. گلبرگ‌های ارقام تار بلند زرد رنگ و رنگ گلبرگ ارقام تار متوسط کرم رنگ می‌باشند (جدول و شکل ۱). در پنبه تار متوسط رنگ گلبرگ کرم یا زرد کم رنگ و دارای یا فاقد یک لکه تیره در قاعده

1- Seed and Plant Certification and Registration Institute (SPCRI)

هستند ولی رنگ گلبرگ کرم فرم عادی محسوب می‌شوند (اندریزی و همکاران، ۱۹۸۴). رنگ گل در پنبه‌های تتراپلوئید توسط ژن‌های جفتی^۱ کنترل می‌شود که آلل‌های مغلوب سبب بروز رنگ کرم پنبه تار متوسط و آلل‌های غالب و مغلوب در همان مکان ژنی رنگ زرد گلبرگ را در پنبه تار متوسط (به‌عنوان خارج تیپ) ایجاد می‌کنند (پرسی و کهل، ۱۹۹۹). تاتیننی و همکاران (۱۹۹۵) با ارزیابی تنوع ریخت‌شناختی و ژنتیکی ژنوتیپ‌های پنبه‌های تار متوسط با روش چندشکل تکثیر شده تصادفی (RAPD)^۲ و بررسی ارتباط تنوع این خصوصیت و ژنتیک آن، تمایز معنی‌دار ژنتیکی ژنوتیپ‌های پنبه تار متوسط از لحاظ خصوصیات ریخت‌شناختی رنگ گلبرگ و شدت رنگ لکه پای گلبرگ را مشاهده کردند.

جدول ۱- تمایز اولیه ۳۶ رقم و ژنوتیپ پنبه تار متوسط و تار بلند مورد ارزیابی براساس رنگ گلبرگ

خصوصیت ریخت‌شناختی کیفی رنگ گلبرگ	
زرد	کرم
۱- ورامین، ۲- بختگان، ۳- مهر، ۴- خرداد، ۵- گلستان، ۶- ارمغان، ۷- سپید، ۸- A-38	
۹- آوانگارد، ۱۰- بلی ایزو ور، ۱۱- براکت-فریگو، ۱۲- بلغار ۹۶۶، ۱۳- شیرپان ۵۳۹، ۱۴- کوکر ۳۱۲، ۱۵- هوپی کالا، ۱۶- لامبرایت، ۱۷- برگ قرمز، ۱۸- Number 200، ۱۹- Number 210، ۲۰- Number 221، ۲۱- اکرای برگ قرمز، ۲۲- اپال، ۲۳- Q-30، ۲۴- سیلند، ۲۵- سیکالا ۳۳، ۲۶- Sp-731، ۲۷- S-R-1، ۲۸- سوپر اکرا، ۲۹- تابلا دیلا، ۳۰- زتا-۲، ۳۱- 73-S-485، ۳۲- اولتان و ۳۳- پاک	
۱- دکتر عمومی، ۲- گیزا و ۳- ترمز ۱۴	
	رقم / ژنوتیپ

¹ Duplicate

² Random Amplified Polymorphic DNA (RAPD)



شکل ۱- تمایز رنگ گلبرگ در ارقام پنبه تار بلند با رنگ زرد گیزا، ترمز ۱۴ و دکتر عمومی (به ترتیب از راست به چپ) و تار متوسط آوانگارد با رنگ کرم

در میان ارقام دارای رنگ گلبرگ زرد، رقم ترمز ۱۴ به واسطه متوسط بودن همتراز بودن موقعیت کلالة نسبت به برچم‌ها، حالت دنداندار بودن براکته دربلوغ سبز و زیاد پرزدار بودن سطح زیرین برگ از دو رقم دکتر عمومی و گیزا متمایز بود. این درحالی بود که این دو رقم براساس این صفات از یکدیگر متمایز نبودند (جدول ۲ و شکل‌های ۲ و ۳). گل پنبه تار متوسط دارای نافه است و خامه به تنهایی با لوب‌های کلالة که به سمت پائین خم شده‌اند کم و بیش در میان نافه قرار دارد یا تاحدی از آن بلندتر است. پنبه تار بلند دارای سه براکته گریبانی^۱ در بالای نوشگاه‌ها^۲ بوده که شکل آن‌ها تخم مرغی، طول آن‌ها تا ۶۰ میلی‌متر و عرض آن‌ها ۴۵ میلی‌متر و دارای ۱۹-۷ دندان می‌باشند. همچنین طول لوله پرچم تقریباً ۲۵ میلی‌متر، کم رنگ، بدون پرز و دارای غده‌های منقوط است. طول میله‌های پرچم ۲-۴ میلی‌متر و خامه از نافه بلندتر و دارای غده‌های منقوط است (فریکسل، ۱۹۸۴). شکل، اندازه و دنداندار بودن براکته گل در پنبه‌های تتراپلوئید بسیار متغیر است (اندریزی و همکاران، ۱۹۸۴) و مشخص گردیده که این تنوع ماهیت کمی دارد (پرسی و کهل، ۱۹۹۹). در شکل جهش یافته براکته فریگو، که توسط یک ژن جهش یافته مغلوب *fg* کنترل می‌شود و در شرایط هوموزیگوس بیان آن، براکته‌های بسیار باریک ایجاد می‌شود و آلل غالب *Fgh*، در شرایط بیان هتروزیگوت، فنوتیپ بارزتری ایجاد می‌نماید. مکان ژنی *fg* یکی از ۲ مکان ژنی شناسایی شده در گروه پیوستگی شماره VI کروموزوم

1- Involucel

2- Nectaries

شماره ۳ می‌باشد (پرسی و کهل، ۱۹۹۹). تاتیننی و همکاران (۱۹۹۵) به روش RAPD تمایز معنی‌دار ژنتیکی ژنوتیپ‌های پنبه تار متوسط از لحاظ خصوصیات ریخت‌شناختی شکل برگ و براکته را مشاهده کردند. الگوی پرز و تراکم آن روی بخش‌های رویشی پنبه از به‌شدت پرزدار^۱ تا تقریباً بدون پرز^۲ متغیر است (پرسی و کهل، ۱۹۹۹). ساقه‌های پنبه تار بلند عمدتاً دارای پرز کم یا بدون پرزهای ستاره‌ای هستند (فریکسل، ۱۹۸۴). بررسی‌های اولیه حاکی از این بود که الگوی پرزدار بودن را ۹ مکان ژنی کنترل می‌کنند که بعداً مشخص گردید برخی از آن‌ها در واقع مکان ژنی آلل‌ها بوده و در حال حاضر ۵ مکان ژنی اصلی t_1 تا t_5 شناسایی شده‌اند که ۲ مکان ژنی t_1 و t_2 چندآلی هستند. مکان ژنی t_1 بخشی از گروه پیوستگی شماره IV کروموزوم شماره ۶ است. در پنبه تار بلند، مکان‌های ژنی t_4 و t_5 آلل‌های T_4 و T_5 به ترتیب سبب گسترش پرزه به سطح بالایی برگ و افزایش طول پرز می‌گردند. پرزدار بودن اندام‌های هوایی بوته پنبه صفت مطلوبی برای مقاومت در برابر آفات مکنده مانند زنجبرک پنبه^۳ می‌باشد (پرسی و کهل، ۱۹۹۹).

جدول ۲- تمایز ارقام با رنگ گلبرگ زرد براساس دیگر خصوصیات ریخت‌شناختی کیفی

خصوصیات ریخت‌شناختی کیفی			
رقم / ژنوتیپ	موقعیت کلاله نسبت به پرچم‌ها	دنداندار بودن براکته در بلوغ سبز	پرزدار بودن سطح زیرین برگ
دکتر عمومی	بالتر	کوتاه	ندارد یا خیلی کم
گیزا	بالتر	کوتاه	ندارد یا خیلی کم
ترمز ۱۴	همتراز	متوسط	زیاد



شکل ۲- تمایز موقعیت بلندتر (راست و وسط) و همتراز (چپ) کلاله نسبت به پرچم‌ها به ترتیب در ارقام تار بلند، دکتر عمومی، گیزا و ترمز ۱۴

- 1- Pubescent
- 2- Glabrous
- 3- *Empoasca* sp. Bery.& Zanon



شکل ۳- تمایز دندانه‌دار بودن متوسط و کوتاه براکت‌ها در بلوغ سبز ارقام تار بلند مورد ارزیابی به ترتیب، از راست به چپ در ارقام ترمز ۱۴، دکتر عمومی، و گیزا و براکت‌ها فردار در پنبه تار متوسط براکت فریگو

ارقام دارای گلبرگ کرم نیز براساس صفت شکل برگ به دو گروه برگ پنجه مانند و برگ نیزه مانند متمایز تفکیک شدند و ارقام سپید، اکرا برگ قرمز و سوپر اکرا در گروه برگ نیزه مانند و بقیه ارقام دارای گلبرگ کرم رنگ در گروه برگ پنجه مانند قرار گرفتند (جدول ۳ و شکل ۴). شکل برگ و لوب‌بندی آن در میان گونه‌ها و نژادهای پنبه بسیار متنوع است. حتی از این لحاظ جمعیت‌های درون گونه‌ای پنبه تار متوسط نیز می‌توانند بسیار متنوع باشند، ولی تیپ غالب برگ این گونه پنجه مانند می‌باشد. پنبه تار متوسط دارای برگ‌های بلند، قلبی شکل و دارای ۳-۵ لوب نامشخص بوده که این لوب‌ها عموماً به شکل مثلثی تا تخم مرغی، نوک تیز تا نوک نیزه‌ای هستند (فریکسل، ۱۹۸۴). ژن L_2 ژن کنترل کننده برگ پنجه مانند پنبه تار متوسط، دارای آلل‌های مغلوب در مکان ژنی آن، شامل برگ بامیه‌ای (L_2^0) ، شبه بامیه‌ای (L_2^H) و فوق بامیه‌ای (L_2^S) می‌باشد. این شکل‌های متفاوت آللی سبب تغییر تعداد لوب‌ها، افزایش عمق فرو رفتگی‌ها و کاهش سطح پهنک برگ می‌گردند و نهایت آن برگ فوق بامیه‌ای با یک لوب در هنگام بلوغ بوته می‌باشد. جهش یافته‌های برگ بامیه‌ای و فوق بامیه‌ای در فرم‌های وحشی و ارقام اصلاح شده پنبه تار متوسط و تار بلند مشاهده می‌شوند. پنبه برگ فوق بامیه‌ای نوعی جهش یافته و شکل متفاوتی از پنبه تار متوسط برگ بامیه‌ای وحشی می‌باشد. مکان ژنی L_2 در گروه پیوستگی شماره II کروموزوم شماره ۱۵ واقع شده است. آلل برگ نیزه‌ای L_1^1 از پنبه دیپلوئید

- 1- Okra leaf
- 2- Sub okra
- 3- Super okra

آسیایی به پنبه‌های تتراپلوئید دنیای جدید (تار متوسط و تار بلند) انتقال یافته است. این آل، برعکس آل‌های L_2^0 ، L_2^u و L_2^s ، در پنبه تار متوسط لوب‌بندی برگ را از ۵ به ۳ یا حتی ۱ لوب کاهش داده و وقتی به پنبه تار بلند انتقال یافته معمولاً با افزودن دو زائده شاخی شکل، ایجاد برگ نیزه‌ای شکل با ۷ لوب می‌نماید. آل برگ نیزه‌ای L_1^1 و برگ بامیه‌ای L_2^0 هومولوگ هستند. مکان ژنی L_1 بخشی از گروه پیوستگی شماره VIII کروموزوم شماره ۱ می‌باشد (پرسی و کهل، ۱۹۹۹).

جدول ۳- تمایز ارقام و ژنوتیپ‌های با رنگ گلبرگ کرم براساس شکل برگ

خصوصیات ریخت‌شناختی کیفی شکل برگ	نیزه مانند
پنجه مانند	
رقم / ژنوتیپ	
۱- ورامین، ۲- بختگان، ۳- مهر، ۴- خرداد، ۵- گلستان، ۶- ارمغان، ۷- A-38، ۸- آوانگارد، ۹- بلی ایزو ور، ۱۰- براکت-فریگو، ۱۱- بلغار ۹۶۶، ۱۲- شیربان ۵۳۹، ۱۳- کوکر ۳۱۲، ۱۴- هوپی کالا، ۱۵- لامبرایت، ۱۶- برگ قرمز، ۱۷- Number 200، ۱۸- Number 210، ۱۹- Number 221، ۲۰- برگ قرمز، ۲۱- اپال، ۲۲- Q-30، ۲۳- سیلند، ۲۴- سیگالا ۳۳، ۲۵- Sp-731، ۲۶- S-R-1، ۲۷- تابلا دیلا، ۲۸- زتا-۲، ۲۹- 73-S-485، ۳۰- اولتان و ۳۱- پاک	سپید، اکرای برگ قرمز و سوپر اکرا

در میان ارقام برگ نیزه مانند سپید، اکرا برگ قرمز و سوپر اکرا نیز رقم اکرا برگ قرمز به واسطه صفات شکل برش طولی قوزه و دنداندار بودن براکت از دو رقم سپید و سوپر اکرا متمایز بود و شکل برش طولی قوزه رقم، اکرا برگ قرمز گرد و به لحاظ دنداندار بودن براکت متوسط بود (جدول ۴). این در حالی بود که شکل برش طولی قوزه دو رقم سپید و سوپر اکرا تخم مرغی و از دندان‌های براکت بلند بودند. با این وجود این دو رقم بر مبنای رنگ کرک بذر و پرزدار بودن سطح زیرین برگ از هم متمایز بودند، به طوری که رنگ کرک بذر رقم سپید خاکستری ولی رنگ کرک بذر سوپر اکرا سفید بوده و نیز پرز سطح زیرین برگ رقم سپید کم و برای رقم سوپر اکرا متوسط بود (جدول ۴ و شکل ۵). رنگ کرک‌های روی بذر پنبه‌های آلتتراپلوئید از سفید، کرم، سبز تا قهوه‌ای متغیر است. در پنبه تار متوسط یک ژن جهش‌یافته غالب L_g وجود دارد که در هنگام باز شدن قوزه، کرک‌های نرم به وضوح سبز رنگ روی بذر را که به تدریج کم رنگ تر می‌شود، ایجاد می‌کند همچنین پایه‌هایی از پنبه تار متوسط وحشی، درجات مختلفی از کرک سبز و تارهای سفید دارند و لاین بذر سبز فلوریدا^۱ کرک‌های سبز تیره و تارهای سفید رنگ دارد. جهش‌یافته‌های دارای کرک سبز به‌عنوان آل‌های موجود در مکان

1- Florida green seed

ژنی Lg شناسایی شده‌اند (اندریزی و همکاران، ۱۹۸۴). شکل تغییر یافته آلی ناشی از ژن Lg ایجاد و تارهای سفید رنگ و کرک‌های سبز می‌کند که به صورت Lg^f نشان داده می‌شود. مکان ژنی Lg بخشی از گروه پیوستگی شماره II کروموزوم ۱۵ می‌باشد (پرسی و کهل، ۱۹۹۹). اندام‌های هوایی بوته پنبه تار متوسط کم و بیش پوشیده از پرزهای^۱ ستاره‌ای بوده و آلل t_1 مکان ژنی t_1 با برهمکنش در ۳ یا تعداد بیشتری مکان ژنی، الگوی پرزدار بودن عادی ارقام پنبه تار متوسط را ایجاد می‌کند. در پنبه تار متوسط آلل T_2 سبب پرزدار بودن و برعکس آلل‌های T_2^{arm} ، T_2^{to} و T_2^b برگ‌های تقریباً بدون پرز و آلل ششم شناسایی شده در مکان ژنی t_2 ، T_2^{raj} ، ساقه‌ها و برگ‌های با تراکم پرز زیاد ایجاد می‌کنند (پرسی و کهل، ۱۹۹۹).



شکل ۴- تمایز شکل برگ در ارقام تار متوسط، برگ پنجه‌ای رقم بلی ایزو ور (سمت راست) و برگ نیزه مانند رقم سوپر اکرا

جدول ۴- تمایز ارقام برگ نیزه مانند با استفاده از دیگر خصوصیات ریخت‌شناختی کیفی

خصوصیات ریخت‌شناختی کیفی				
رقم/ ژنوتیپ	پرزدار بودن سطح زیرین برگ	دندانه‌دار بودن براکنه در بلوغ سبز	شکل برش طولی قوزه	رنگ کرک بذر
سپید	کم	بلند	تخم مرغی	خاکستری
سوپر اکرا	متوسط	بلند	تخم مرغی	سفید
اکرا برگ قرمز	متوسط	متوسط	گرد	سفید

آنتوسیانین‌دار بودن پنبه در اندام‌های هوایی و به‌صورت لکه‌های رنگی پای گلبرگ بروز می‌کند (شکل‌های ۱ و ۶). در پنبه‌های زراعی تتراپلوئید، ۳ مکان ژنی کنترل کننده آنتوسیانین‌دار بودن اندام‌های هوایی در پنبه شناسایی شده که دو مکان ژنی R_1 و R_2 ، هر دو هومولوگ هستند و در گروه

1- Trichomes

پیوستگی شماره III کروموزوم شماره ۱۶ در زیرژنوم D و مکان ژنی R_2 در گروه پیوستگی شماره I کروموزوم شماره ۷ در زیرژنوم A واقع شده و به صورت غالبیت ناقص سبب ایجاد بافت‌های دارای رنگدانه قرمز در پنبه تار بلند می‌گردند. در پنبه تار متوسط مکان ژنی R_1 سبب آنتوسیانین‌دار شدن اندام‌های هوایی بوته می‌شود. در تار متوسط ژن R_2 سبب بروز لکه رنگی پای گلبرگ گردیده و مکان ژنی دارای ژن‌های r_2r_2 موجب بروز فقدان لکه رنگی پای گلبرگ که فنوتیپ غالب در ارقام پنبه تار متوسط است، می‌گردد. البته برخی نژادهای پنبه تار متوسط دارای لکه رنگی پای گلبرگ می‌باشند. آلل به صورت غالب برای لکه پای گلبرگ عمل کرده ولی اندازه و شدت بیان که ممکن است تحت تأثیر ژن‌های تغییردهنده باشد، به طور گسترده‌ای متغیر است. در ارقام پنبه تار بلند بروز لکه رنگی پای گلبرگ که حالت عادی است، توسط مکان ژنی مغلوب هومولوگ در مکان ژنی r_2r_2 کنترل می‌شود. در پنبه تار بلند و نژاد ماری‌گالانت پنبه تار متوسط، یک آلل R_2 که با نشانه R_2^v نشان داده می‌شود، قرمز رنگ بودن ساقه و رگبرگ‌ها را کنترل می‌کند. آلل دیگری نیز که با نشانه R_2^{pp} نشان داده می‌شود، مسئول بدون آنتوسیانین بودن برگ‌ها، ساقه‌ها، دمگل و گل‌های چندروزه شکفته است. مکان ژنی سومی که بروز آنتوسیانین‌دار بودن را تحت تأثیر قرار می‌دهد و ایجاد فنوتیپ آنتوسیانین‌دار پا کوتاه می‌کند، R_d است که دارای غالبیت ناقص است و در حالت هتروزایگوت فنوتیپ حاصل حدواسط رنگ و ارتفاع بوته می‌باشد. مکان ژنی R_d در گروه پیوستگی شماره XIV ریزژنوم D، قرار گرفته و مستقل از مکان ژنی R_1 است. پنبه‌های دارای رنگ قرمز برخوردار از ژن‌های R_1 و R_2 از مقاومت نسبت به خسارت حشرات آفت برخوردارند (پرسی و کهل، ۱۹۹۹).



شکل ۵- تمایز رنگ خاکستری و سفید کرک بذر در ارقام پنبه تار متوسط سپید و سوپر اکرا به ترتیب از راست به چپ



شکل ۶- آنتوسیانین‌دار بودن گلبرگ‌های گل و برگ ارقام پنبه تار متوسط اکرا برگ قرمز (به ترتیب سمت راست و وسط) و برگ رقم برگ قرمز

ارقام برگ پنجه مانند به واسطه ۸ خصوصیت ریخت‌شناختی کیفی از یکدیگر متمایز شدند. از لحاظ شکل برش طولی قوزه، ارقام مهر، براکت فریگو، برگ قرمز، لامبرایت، Sp-731، 73-6-484 و Q-30 دارای شکل برش طولی قوزه گرد، رقم ارمغان دارای شکل برش طولی قوزه بیضوی، ارقام اولتان، کوکر ۳۱۲ و بلغار ۹۹۶ دارای شکل برش طولی قوزه مخروطی و سایر ارقام این گروه دارای شکل برش طولی قوزه تخم‌مرغی بودند (جدول ۵ و شکل ۷). رقم پاک در این گروه، تنها رقم از نوع بدون‌خال^۱ (فاقد غده‌های حاوی گوسیپول^۲)، بوده و از این لحاظ نیز متمایز از دیگر ارقام محسوب می‌شود. تاکنون ۶ مکان ژنی کنترل‌کننده الگوی غده‌های حاوی گوسیپول اندام‌های هوایی پنبه شناسایی شده‌اند که آل‌های غالب در مکان‌های ژنی gl_1 ، gl_2 و gl_3 سبب بروز الگوی طبیعی خال‌دار بودن در پنبه‌های تار متوسط شده و آل مغلوب هوموزیگوس در مکان ژنی gl_1 باعث حذف غده‌های حاوی گوسیپول از ساقه و قوزه‌ها می‌گردد. آل‌های مغلوب gl_2 و gl_3 به‌صورت جفتی در مکان‌های ژنی موجب حذف کامل غده‌های حاوی گوسیپول از بخش‌های هوایی و بذرها می‌شود. این دو مکان ژنی از لحاظ بروز کاملاً معادل نبوده و آل‌های gl_2 و gl_3 کاملاً غالب نیستند. مکان ژنی gl_2 از لحاظ ایجاد غده‌های حاوی گوسیپول برگ‌ها قوی‌تر بوده و مونومر $gl_2gl_2Gl_3Gl_3$ در مقایسه با به‌طور مؤثرتری غده‌های برگ‌ها را حذف می‌کند. مونومر $gl_2gl_2Gl_3Gl_3$ نیز از ویژگی اضافی کاهش شدید غده‌های دیواره‌های مادگی و قوزه برخوردار است. تنوع غده‌دار بودن در میان برخی ارقام پنبه تار متوسط تا حدودی به‌علت بیان ضعیف‌تر ژنوتیپ مونومری $Gl_2Gl_2gl_3gl_3$ است. همچنین مکان‌های ژنی gl_1 ، gl_2 و gl_3 چندآلی هستند. ترکیب ژن‌های gl_2 و gl_3 به‌طور مؤثری غده‌های حاوی گوسیپول را از تمامی ساختارهای گیاه پنبه حذف می‌کند، اما ارقام پنبه‌های بدون‌خال با وجود برخورداری از مزیت قابل استفاده بودن پنبه دانه و کنجاله آن بدون نیاز به جداسازی گوسیپول برای دام‌های نشخوارکننده، به‌علت حساسیت بیشتر نسبت

1- Glandless

2- Gossypol

به آفات، توسعه چندان نیافته اند. آلدئید سزکوئی ترپنوئید^۱ گوسیپول به روش تضاد^۲ سبب مقاومت نسبت به آفات می‌گردد (پرسی و کهل، ۱۹۹۹). تاتینی و همکاران (۱۹۹۵) تنوع ریخت‌شناختی و ژنتیکی ژنوتیپ‌های پنبه‌های تاری متوسط را به روش RAPD ارزیابی کرده و بضمن مطالعه ارتباط تنوع خصوصیات ریخت‌شناختی و ژنتیک آن‌ها، تمایز معنی‌دار ریخت‌شناختی ژنوتیپ‌ها از نظر خال‌دار بودن نهج را گزارش نمودند و چندشکلی ژنتیکی این خصوصیت با تجزیه خوشه‌ای و دسته‌بندی آن‌ها ثابت کردند.

در میان ارقام برگ پنجه مانند و دارای شکل برش طولی قوزه گرد صفت حفره‌های سطحی قوزه آن‌ها را در دو گروه متمایز قرار داد، ارقام مهر و براکت فریگو دارای حفره‌های سطحی قوزه متوسط و دیگر ارقام این گروه دارای حفره‌های سطحی قوزه ریز. همچنین دیگر ارقام این گروه به لحاظ صفت دندان‌دار بودن براکت در دو گروه متمایز قرار گرفتند و ارقام براکت فریگو و برگ قرمز دارای دندان‌ه براکته بلند و سایر ارقام دارای دندان‌ه براکته متوسط بودند. ارقام دارای دندان‌ه براکته متوسط این گروه نیز به لحاظ صفت موقعیت کلالة نسبت به پرچم‌ها متمایز بوده و رقم لامبرایت و ژنوتیپ Sp-731 دارای موقعیت بالاتر کلالة نسبت به پرچم‌ها و ژنوتیپ‌های 73-6-484 و Q-30 موقعیت همتراز کلالة نسبت به پرچم‌ها بودند. همچنین رقم لامبرایت و ژنوتیپ Q-30 نیز دارای پرز سطح زیرین برگ متوسط بوده و ژنوتیپ‌های Sp-731 و 73-6-484 به ترتیب دارای پرز سطح زیرین برگ زیاد و کم بودند (جدول ۵). بنابراین صفات موقعیت کلالة نسبت به پرچم‌ها و پرزدار بودن سطح زیرین برگ ارقام گلبرگ کرم رنگ برگ پنجه مانند دارای شکل برش طولی قوزه گرد را از یکدیگر متمایز نمودند.

رقم ارمغان نیز که دارای شکل برش طولی قوزه بیضوی از حفره‌های سطحی قوزه، دندان‌دار بودن براکت، موقعیت کلالة نسبت به پرچم‌ها و پرزدار بودن سطح زیرین برگ به ترتیب ریز، متوسط و همتراز و متوسط برخوردار بود (جدول ۵). ارقام دارای شکل برش طولی قوزه مخروطی شامل اولتان، کوکر ۳۱۲ و بلغار ۹۹۶ براساس صفات حفره‌های سطحی قوزه، دندان‌دار بودن براکت، موقعیت کلالة نسبت به پرچم‌ها و پرزدار بودن سطح زیرین برگ از یکدیگر متمایز شدند. از میان آن‌ها، ارقام اولتان و بلغار ۹۹۶ فاقد حفره‌های سطحی قوزه یا دارای حفره‌های سطحی قوزه خیلی ریز و رقم کوکر ۳۱۲ دارای حفره‌های سطحی قوزه متوسط بودند. همچنین ارقام اولتان و کوکر ۳۱۲ دارای موقعیت همتراز کلالة نسبت به پرچم‌ها بوده و بدین ترتیب از رقم و بلغار ۹۹۶ که دارای موقعیت بالاتر کلالة نسبت به پرچم‌ها برخوردار بود، متمایز شدند. از نظر پرزدار بودن سطح زیرین برگ نیز به ترتیب ارقام اولتان،

1- Sesquiterpenoid aldehyd

2- Antibiose

کوکر ۳۱۲ و بلغار ۹۹۶ فاقد پرز سطح زیرین برگ یا دارای پرز سطح زیرین برگ خیلی کم، کم و زیاد بودند (جدول ۵). بنابراین صفت پرزدار بودن سطح زیرین برگ ارقام گلبرگ کرم رنگ برگ پنجه مانند دارای شکل برش طولی قوزه مخروطی را از هم متمایز ساخت. خصوصیت ریخت‌شناختی حفره‌دار بودن سطح قوزه در ارتباط نزدیک با خال‌دار بودن است و در پنبه تار بلند غالب بوده و در پنبه‌های تار بلند صاف و بدون حفره‌های سطحی بودن قوزه پنبه به صورت تک‌ژنی و توسط ژن مغلوب *bp* کنترل می‌شود و ژنوتیپ *BpBp* ژنوتیپ پنبه دارای حفره‌های سطحی قوزه می‌باشد و از پنبه تار بلند به پنبه تار متوسط منتقل شده است (اندریزی و همکاران، ۱۹۸۴). تاتیننی و همکاران (۱۹۹۵) با ارزیابی تنوع ریخت‌شناختی و ژنتیکی ژنوتیپ‌های پنبه‌های تار متوسط با روش RAPD و بررسی ارتباط تنوع خصوصیا ریخت‌شناختی عمق فرورفتگی‌های سطح قوزه و ژنتیک آن، تمایز معنی‌دار ریخت‌شناختی ژنوتیپ‌ها از نظر این خصوصیت مشاهده و با استفاده از تجزیه خوشه‌ای دسته‌بندی کرده و چندشکلی ژنتیکی این خصوصیت را ثابت کردند.

ارقام گلبرگ کرم رنگ برگ پنجه مانند دارای شکل برش طولی قوزه تخم مرغی شامل ۲۰ رقم:
 ۱- اپال، ۲- بلی‌ایزو ور، ۳- پاک، ۴- تابلا دیلا، ۵- Number 210، ۶- زتا-۲، ۷- A-38، ۸- شیرپان ۵۳۹،
 ۹- S-R-1، ۱۰- بختگان، ۱۱- خرداد، ۱۲- هوپی کالا، ۱۳- سیکالا ۳۳، ۱۴- 73-6-485، ۱۵- آوانگارد،
 ۱۶- سیلند، ۱۷- گلستان، ۱۸- Number 200، ۱۹- Number 221 و ۲۰- ورامین بودند (جدول ۵).



شکل ۷- تمایز شکل گرد، تخم مرغی و مخروطی برش طولی قوزه در ارقام پنبه تار متوسط لامبرایت، سیلند و اولتان به ترتیب از راست به چپ

ارقام اپال، بلی‌ایزوور، و پاک فاقد حفره‌های سطحی قوزه یا دارای حفره‌های خیلی ریز دندانه متوسط براکته بودند و با توجه به مشابه بودن از لحاظ این دو صفت، رقم پاک به لحاظ بالاتر بودن موقعیت کلالة نسبت به پرچم‌ها در مقایسه با همتراز بودن این موقعیت در دو رقم اپال و بلی‌ایزوور از آن دو متمایز گردید. همچنین دو رقم اپال و بلی‌ایزوور که از نظر موقعیت همتراز کلالة نسبت به پرچم‌ها مشابه بودن، به ترتیب براساس خیلی زیاد و زیاد پرزدار بودن سطح زیرین برگ از یکدیگر متمایز شدند (جدول ۵).

رقم تابلا دیلا و ژنوتیپ Number 210 نیز که از لحاظ صفات حفره‌های سطحی قوزه، دندان‌دار بودن براکته، موقعیت کلالة نسبت به پرچم‌ها، پرزدار بودن سطح زیرین برگ، شکل گیاه و تراکم کرک بذر به ترتیب فاقد یا دارای حفره‌های سطحی قوزه خیلی ریز، دندان براکته متوسط، موقعیت بالاتر کلالة نسبت به پرچم‌ها، پرزدار بودن متوسط سطح زیرین برگ، شکل گیاه مخروطی و تراکم کرک بذر زیاد و در نتیجه مشابه بودن، به لحاظ باز و نیمه بسته بودن تیپ گل‌دهی گیاه به ترتیب در این دو رقم، از یکدیگر متمایز شدند (جدول ۵ و شکل ۹). به‌طور طبیعی شاخه زایا پنبه دارای الگوی رشد نامحدود بوده ولی به تدریج طول میانگره‌ها کاهش یافته، به‌گونه‌ای که فنوتیپ تغییر شکل یافته دارای یک میانگره شاخه زایا که فنوتیپ شاخه کوتاه نامیده می‌شود، با توارث تک ژنی مغلوب و توسط ژن cl_2 کنترل گردیده و به‌صورت جفتی و هومولوگ در مکان ژنی (cl_2cl_2) است، یافت شد. در مقابل الگوی گل‌دهی بسته در پنبه تار بلند نیز از توارث تک ژنی مغلوب برخوردار بوده و توسط ژن cl_1 کنترل می‌شود، قبلاً مشخص شده و با میانگره‌های کوتاه و شاخه‌های زایای کمتر از فنوتیپ شاخه کوتاه دارای مکان ژنی cl_2cl_2 و برخوردار از رشد محدود، شناخته می‌شود. ژن کوتاهی میانگره شاخه زایا، cl_2 در گروه پیوستگی شماره I کروموزوم شماره ۷ زیرژنوم A واقع شده و ژن الگوی گل‌دهی بسته، cl_1 در گروه پیوستگی شماره III کروموزوم شماره ۱۶ در زیرژنوم D قرار گرفته است. تنوع تظاهر ژن‌های cl_1 و cl_2 در ارتباط با یکدیگر و به تنهایی، سبب بروز ژن‌های تغییر دهنده، تأثیر متغییر و فنوتیپ‌های متنوع مانند تیپ گل‌دهی نیمه بسته گردیده است. همچنین یک ژن الگوی گل‌دهی بسته دیگر به نام cl_3 نیز شناخته شده که در گروه پیوستگی شماره III کروموزوم شماره ۱۶ واقع گردیده و به واسطه ۲۴/۲ واحد نوترکیب از ژن cl_1 متفاوت است (پرسی و کهل، ۱۹۹۹).

رقم زتا-۲، ژنوتیپ A-38، رقم شیرپان ۵۳۹ و ژنوتیپ S-R-1 از لحاظ صفات حفره‌های سطحی قوزه، دندان‌دار بودن براکته، موقعیت کلالة نسبت به پرچم‌ها و پرزدار بودن سطح زیرین برگ به ترتیب دارای حفره‌های سطحی قوزه ریز، دارای دندان کوتاه براکته، موقعیت بالاتر کلالة نسبت به پرچم‌ها مشابه بوده ولی به لحاظ کم پرز بودن سطح زیرین برگ رقم زتا-۲ و ژنوتیپ A-38 و زیاد بودن پرز سطح زیرین برگ رقم شیرپان ۵۳۹ و ژنوتیپ S-R-1، کروی بودن شکل گیاه رقم زتا-۲ و ژنوتیپ S-R-1، آن‌ها را از ژنوتیپ A-38 و رقم شیرپان ۵۳۹ که از شکل گیاه مخروطی برخوردار بودند، متمایز کرد (جدول ۵). بنابراین در این گروه از ارقام و ژنوتیپ‌ها صفات پرزدار بودن سطح زیرین برگ و شکل گیاه ارقام را از یکدیگر متمایز کردند.

ارقام بختگان و خرداد به لحاظ صفات حفره‌های سطحی قوزه، دندان‌دار بودن براکته و موقعیت کلالة نسبت به پرچم‌ها به ترتیب دارای حفره‌های سطحی قوزه ریز، از نظر دندان‌دار بودن براکته متوسط، موقعیت بالاتر کلالة نسبت به پرچم‌ها، فاقد یا خیلی کم بودن پرز سطح زیرین برگ و کروی

بودن شکل گیاه صفات مشابه بودند و در نتیجه قابل تمایز از یکدیگر نبودند، ولی رقم بختگان دارای تراکم زیاد و رقم خرداد از تراکم متوسط کرک بذر برخوردار بودند و به واسطه این صفت از یکدیگر متمایز شدند (جدول ۵ و شکل ۸). از این رو صفت تراکم کرک بذر صفت ممیزه این دو رقم محسوب می‌شود.

ارقام هوپی کالا و سیکالا ۳۳ و ژنوتیپ 485-6-73 به لحاظ این که هردو از حفره‌های ریز سطحی قوزه و دندانه‌دار بودن متوسط براکته برخوردار بودند مشابه بوده، ولی باتوجه به بالاتر بودن موقعیت کلالة نسبت به پرچم‌ها در رقم هوپی کالا نسبت به رقم سیکالا ۳۳ و ژنوتیپ 485-6-73 که از موقعیت هم‌تراز کلالة نسبت به پرچم‌ها برخوردار بودند، متمایز گردید (جدول ۵). همچنین رقم سیکالا ۳۳ و ژنوتیپ 485-6-73 به علت کم‌پرز بودن سطح زیرین برگ و شکل کروی گیاه باهم مشابه بودند، به واسطه به‌ترتیب متوسط و زیاد بودن تراکم کرک بذر از یکدیگر قابل تفکیک گردیدند (جدول ۵). باتوجه به این نتایج، صفات موقعیت کلالة نسبت به پرچم‌ها و تراکم کرک بذر این گروه از ارقام گلبرگ کرم رنگ برگ پنجه مانند دارای شکل برش طولی قوزه تخم مرغی را از یکدیگر متمایز ساخت.

رقم آوانگارد دارای حفره‌های ریز سطحی قوزه و دندانه‌های بلند براکته بوده و بدین ترتیب از سایر ارقام گروه گلبرگ کرم رنگ برگ پنجه مانند دارای شکل برش طولی قوزه تخم مرغی متمایز بود (جدول ۵). رقم سیلند نیز به واسطه حفره‌های متوسط سطحی قوزه و دندانه‌های کوتاه براکته از دیگر ارقام گروه گلبرگ کرم رنگ برگ پنجه مانند دارای شکل برش طولی قوزه تخم مرغی متمایز شد (جدول ۵).

رقم گلستان دارای حفره‌های متوسط سطحی قوزه و دندانه‌های متوسط براکته بوده و موقعیت هم‌تراز کلالة نسبت به پرچم‌ها داشته و سطح زیرین برگ آن به‌طور متوسط پرزدار بود و براساس این صفات از سایر ارقام گروه گلبرگ کرم رنگ برگ پنجه مانند دارای شکل برش طولی قوزه تخم مرغی متمایز یافت (جدول ۵). ژنوتیپ‌های Number 200 و Number 221 هردو دارای حفره‌های متوسط سطحی قوزه بوده ولی این دو ژنوتیپ به‌ترتیب از دندانه‌های متوسط و بلند براکته برخوردار بوده و بدین واسطه از یکدیگر متمایز گردیدند (جدول ۵).

رقم ورامین نیز تنها رقم برخوردار از حفره‌های درشت سطحی قوزه در ارقام گروه گلبرگ کرم رنگ، برگ پنجه مانند و دارای شکل برش طولی قوزه تخم‌مرغی و براساس این صفت از تمامی ارقام دیگر این گروه متمایز و دارای دندانه‌های متوسط براکته بود (جدول ۵).



شکل ۸- تراکم متوسط و زیاد کرک روی بذر به ترتیب از راست به چپ در ارقام پنبه تار متوسط خرداد و آوانگارد



شکل ۹- شکل کروی و مخروطی گیاه در بلوغ سبز در ارقام تار متوسط هوپی کالا و تابلا دیلا به ترتیب از راست به چپ

نتیجه گیری

براساس نتایج این تحقیق، با بررسی ۲۲ صفت ریخت‌شناختی کیفی منطبق با دستورالعمل ملی آزمون تمایز، یکنواختی و پایداری (DUS) ۳۶ رقم و ژنوتیپ پنبه طی دوسال مشخص گردید، برمبنای رنگ گلبرگ ارقام و ژنوتیپ‌ها به‌طور کلی به دو گروه متمایز گلبرگ زرد و کرم تقسیم شدند. تمامی ارقام قرار گرفته در گروه ارقام گلبرگ زرد رنگ به پنبه تار بلند و همه ارقام قرار گرفته در گروه گلبرگ کرم رنگ به پنبه تار متوسط تعلق داشتند. از میان ارقام گلبرگ زرد رنگ که پنبه‌های تار بلند دکنتر عمومی، گیزا و ترمز ۱۴ هستند، رقم ترمز ۱۴ به‌علت همتراز بودن موقعیت کلالة نسبت به پرچم‌ها، دندانه‌دار بودن متوسط براکته در بلوغ سبز و زیاد پرزدار بودن سطح زیرین برگ از دو رقم دیگر این گروه متمایز شد. ارقام گلبرگ کرم رنگ نیز براساس شکل برگ به دو گروه برگ پنجه مانند و برگ نیزه مانند تفکیک شدند. ارقام گروه برگ نیزه‌ای مانند ۳ رقم سپید، اکرا برگ قرمز و سوپر اکرا بودند که از میان آن‌ها صفات شکل برش طولی قوزه و رنگ کرک بذر ۳ رقم را از یکدیگر متمایز کردند.

جدول ۵- تمایز ارقام و ژنوتیپ‌های برگ پنجه مانند با استفاده از دیگر خصوصیات ریخت‌شناختی کیفی

خصوصیات ریخت‌شناختی کیفی								
رقم / ژنوتیپ	شکل برش طولی قوزه	حفره‌های سطحی قوزه	شکل گیاه در بلوغ سبز	دندانه‌دار بودن براکته در بلوغ سبز	موقعیت کلالة نسبت به پرچم‌ها	پرزدار بودن سطح زیرین برگ	تراکم کرک بذر	تیپ گل‌دهی گیاه

			متوسط	متوسط	گرد	مهر
			بلند	متوسط	گرد	براکت‌فریگو
			بلند	ریز	گرد	برگ قرمز
	متوسط	بالاتر	متوسط	ریز	گرد	لامبرایت
	زیاد	بالاتر	متوسط	ریز	گرد	Sp-731
	کم	همتراز	متوسط	ریز	گرد	73-6-484
	متوسط	همتراز	متوسط	ریز	گرد	Q-30
	متوسط	همتراز	متوسط	ریز	بیضوی	ارمغان
	ندارد یا خیلی کم	همتراز	بلند	ندارد یا خیلی ریز	مخروطی	اولتان
	کم	همتراز	متوسط	متوسط	مخروطی	کوکر ۳۱۲
	زیاد	بالاتر	متوسط	ندارد یا خیلی ریز	مخروطی	بلغار ۹۹۶
	خیلی زیاد	همتراز	متوسط	ندارد یا خیلی ریز	تخم مرغی	اوپال
	زیاد	همتراز	متوسط	ندارد یا خیلی ریز	تخم مرغی	بلی ایزو ور
	زیاد	بالاتر	متوسط	ندارد یا خیلی ریز	تخم مرغی	پاک
باز	زیاد	بالاتر	متوسط	مخروطی	تخم مرغی	تاپلادیل
نیمه‌بسته	زیاد	بالاتر	متوسط	مخروطی	تخم مرغی	No.210
		بالاتر	کوتاه	کروی	تخم مرغی	زتا-۲
		بالاتر	کوتاه	مخروطی	تخم مرغی	A-38
		بالاتر	کوتاه	مخروطی	تخم مرغی	شیرپان ۵۳۹
		بالاتر	کوتاه	کروی	تخم مرغی	S-R-1
زیاد	ندارد یا خیلی کم	بالاتر	متوسط	کروی	تخم مرغی	بختگان
متوسط	ندارد یا خیلی کم	بالاتر	متوسط	کروی	تخم مرغی	خرداد
	کم	بالاتر	متوسط		تخم مرغی	هوپی کالا
متوسط	کم	همتراز	متوسط	کروی	تخم مرغی	سیکالا ۳۳
زیاد	کم	همتراز	متوسط	کروی	تخم مرغی	73-S-485
			بلند		تخم مرغی	آوانگارد
			کوتاه	متوسط	تخم مرغی	سیلند
	متوسط	همتراز	متوسط	متوسط	تخم مرغی	گلستان
		بالاتر	متوسط	متوسط	تخم مرغی	Number 200
				متوسط	تخم مرغی	No.221
				درشت	تخم مرغی	ورامین

ارقام گروه برگ پنجه‌ای مانند نیز که بالغ بر ۳۱ رقم و ژنوتیپ مورد ارزیابی بودند، بر مبنای صفت شکل برش طولی قوزه به ۳ گروه اصلی تقسیم شدند. بیشترین تعداد ارقام این گروه به تعداد ۲۰ رقم و ژنوتیپ به گروه شکل برش طولی قوزه تخم مرغی تعلق داشتند که ارقام این گروه نیز بر اساس ۷ خصوصیت حفره‌های سطحی قوزه، دنداندار بودن براکته، موقعیت کلاله نسبت به پرچم‌ها، پرزدار بودن سطح زیرین برگ، شکل گیاه تراکم، کرک بذر و تیپ گل‌دهی گیاه از یکدیگر متمایز شدند. بنابراین و باتوجه به اهمیت خصوصیات ریخت‌شناختی کیفی متمایز، یکنواخت و پایدار در شناسایی و ارزیابی خلوص

ژنتیکی ارقام و ژنوتیپها در فرآیند کنترل و گواهی بذر و شناسایی و ثبت ارقام، ۷ خصوصیت ریخت‌شناختی کیفی مذکور از قابلیت متمایز کردن ارقام و ژنوتیپهای پنبه تار متوسط برخوردار بودند.

منابع

1. Agrawal, P.K. 1992. Cultivar purity. pp. 170-178. In: Agrawal, P.K. and M. Dadlani (eds.), Techniques in seed science and technology (2ndEd.). South Asian Pub. PVT. LTD. New Delhi, India.
2. Agrawal, R.L. 1996. Identifying characteristics of crop varieties (2nd Ed.). Oxford and IBH Publishing CO. PVT. LTD.
3. Agrawal, P.K. 2002. Cultivar purity test, In: Principles of seed technology, pp: 96-104. Indian Council of Agricultural Research, New Delhi.
4. International Union for the Protection of New Varieties of Plants. 2018. Guidelines for the conduct of tests for distinctness, uniformity and stability Cotton (*Gossypium* L.). International Union for the Protection of New Varieties of Plants (UPOV). Geneva.
5. Agricultural Research Education and Extensions Organization, 2007. National guidelines for the conduct of tests for distinctness, uniformity and stability in tetraploid cotton. Ministry of Jihad-e-Agriculture, Agricultural Research Education and Extensions Organization (AREEO), Seed and Plant Certification and Registration Institute (SPCRI), (in Persian).
6. Ministry of Jihad-e-Agriculture, 2011. Agriculture statistics, first volume-horticultural and field crops, 2009-10 crop year. Ministry of Jihad-e-Agriculture, Programing and economics deputy, Statistics and Information Technology Office, (in Persian).
7. United States Department of Agriculture. 2014. Cotton world supply, use, and trade. Available at www.fas.usda.gov/cotton/current/
8. Organization for Economic Cooperation and Development, 2015. OECD seed schemes 2015, OECD schemes for the varietal certification or the control of seed moving in international trade. Organization for Economic Cooperation and Development (OECD), Paris.
9. Brubaker, C.L., Bourland, F.M., and Wendel, J.F. 1999. The origin and domestication of cotton, p: 3-32, In: Cotton, origin, technology and production, by: Wayne Smith, C. and Cothran, J. T. (eds.), John Wiley and Sons, Inc.
10. Endrizzi J.E., Turcotte, E.L., and Kohl, R.J., 1984. Qualitative genetics, cytology and cytogenetics, In: Cotton, pp: 82-131, By: Kohl, R.J. and Lewis, C.F. No. 24, American Society of Agronomy, Inc., Crop Science Society of America, Inc., Soil Science Society of America Inc., Publishers, Madison, Wisconsin, USA.

11. Fryxell, P.A. 1984. Taxonomy and germplasm resources, *In: Cotton*, pp: 27-58, By: Kohl, R.J. and Lewis, C.F. No. 24, American Society of Agronomy, Inc., Crop Science Society of America, Inc., Soil Science Society of America Inc., Publishers, Madison, Wisconsin, USA.
12. Mozafari, J., Sadeghian, S.Y., Mobasser, S., Hkadem, H. and Mohammadi, S.A. 2010. Principles of plant variety protection. Ministry of Jihad-e-Agriculture Agricultural Research Education and Extensions Organization (AREEO), Seed and Plant Certification and Registration Institute (SPCRI), (in Persian).
13. Percival, A.E., Wendel, J.F., and Stewart, J.M. 1999. Taxonomy and germplasm resources. *In: cotton, origin, history, technology and production*, pp: 33-63, Wayne Smith, C. and Cothren, J. T., John Wiley and Sons, Inc.
14. Percy, R.G., and Kohel, R.J. 1999. Qualitative genetics. *In: cotton, origin, history, technology and production*, pp: 319-360, Wayne Smith, C. and Cothren, J. T., John Wiley and Sons, Inc.
15. Rolfs, F.J. 1998. NTSYS-pc. Numerical taxonomy and multivariate analysis system, version 2.02. Exter Software, Setauket, NY.
16. Thomson, J.R. 1979. Release and registration of cultivars, *In: An introduction to seed technology*, pp: 168-176, Leonard Hill.
17. Tianzhen, Z., and Jiaju, P. 2000. Hybrid seed production in cotton. *In: Heterosis and hybrid seed production in agronomic crops*. By: Basra, A.S. (ed.), pp: 149-184. Food Products Press.
18. Umarani, R., Jerlin, R., Natarajan, N., Masilmani, P., and Ponnuswamy, A.S. 2006. Cultivar identification, *In: Experimental seed science and technology*, by: pp: 93-101, Agrobios, India.
19. Van Gastel, A. J. G. 1996. Variety evaluation. Pp.:141-150 *In: Seed science and technology*, By: Van Gastel, A.J.C., Pagnotta, D.M., and Porceddu, E. (eds.), International Center for Agricultural Research in the Dry Areas (ICARDA), Aleppo, Syria.
20. Van Gastel, A.J.G., and Bishaw, Z. 1996. Different methods of variety maintenance. *In: Seed science and technology*, By: Van Gastel, A.J.G., Pagnotta, D. M., and Porceddu, E. pp: 151-160, ICARDA, ALEPPO, SYRIA.

