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

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

آیدین حمیدی[1*]، موسی الرضا وفایی تبار[2]، عباداله بانیانی[3]، فردین خزایی[4]

[1]دانشیار مؤسسه تحقیقات ثبت وگواهی بذر و نهال، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران
[2و3]به‌ترتیب 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
[4]کارشناس‌ارشد مؤسسه تحقیقات ثبت وگواهی بذر و نهال، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران

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

چکیده

به‌منظور ارزیابی خصوصیات ریخت‌شناختی کیفی۳۶ رقم و ژنوتیپ پنبه در این تحقیق در سال-های۹۲-۱۳۹۱، ۲۲خصوصیت 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 و ژنوتیپ‌های گلبرگ کرم رنگ پنبه‌های تار متوسط بودند. از میان ارقام گلبرگ زرد رنگ، شامل ارقام دکتر عمومی، گیزا و ترمز۱۴، رقم ترمز۱۴، به‌علت همتراز بودن موقعیت کلاله نسبت به پرچم‌ها از ۲ رقم دیگر متمایز شد. ارقام گلبرگ کرم رنگ نیز براساس شکل برگ به۲ گروه برگ پنجه مانند و برگ نیزه‌ای تفکیک شدند. ارقام و ژنوتیپ‌های برگ نیزه‌ای۳ رقم سپید، اکرا برگ قرمز و سوپر اکرا بودند که در میان آن‌ها خصوصیت شکل برش طولی قوزه و رنگ کرک بذر۳ رقم را از یکدیگر متمایز کردند. ارقام و ژنوتیپ‌های برگ پنجه‌ای نیز که بالغ۳۱ رقم و ژنوتیپ مورد ارزیابی بودند، برمبنای صفت شکل برش طولی قوزه به۳ 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 براساس۷ خصوصیت ریخت‌شناختی کیفی حفره‌های سطحی قوزه، دندانه‌دار بودن براکته، موقعیت کلاله نسبت به پرچم‌ها، پرزداربودن سطح زیرین برگ، شکل گیاه در بلوغ سبز، تراکم کرک بذر و تیپ گل‌دهی گیاه از یکدیگر متمایز شدند.

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

*نویسنده مسئول: a.hamidi@areeo.ac.ir

مقدمه

پنبه[1] یکی ازمهم‌ترین گیاهان زراعی استو در سال‌های ۱۴-۲۰۱۳، سطح زیر کشت، تولید و میانگین عمکرد پنبه در جهان به‌ترتیب ۳۳ میلیون هکتار، ۲۶/۳۱ میلیون تن و ۷۷۱ کیلوگرم در هکتار بوده است (وزارت کشاورزی ایالات متحده امریکا، ۲۰۱۴). در سال زراعی ۹۶- ۱۳۹۵، سطح برداشت، میزان تولید و عملکرد پنبه کشور به‌ترتیب۷۴۸۵۰ 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 به‌ترتیب ۱۱۶۹۶ هکتار، ۲۲۶۶۸ تن و۲۰۰۰ (زراعت آبی) و ۹۸۰ (زراعت دیم) کیلوگرم در هکتار بوده است (وزارت جهادکشاورزی، ۱۳۹۷).

پنبه گیاهی از تیره پنیرکیان[2] و جنس *گوسیپیوم* با حدود۳۰ گونه دیپلوئید(دارای۲۶ کروموزوم، ۲n=۲۶) و ۴۰ گونه تتراپلوئید (دارای۵۲ کروموزوم، ۲n=۵۲) است(پرسیوال و همکاران، ۱۹۹۹). مهم‌ترین گونه‌های زراعی پنبه که آلوتتراپلوئید بوده و از دنیای جدید (مرکز و جنوب قاره آمریکا) نشأت گرفته‌اند، گونه‌های *گوسیپیوم هیرسوتوم*[3] (پنبه تارمتوسط[4]) و *گوسیپیوم باربادنس*[5] (پنبه تاربلند[6]) می‌باشند (بروبیکر 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[7] آن‌ها، که تنها ازطریق فرآیند شناسایی و ثبت ارقام[8] 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 ریخت شناختی (مورفولوژیک) رقم با تیپ ثبت شده آن[9]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 به‌معنی 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[1] 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 ازتیپ[2]، کاهش یابد که اصطلاحاً زوال رقم نامیده می‌شود و تجمع آن در جمعیت، باعث افت کیفیت و کارکرد بذر [3]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 به‌منظور جلوگیری از تلاقی‌های طبیعی یا اختلاط مکانیکی، خارج نمودن بوته‌های خارج ازتیپ، اجتناب از تغییر ژنتیکی کنترل مداوم مزارع و بررسی خلوص ژنتیکی رقم با آزمون کرت های کنترلی منظّم اهمیت زیادی دارد (آگراوال، ۲۰۰۲).

فرایند شناسایی و ثبت رقم با اجرای آزمون یکنواختی، تمایز و پایداری (DUS)[4]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 برمبنای دستورالعمل اتحادیه بین‌المللی حمایت از ارقام جدید گیاهی (UPOV)[5] 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)[6] نیز ۲۴ خصوصیت ریخت‌شناختی پنبه از

1- Cultivar performance
2- Off- type
3- Seed performance
4- Distincness Uniformity and stability(DUS)
5- Union of Plants new Varieties Protection(UPOV)
6- Organization of Economic Co-operation and Development(OECD)

خصوصیات ریخت شناختی معرفی شده توسط این اتحادیه را برای انجام آزمون کرت‌های کنترلی و بازرسی مزارع تولید بذر پنبه ابلاغ کرده است(سازمان همکاری‌های اقتصادی و توسعه، ۲۰۱۵). یکی از مهم‌ترین کاربردهای ارزیابی تمایز ارقام ازلحاظ خصوصیات ریخت شناختی و یکنواختی و پایداری تمایز این خصوصیات، استفاده از خصوصیات ریخت‌شناختی متمایز، یکنواخت و پایدار به‌عنوان شناسه[1] های ریخت‌شناختی برای شناسایی گیاهان دارای تیپ رقم یا ژنوتیپ و گیاهان خارج تیپ می‌باشد(وان گاستل و بیشاو، 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 شناسائی 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 کیفی۳۶ رقم و ژنوتیپ پنبه تار بلند و تار متوسط با آزمونDUS، با همکاری مؤسسه تحقیقات ثبت و گواهی بذر و نهال و مؤسسه تحقیقات پنبه کشور به‌مدت دو سال در مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیع استان تهران در ورامین اجرا گردید.

مواد و روش‌ها

این پژوهش به‌منظور ارزیابی خصوصیات ریخت‌شناختی کیفی۳۶ 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[2]، ۱۰- بلی ایزو ور[3]، ۱۱- براکت-فریگو[4]، ۱۲- بلغار۹۹۶[5]، ۱۳- شیرپان ۵۳۹[6]، ۱۴- کوکر۳۱۲[7]، ۱۵-هوپی‌کالا[8]، ۱۶- لامبرایت[9]، ۱۷- برگ- قرمز[1]، ۱۸-

1- Deacriptors
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- سیکالا۳۳[۵]، ۲۶-Sp-731، ۲۷-S-R-1، ۲۸- سوپر اکرا[۶]، ۲۹- تابلادیلا[۷]، ۳۰- زتا-۲[۸]، ۳۱-73-S-485، ۳۲- اولتان و ۳۳-پاک و ارقام تار بلند، ۳۴- دکتر عمومی، ۳۵-گیزا[۹] و ۳۶- ترمز ۱۴[۱۰]، در سال‌های ۱۳۹۱ تا ۱۳۹۲ انجام شد.

بذر لاین‌های خالص این ارقام و ژنوتیپ ها 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 یادداشت‌برداری 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 ریخت شناختی پنبه، ارزیابی ۲۲ خصوصیت ریخت‌شناختی کیفی شامل: ۱- رنگ گلبرگ گل، ۲- شدت لکه پای گلبرگ، ۳- رنگ گرده، ۴- موقعیت کلاله 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 ۵۰درصد بوته‌ها، ۱۲- دندانه‌دار بودن براکته در بلوغ سبز، ۱۳- شکل برش طولی قوزه، ۱۴- حفره‌های سطحی قوزه ، ۱۵- برجستگی نوک قوزه، ۱۶- شکل گیاه دربلوغ سبز، ۱۷- تراکم برگ‌دهی گیاه دربلوغ سبز، ۱۸ - زمان باز شدن قوزه در زمانی‌که ۵۰ درصد گیاهان حداقل یک قوزه باز شده، داشته باشند، ۱۹- درجه شکفتگی 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[1]، ۲۰۰۷). بدین‌منظور بذرهای 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 یادداشت‌برداری۲۲ خصوصیت ریخت‌شناختی کیفی آن‌ها با رعایت نکات: اجرا حداقل در دو فصل رویشی مجزا، انجام تمامی مشاهدات برروی ساقه و برگ‌های کاملاً توسعه یافته و برروی شاخه بارده در مرحله گل‌دهی در پایین‌ترین شاخه بارده، برروی گل در روز اول گل‌دهی، برروی قوزه در مرحله بلوغ سبز(قبل از شکفتگی) و بر روی بذر و الیاف در مرحله بلوغ کامل انجام شدند.

به‌منظور 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 ارقامو ژنوتیپ‌های حداقل متمایز از لحاظ یک خصوصیت از یکدیگر متمایز گردیدند. به‌منظور 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 از۲۲ خصوصیت ریخت‌شناختی کیفی ارزیابی شده، ۱۱ خصوصیت شامل: ۱-رنگ گلبرگ، ۲-موقعیت کلاله 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 ژنوتیپ های مورد ارزیابی متمایز بودند.

براساس دستورالعمل ملی آزمون‌های تمایز، یکنواختی و پایداری (DUS) در پنبه تتراپلوئید، برای تسهیل در ارزیابی تمایز، ارقام و ژنوتیپ‌های مورد ارزیابی برحسب 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 به۲ گروه‌هایی تقسیم شدند(مؤسسه تحقیقات ثبت و گواهی بذر و نهال، ۲۰۰۷). براین 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 تاربلند هستند، براساس 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 شکل۱). 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[1] 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)[2] و بررسی ارتباط تنوع این خصوصیت و ژنتیک آن، تمایز معنی‌دار ژنتیکی ژنوتیپ‌های پنبه تار متوسط ازلحاظ خصوصیات ریخت‌شناختی رنگ گلبرگ و شدت رنگ لکه پای گلبرگ را مشاهده کردند.

جدول ۱- تمایز اولیه۳۶ رقم و ژنوتیپ پنبه تارمتوسط و تاربلند مورد ارزیابی براساس رنگ گلبرگ

	خصوصیت ریخت‌شناختی کیفی رنگ گلبرگ	
	کرم	زرد
رقم/ ژنوتیپ	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- هوپی‌کالا، 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-تابلادیلا، ۳۰- زتا-۲، ۳۱-S-485-73، ۳۲- اولتان و ۳۳- پاک	۱- دکتر عمومی، ۲- گیزا و ۳- ترمز۱۴

[1] Duplicate

[2] Random Amplified Polymorphic DNA(RAPD)

شکل۱- تمایز رنگ گلبرگ در ارقام پنبه تار بلند با رنگ زرد گیزا، ترمز۱۴ و دکتر عمومی (به‌ترتیب از راست به چپ) و تار متوسط آوانگارد با رنگ کرم

در میان ارقام دارای رنگ گلبرگ زرد، رقم ترمز۱۴ به‌واسطه متوسط بودن همتراز بودن موقعیت کلاله نسبت به برچم‌ها، حالت دندانه‌دار 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 (جدول۲ و شکل‌های۲ و ۳). گل پنبه تار متوسط دارای نافه است و خامه به تنهایی با لوب‌های کلاله 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[1] در بالای نوشگاه‌ها[2] بوده که شکل آن‌ها تخم مرغی، طول آن‌ها تا۶۰ میلی‌متر و عرض آن‌ها ۴۵ میلی‌متر و دارای ۱۹-۷ دندانه می‌باشند. همچنین طول لوله پرچم تقریباً ۲۵ میلی‌متر، کم رنگ، بدون پرز و دارای غده‌های منقوط است. طول میله‌های پرچم۴-۲ میلی‌متر و خامه از نافه بلندتر و دارای غده های منقوط است (فریکسل، ۱۹۸۴). شکل، اندازه و دندانه‌دار بودن براکته گل در پنبه‌های تتراپلوئید بسیار متغیر است (اندریزی و همکاران، ۱۹۸۴) و مشخص‌گردیده‌که 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. مکان‌ژنی *fg* یکی از۲ مکان ژنی شناسایی شده در گروه پیوستگی شماره VI کروموزوم

1- Iinvolucel
2- Nectaries

شماره ۳ می‌باشد (پرسی و کهل، ۱۹۹۹). تاتیننی و همکاران (۱۹۹۵) بـه روشRAPD تمـایز معنـی‌دار ژنتیکی ژنوتیپ‌های پنبه تارمتوسط ازلحاظ خصوصیات ریخت‌شناختی شکل برگ و براکتـه را مشـاهده کردند. الگوی پرز و تراکم آن روی بخش‌های رویشی پنبه از به‌شدت پرزدار[1] تا تقریباً بدون‌پـرز[2] متغیـر است (پرسی و کهل، ۱۹۹۹). ساقه‌های پنبه تار بلند عمدتاً دارای پرز کـم یـا بـدون پرزهـای سـتاره‌ای هستند (فریکسل، ۱۹۸۴). بررسی های اولیه حاکی از این بود که الگوی پـرزدار بـودن را ۹ مکـان ژنـی کنترل می‌کنند که بعداً مشخص گردید برخی از آن‌ها درواقع مکان ژنی آلل‌ها بوده و در حـال حاضـر۵ مکان ژنی اصلی t_1 تا t_5 شناسایی شده‌اند که۲ مکان ژنیt_1 و t_2 چندآللی هستند. مکان ژنی t_1 بخشی از گروه پیوستگی شماره IV کروموزوم شماره۶ است. در پنبه تار بلند، مکان‌های ژنیt_4 و t_5، آلل‌های T_4 و T_5 به‌ترتیب سبب گسترش پرزه به سطح بالایی بـرگ و افـزایش طـول پـرز مـی‌گردنـد. پـرزدار بـودن اندام‌های هوایی بوته پنبه صفت مطلوبی برای مقاومت دربرابر آفات مکنده مانند زنجرک پنبه[3] می‌باشـد (پرسی و کهل، ۱۹۹۹).

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

رقم/ ژنوتیپ	خصوصیات ریخت‌شناختی کیفی		
	موقعیت کلاله نسبت به پرچم‌ها	دندانه‌دار بودن براکته دربلوغ سبز	پرزدار بودن سطح زیرین برگ
دکتر عمومی	بالاتر	کوتاه	ندارد یا خیلی کم
گیزا	بالاتر	کوتاه	ندارد یا خیلی کم
ترمز۱۴	همتراز	متوسط	زیاد

شکل۲- تمایز موقعیت بلندتر (راست و وسط) و همتراز (چپ) کلاله نسبت به پرچم‌ها به‌ترتیب در ارقام تار بلند، دکتر عمومی، گیزا و ترمز۱۴

1- Pubescent

2- Glabrous

3- *Empoasca* sp. Bery.& Zanon

شکل ۳- تمایز دندانه‌دار بودن متوسط و کوتاه براکته در بلوغ سبز ارقام تار بلند مورد ارزیابی به‌ترتیب، از راست به چپ در ارقام ترمز۱۴، دکتر عمومی، و گیزا و براکته فردار در پنبه تار متوسط براکت فریگو

ارقام دارای گلبرگ کرم رنگ 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(جدول۳ و شکل ۴). شکل برگ و لوب‌بندی آن درمیان گونه ها 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 دارای۵-۳ لوب نامشخص بوده که این لوب‌ها عموماً به شکل مثلثی تا تخم مرغی، نوک تیز تا نوک نیزه‌ای هستند(فریکسل، ۱۹۸۴). ژنl_2، ژن کنترل کننده برگ پنجه مانند پنبه تار متوسط، دارای آلل‌های مغلوب در مکان ژنی آن، شامل برگ بامیه‌ای[1](L_2^o)، شبه بامیه‌ای (L_2^u)[2] و فوق بامیه‌ای (L_2^s)[3]، می‌باشد. این شکل‌های متفاوت آللی سبب تغییر تعداد لوب‌ها، افزایش عمق فرو رفتگی‌ها و کاهش سطح پهنک برگ می‌گردند و نهایت آن برگ فوق‌بامیه‌ای 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 نیزه ای L_1^l، 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 آلل، برعکس آلل‌های L_2^o، L_2^u و L_2^s، در پنبه تار متوسط لوب‌بندی برگ را از۵ به۳ یا حتی۱ لوب کاهش داده و وقتی به پنبه تار بلند انتقال یافته معمولاً با افزودن دو زائده شاخی شکل، ایجاد برگ نیزه‌ای شکل با۷ لوب می‌نماید. الل برگ نیزه‌ای L_1^l و برگ بامیه‌ای L_2^o هومولوگ هستند. مکان ژنی L_1 بخشی از گروه پیوستگی شماره VIII کروموزوم شماره۱ می‌باشد (پرسی و کهل، ۱۹۹۹).

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

نیزه مانند	خصوصیات ریخت‌شناختی کیفی شکل برگ
	پنجه مانند
سپید، اکرای برگ قرمز و سوپر اکرا	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- بلغار۹۶۶، ۱۲- شیرپان۵۳۹، ۱۳- کوکر۳۱۲، ۱۴- هوپی‌کالا، 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- سیکالا۳۳، ۲۵-Sp-731، ۲۶-S-R-1، ۲۷ - تابلادیلا، ۲۸- زتا-۲، ۲۹- 73-S-485، ۳۰- اولتان و ۳۱- پاک

درمیان ارقام برگ نیزه مانند سپید، اکرا برگ قرمز و سوپر اکرا نیز رقم اکرا برگ قرمز به‌واسطه صفات شکل برش طولی قوزه و دندانه‌دار بودن براکته از دو رقم سپید و سوپر اکرا متمایز بود و شکل برش طولی قوزه رقم، اکرا برگ قرمز گرد و به لحاظ دندانه‌دار بودن براکته متوسط بود (جدول۴). این در حالی بود که شکل برش طولی قوزه دو رقم سپید و سوپر اکرا تخم مرغی و از دندانه‌های براکته بلند بودند. با این وجود این دو رقم برمبنای رنگ کرک بذر و پرزدار بودن سطح زیرین برگ از هم متمایز بودند، به‌طوری‌که 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 آلوتتراپلوئید از سفید، کرم، سبز تا قهوه‌ای متغیر است. در پنبه تار متوسط یک ژن جهش‌یافته غالب L_g وجود دارد که در هنگام بازشدن قوزه، کرک‌های نرم به وضوح سبز رنگ روی بذر را که به تدریج کم رنگ‌تر می‌شود، ایجاد می‌کند همچنین پایه‌هایی از پنبه تار متوسط وحشی، درجات مختلفی از کرک سبز و تارهای سفید دارند و لاین بذر سبز فلوریدا[1] کرک‌های سبز تیره و تارهای سفید رنگ دارد. جهش‌یافته‌های دارای کرک سبز به‌عنوان آلل‌های موجود در مکان

1- Florida green seed

ژنی Lg، شناسایی شده‌اند (اندریزی و همکاران، ۱۹۸۴). شکل تغییر یافته آللی ناشی از ژن L_g، ایجاد و تارهای سفید رنگ و کرک‌های سبز می‌کند که به صورت L_g^f نشان داده می‌شود. مکان ژنی L_g 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[1] ستاره‌ای بوده و آلل t_1 مکان ژنی t_1 با برهمکنش در۳ 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).

شکل۴- تمایز شکل برگ در ارقام تارمتوسط، 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

رقم/ ژنوتیپ	خصوصیات ریخت‌شناختی کیفی			
	پرزدار بودن سطح زیرین برگ	دندانه‌دار بودن براکته 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، ۳مکان 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 به‌صورت 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 به‌صورت غالب برای لکه پای گلبرگ عمل کرده ولی اندازه و شدت بیان که ممکن است تحت تأثیر ژن‌های تغییردهنده باشد، به‌طور 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[1] پنبه تار متوسط، یک آلل R_2، که با نشانه R_2^v نشان داده می‌شود، قرمز رنگ‌بودن ساقه و رگبرگ‌ها را کنترل می‌کند. آلل دیگری نیز که با نشانه R_2^{np} 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 است‌که دارای غالبیت ناقص است و در حالت هتروزیگوت 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 به‌ترتیب از راست به چپ

1- Marie-galante

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

ارقام برگ پنجه مانند به واسطه۸ خصوصیت ریخت‌شناختی کیفی از یکدیگر متمایز شدند. از لحاظ شکل برش طولی قوزه، ارقام مهر، براکت فریگو، برگ قرمز، لامبرایت، Sp-731، 484-6-73 و Q-30 دارای شکل برش طولی قوزه گرد، رقم ارمغان دارای شکل برش طولی قوزه بیضوی، ارقام اولتان، کوکر ۳۱۲ و بلغار ۹۹۶دارای 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[1] (فاقد غده‌های حاوی گوسیپول[2])، بوده و از این لحاظ نیز متمایز از دیگر ارقام محسوب می‌شود. تاکنون۶ مکان ژنی کنترل‌کننده الگوی غده‌های حاوی گوسیپول اندام‌های هوایی پنبه شناسایی شده‌اند که آلل‌های غالب در مکان‌های ژنی gl_1، gl_2 و gl_3 سبب بروز الگوی طبیعی خال‌دار بودن در پنبه‌های تار متوسط شده و آلل مغلوب هوموزیگوس در مکان ژنی gl_1 باعث حذف غده‌های حاوی گوسیپول از ساقه و قوزه‌ها می‌گردد. آلل‌های 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 ازلحاظ بروز کاملاً معادل نبوده و آلل‌های gl_2 و gl_3 کاملاً غالب نیستند. مکان‌ژنی gl_2 از لحاظ ایجاد غده‌های حاوی گوسیپول برگ‌ها قوی‌تر بوده و مونومر $gl_2gl_2Gl_3Gl_3$ در مقایسه با به‌طور مؤثرتری غده های برگ‌ها را حذف می‌کند. مونومر $gl_2gl_2Gl_3Gl_3$ نیز از ویژگی اضافی کاهش شدید غده‌های دیواره‌های مادگی و قوزه برخوردار است. تنوع غده‌داربودن در میان برخی ارقام پنبه تار متوسط تاحدودی به‌علت بیان ضعیف‌تر ژنوتیپ مونومری $Gl_2Gl_2gl_3gl_3$ است. همچنین مکان‌های‌ژنی gl_1، gl_2 و gl_3 چندآللی 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 باوجود 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 چندانی نیافته اند. آلدئید سزکوئی‌ترپنوئید[1] گوسیپول بـه روش تضـاد[2] سـبب مقاومـت نسبت به آفات می‌گردد (پرسی و کهل، ۱۹۹۹). تـاتیننی و همکـاران (۱۹۹۵) تنـوع ریخـت‌شـناختی و ژنتیکی ژنوتیپ‌های پنبه‌های تار متوسط را به روش RAPD ارزیابی کرده و بضمن مطالعه ارتباط تنـوع خصوصیات ریخت‌شناختی و ژنتیک آن‌ها، تمایز معنی‌دار ریخت‌شناختی ژنوتیپ‌ها ازنظر خال‌دار بـودن نهنج را گزارش نمودند و چندشکلی ژنتیکی این خصوصیت با تجزیه خوشه‌ای و دسته‌بندی آن‌ها ثابـت کردند.

در میان ارقام برگ پنجه مانند و دارای شکل برش طولی قوزه گرد صفت حفره‌هـای سـطحی قـوزه آن‌ها را در دو گروه متمایز قرار داد، ارقام مهر و براکت فریگو دارای حفره‌های سـطحی قـوزه متوسـط و دیگر ارقام این گروه دارای حفره‌های سطحی قوزه ریز. همچنین دیگر ارقام این گروه بـه لحـاظ صـفت دندانه‌دار بودن براکته در دو گروه متمایز قرار گرفتند و ارقام براکت فریگـو و بـرگ قرمـز دارای دندانـه براکته بلند و سایر ارقام دارای دندانه براکته متوسط بودند. ارقام دارای دندانه براکته متوسط ایـن گـروه نیز به لحاظ صفت موقعیت کلاله نسبت به پرچم‌ها متمایز بوده و رقم لامبرایت و ژنوتیپ Sp-731 دارای موقعیت بالاتر کلاله نسبت به پرچم‌ها و ژنوتیپ‌های 484-6-73 و Q-30 موقعیت همتراز کلاله نسبت به پرچم‌ها بودند. همچنین رقم لامبرایت و ژنوتیپ Q-30 نیز دارای پرز سطح زیرین برگ متوسـط بـوده و ژنوتیپ‌های Sp-731 و 484-6-73 به‌ترتیب دارای پرز سـطح زیـرین بـرگ زیـاد و کـم بودند(جـدول۵). بنابراین صفات موقعیت کلاله نسبت به پرچم‌ها و پرزدار بودن سطح زیرین بـرگ ارقـام گلبـرگ کـرم 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، دندانـه‌دار بـودن براکته، موقعیت کلاله نسبت به پرچم‌ها و پرزدار بودن سطح زیرین برگ به‌ترتیب ریز، متوسط و همتراز و متوسط برخوردار بـود (جـدول ۵). ارقـام دارای شـکل بـرش طـولی قـوزه مخروطـی شـامل اولتـان، کوکر۳۱۲و بلغار۹۹۶ براساس صفات حفره‌های سطحی قوزه، دندانـه‌دار بـودن براکتـه، موقعیـت کلالـه نسبت به پرچم‌ها و پرزدار بودن سطح زیرین برگ از یکدیگر متمایز شدند. ازمیان آن‌ها، ارقـام اولتـان و بلغار۹۹۶ فاقد حفره‌های سطحی قوزه یا دارای حفره‌های سـطحی قـوزه خیلـی ریـز و رقـم کـوکر۳۱۲ دارای حفره‌های سطحی قوزه متوسط بودند. همچنین ارقام اولتان و کـوکر۳۱۲ دارای موقعیـت همتـراز کلاله نسبت به پرچم‌ها بوده و بدین‌ترتیب از رقم و بلغار۹۹۶ که دارای موقعیت بالاتر کلاله نسـبت بـه پرچم‌ها برخوردار بود، متمایز شدند. ازنظر پرزدار بودن سطح زیرین برگ نیـز بـه‌ترتیـب ارقـام اولتـان،

1- Sesquiterpenoid aldehyd

2- Antibiose

کوکر۳۱۲ و بلغار۹۹۶ فاقد پرز سطح زیرین برگ یا دارای پرز سطح زیرین برگ خیلی کم، کم و زیاد بودند(جدول۵). 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 به‌صورت 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 ازنظر 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- تابلادیلا، ۵-Number 210، ۶- زتا-۲، ۷-A-38، ۸- شیرپان۵۳۹، ۹-S-R-1، ۱۰-بختگان، ۱۱- خرداد، ۱۲- هوپی کالا، ۱۳-سیکالا۳۳ ، ۱۴- 73-6-485، ۱۵-آوانگارد، ۱۶-سیلند، ۱۷-گلستان، ۱۸-Number 200، ۱۹-Number 221 و ۲۰- ورامین بودند(جدول۵).

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

ارقام اپال، بلی‌ایزوور، و پاک فاقد حفره‌های سطحی قوزه یا دارای حفره‌های خیلی ریز دندانه متوسط براکته بودند و باتوجه به مشابه بودن از لحاظ این دو صفت، رقم پاک به لحاظ بالاتر بودن موقعیت کلاله نسبت به پرچم‌ها در مقایسه با همتراز بودن این موقعیت در دو رقم اپال و بلی‌ایزو ور از آن دو متمایز گردید. همچنین دو رقم اپال و بلی‌ایزو ورکه از نظر موقعیت همتراز کلاله نسبت به پرچم‌ها مشابه بودن، به‌ترتیب براساس خیلی زیاد و زیاد پرزدار بودن سطح زیرین برگ از یکدیگر متمایز شدند (جدول۵).

رقم تابلادیلا و ژنوتیپ Number 210 نیز که از لحاظ صفات حفره‌های سطحی قوزه، دندانه‌دار بودن براکته، موقعیت کلاله نسبت به پرچم‌ها، پرزدار بودن سطح زیرین برگ، شکل گیاه و تراکم کرک بذر به‌ترتیب فاقد یا دارای حفره‌های سطحی قوزه خیلی‌ریز، دندانه براکته متوسط، موقعیت بالاتر کلاله نسبت به پرچم‌ها، پرزدار بودن متوسط سطح زیرین برگ، شکل گیاه مخروطی و تراکم کرک بذر زیاد و درنتیجه مشابه بودن، به لحاظ باز و نیمه بسته بودن تیپ گل‌دهی گیاه به‌ترتیب در این دو رقم، از یکدیگر متمایز شدند (جدول۵ و شکل۹). به‌طورطبیعی شاخه زایا پنبه دارای الگوی رشد نامحدود بوده ولی به‌تدریج 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. درمقابل 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 زیرژنومA 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_2 و cl_1 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 گل دهی بسته دیگر به نام cl_3 نیز شناخته شده که در گروه پیوستگی شمارهIII 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، ژنوتیپA-38، رقم شیرپان۵۳۹ و ژنوتیپS-R-1 ازلحاظ صفات حفره‌های سطحی قوزه، دندانه‌دار بودن براکته، موقعیت کلاله نسبت به پرچم‌ها و پرزدار بودن سطح زیرین برگ به‌ترتیب دارای حفره‌های سطحی قوزه ریز، دارای دندانه کوتاه براکته، موقعیت بالاتر کلاله نسبت به پرچم‌ها مشابه بوده ولی به لحاظ کم پرز بودن سطح زیرین برگ رقم زتا-۲ و ژنوتیپA-38 و زیاد بودن پرز سطح زیرین برگ رقم شیرپان۵۳۹ و ژنوتیپS-R-1، کروی بودن شکل گیاه رقم زتا-۲ و ژنوتیپS-R-1، آن‌ها را از ژنوتیپA-38 و رقم شیرپان۵۳۹ که از شکل گیاه مخروطی برخوردار بودند، متمایز کرد(جدول۵). 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 به‌لحاظ صفات حفره‌های سطحی قوزه، دندانه‌دار بودن براکته و موقعیت کلاله نسبت به پرچم‌ها به‌ترتیب دارای حفره‌های سطحی قوزه ریز، ازنظر دندانه‌دار بودن براکته متوسط، موقعیت بالاتر کلاله نسبت به پرچم‌ها، فاقد یا خیلی کم بودن پرز سطح زیرین برگ و کروی

بودن شکل گیاه صفات مشابه بودند و درنتیجه قابل تمایز از یکدیگر نبودند، ولی رقم بختگان دارای تراکم زیاد و رقم خرداد از تراکم متوسط کرک بذر برخوردار بودند و به‌واسطه این صفت از یکدیگر متمایز شدند (جدول۵ و شکل ۸). ازاین‌رو صفت تراکم کرک بذر صفت ممیزه این دو رقم محسوب می‌شود.

ارقام هوپی‌کالا و سیکالا۳۳ و ژنوتیپ 485-6-73 به‌لحاظ این که هردو از حفره‌های ریز سطحی قوزه و دندانه‌دار بودن متوسط براکته برخوردار بودند مشابه بوده، ولی باتوجه به بالاتر بودن موقعیت کلاله نسبت به پرچم‌ها در رقم هوپی‌کالا نسبت به رقم سیکالا ۳۳ و ژنوتیپ 485-6-73 که از موقعیت همتراز کلاله نسبت به پرچم‌ها برخوردار بودند، متمایز گردید (جدول ۵). همچنین رقم سیکالا ۳۳ و ژنوتیپ 485-6-73 به‌علت کم پرز بودن سطح زیرین برگ و شکل کروی گیاه باهم مشابه بودند، به‌واسطه به‌ترتیب متوسط و زیادبودن تراکم کرک بذر از یکدیگر قابل تفکیک گردیدند(جدول۵). باتوجه به این نتایج، صفات موقعیت کلاله 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 بدین‌ترتیب 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 کلاله 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 تمایز 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(جدول۵).

شکل ۸- تراکم متوسط و زیاد کرک روی بذر به‌ترتیب 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 هوپی‌کالا و تابلادیلا به ترتیب از راست به چپ

نتیجه‌گیری

براساس نتایج این تحقیق، با بررسی۲۲ 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 به‌طورکلی 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 تاربلند دکتر عمومی، گیزا و ترمز۱۴ هستند، رقم ترمز۱۴ به‌علت همتراز بودن موقعیت کلاله نسبت به پرچم‌ها، دندانه‌دار بودن متوسط براکته دربلوغ 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 مانند۳ رقم سپید، اکرا برگ قرمز و سوپر اکرا بودند که از میان آن‌ها صفات شکل برش طولی قوزه و رنگ کرک بذر۳ رقم را از یکدیگر متمایز کردند.

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

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

مهر	گرد	متوسط		متوسط				
براکت‌فریگو	گرد	متوسط		بلند				
برگ قرمز	گرد	ریز		بلند				
لامبرایت	گرد	ریز	بالاتر	متوسط	متوسط			
Sp-731	گرد	ریز	بالاتر	متوسط	زیاد			
73-6-484	گرد	ریز	همتراز	متوسط	کم			
Q-30	گرد	ریز	همتراز	متوسط	متوسط			
ارمغان	بیضوی	ریز	همتراز	متوسط	متوسط			
اولتان	مخروطی	ندارد یا خیلی ریز	همتراز	بلند	ندارد یا خیلی کم			
کوکر۳۱۲	مخروطی	متوسط	همتراز	متوسط	کم			
بلغار۹۹۶	مخروطی	ندارد یا خیلی ریز	بالاتر	متوسط	زیاد			
اوپال	تخم مرغی	ندارد یا خیلی ریز	همتراز	متوسط	خیلی زیاد			
بلی ایزو ور	تخم مرغی	ندارد یا خیلی ریز	همتراز	متوسط	زیاد			
پاک	تخم مرغی	ندارد یا خیلی ریز	بالاتر	متوسط	زیاد			
تابلادیلا	تخم مرغی	ندارد یا خیلی ریز	بالاتر	متوسط	متوسط	زیاد	باز	
No.210	تخم مرغی	ندارد یا خیلی ریز	بالاتر	متوسط	متوسط	زیاد	نیمه‌بسته	
زتا-۲	تخم مرغی	ریز	بالاتر	کوتاه	کم			
A-38	تخم مرغی	ریز	بالاتر	کوتاه	کم			
شیرپان۵۳۹	تخم مرغی	ریز	بالاتر	کوتاه	زیاد			
S-R-1	تخم مرغی	ریز	بالاتر	کوتاه	زیاد			
بختگان	تخم مرغی	ریز	بالاتر	متوسط	ندارد یا خیلی‌کم			زیاد
خرداد	تخم مرغی	ریز	بالاتر	متوسط	ندارد یا خیلی کم			متوسط
هوپی‌کالا	تخم مرغی	ریز	بالاتر	متوسط	کم			
سیکالا۳۳	تخم مرغی	ریز	همتراز	متوسط	کم			متوسط
73-S-485	تخم مرغی	ریز	همتراز	متوسط	کم			زیاد
آوانگارد	تخم مرغی	ریز		بلند				
سیلند	تخم مرغی	متوسط		کوتاه				
گلستان	تخم مرغی	متوسط	همتراز	متوسط	متوسط			
Number 200	تخم مرغی	متوسط	بالاتر	متوسط				
No.221	تخم مرغی	متوسط						
ورامین	تخم مرغی	درشت						

ارقام گروه برگ پنجه‌ای مانند نیز که بالغ بر۳۱ رقم و ژنوتیپ مورد ارزیابی بودند، برمبنای صفت شکل برش طولی قوزه به۳ گروه اصلی تقسیم شدند. بیشترین تعداد ارقام این گروه به تعداد۲۰رقم و ژنوتیپ به گروه شکل برش طولی قوزه تخم مرغی تعلق داشتند که ارقام این گروه نیز براساس۷ خصوصیت حفره‌های سطحی قوزه، دندانه‌دار 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 متمایزکردن 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 (2nd Ed.). 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-Agricuture, 2011. Agricuture statistics, first volume-horticultural and field crops, 2009-10 crop year. Ministry of Jihad-e-Agricuture, 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. Qulitative 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., Hkademi, 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, orgin, history, technology and production, pp: 33-63, Wayne Smith, C. and Cothren, J. T., John Wiley and Sons, lnc.
14. Percy, R.G., and Kohel, R.J. 1999. Qualitative genetics. *In*: cotton, orgin, history, technology and production, pp: 319-360, Wayne Smith, C. and Cothren, J. T., John Wiley and Sons, lnc.
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 poroduction 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.