



وزارت جهاد کشاورزی
سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی
مؤسسه تحقیقات پنبه کشور



کاتالوگ کلکسیون منابع ژنتیکی پنبه ایران (موجود در مؤسسه تحقیقات پنبه کشور)



نگارش: عمران عالیشاه
عضو هیات علمی مؤسسه تحقیقات پنبه کشور

سال انتشار ۱۴۰۱

وزارت جهاد کشاورزی

سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی

مؤسسه تحقیقات پنبه کشور

کاتالوگ کلسیون منابع ژنتیکی پنبه ایران (موجود در مؤسسه تحقیقات پنبه کشور)

نگارنده: عمران عالیشاه

ناشر: مرکز ملی مدیریت منابع ژنتیکی کشاورزی و منابع طبیعی کشور

سال انتشار: ۱۴۰۱

شماره ثبت در مرکز فناوری اطلاعات و اطلاع رسانی کشاورزی: ۶۲۲۲۹

نشانی: کرج، بلوار شهید فهمیده، مجموعه موسسات تحقیقاتی کشاورزی کشور، بلوار پژوهش،

خیابان بنفشه

صفحه	فهرست
۱	مقدمه
۱	گیاهشناسی پنبه
۲	اهمیت گونه‌های زراعی پنبه
۳	منابع ژنتیکی و مراکز تنوع پنبه
۳	حفاظت از منابع ژنتیکی پنبه
۵	تنوع کلکسیون ژرم پلاسما پنبه
۱۱	شرایط نگهداری کلکسیون پنبه
۱۲	نحوه ارزیابی و بهره برداری از گونه‌های پنبه
۱۲	امکانات نگهداری ژرم پلاسما پنبه
۱۲	عوامل تهدید کننده
۱۳	وضعیت سلامت کلکسیونها
۱۳	اهمیت اقتصادی کلکسیونها
۱۳	نحوه تامین هزینه نگهداری کلکسیونها
۱۴	منابع

مقدمه

پنبه (*Gossypium hirsutum* L.) یکی از گیاهان مهم زراعی و صنعتی است که در درجه اول بعنوان گیاه لیفی (برای تولید الیاف) و در درجه دوم بعنوان گیاه روغنی کشت و تولید می گردد. این گیاه در بیش از ۳۲/۴ میلیون هکتار در پنج قاره جهان در عرض های جغرافیایی ۳۶ درجه جنوبی تا ۴۷ درجه شمالی کشت و حدود ۹۲ درصد پنبه در نیمکره شمالی تولید می شود. قاره آسیا بیشترین سهم را در تولید و مصرف پنبه دارد (۹). کشورهایی چون چین، هندوستان، آمریکا، پاکستان، برزیل، ازبکستان، استرالیا، ترکیه، آرژانتین، و ترکمنستان از کشورهای مهم تولید کننده پنبه بشمار میروند که بیش از ۸۵٪ تولید کل جهان را بر عهده دارند. هندوستان از لحاظ سطح کشت، چین از لحاظ تولید و مصرف، آمریکا از لحاظ صادرات محصول و استرالیا از لحاظ تولید در واحد سطح مقام های اول را دارا هستند. کشت پنبه در ایران حداقل در چهارده استان و در سطحی حدود ۱۰۰ هزار هکتار انجام می پذیرد. خراسان رضوی، فارس، گلستان، اردبیل، خراسان شمالی و جنوبی مقام های اول تا ششم سطح کشت پنبه را به خود اختصاص می دهند (۵). در ده ساله اخیر بیش از ۱۲ رقم جدید با ویژگی های زراعی متفاوت معرفی شدند که همراه با برخی ارقام قدیمی (مانند ورامین و بختگان) در سطح کشور در حال کشت هستند (۴). از دیدگاه آگرواکولوژیکی پنبه یک گیاه گرمسیری و نیمه گرمسیری با الگوی رشد نامحدود^۱ است که تولید آن نیاز به مدیریت و کار فراوان دارد، از این رو اصلاح و بهره برداری از ارقام پرمحصول، زودرس، متحمل به انواع تنش های زنده و غیرزنده و سازگار با شرایط آگروکلیمایی در اولویت نظام های تولید کشورهای مختلف قرار دارد و برای این منظور وجود منابع ژنتیکی قابل دسترس بعنوان منابع اولیه برنامه های به نژادی از اهمیت فراوانی برخوردار است (۲).

گیاهشناسی پنبه

پنبه یکی از گیاهان مهم استراتژیک و صنعتی، از خانواده پنیرکان^۲ و جنس گوسیپيوم^۳ است که تاکنون ۵۰ گونه ای آن شناسایی شده است. گونه های پنبه عموماً بر اساس تشابهات کروموزومی در ۸ گروه ژنومی دیپلوئید (A تا K) و یک گروه ژنومی تتراپلوئید گروه بندی می شوند (۱۲). از بین انواع گونه های پنبه، تنها چهار گونه (*G.hirsutum*، *G.barbadense*، *G.herbaceum* و *G.arboreum*) به صورت زراعی کشت می شوند. دو گونه نخست (*G.hirsutum* و *G.barbadense*) تتراپلوئید ($2n=4x=52$) و دو گونه *G.arboreum* و *G.herbaceum*

1 - Indeterminate

1-Malvaceae

2- *Gossypium*

دیپلوئید ($2n=2x=26$) هستند (۲). نزدیک به ۸۳ درصد از کشت پنبه جهان به گونه *G. hirsutum* و مابقی به سه گونه دیگر اختصاص دارد. سایر گونه‌های موجود در جنس گوسیپيوم، وحشی یا غیرزراعی‌اند. گونه‌های وحشی پنبه الیاف قابل ریسندگی ندارند، ولی به عنوان منابع ارزشمند ژنتیکی در برنامه‌های اصلاح پنبه برای آزادسازی ارقام جدید زراعی حائز اهمیت هستند (۲).

جنس *Gossypium sp.* دارای پنج گونه آلوتتراپلوئید ($2n=4x=52$) است که همه آنها در آمریکا (دنیای جدید) پراکنده هستند. مطالعات گذشته نشان داد که آلوتتراپلوئیدهای پنبه، آمفی دیپلوئید بوده و از تلاقی پنبه‌های دیپلوئید آسیایی (پنبه‌های دنیای قدیم، $2n=2x=26$) و پنبه‌های وحشی آمریکایی حاصل شده‌اند (۷ و ۱۱). گونه‌های آلوتتراپلوئید آمریکایی (*G. barbadense* L. و *G. hirsutum* L.) شامل ۱۳ کروموزوم بزرگ و ۱۳ کروموزوم کوچک هستند. کروموزوم‌های کوچک به گونه دیپلوئید آمریکایی (ژنوم D) و کروموزوم‌های بزرگ به پنبه‌های آسیایی (ژنوم A) تعلق دارند. الگوی جفت‌وجور شدن کروموزومی در هیبریدهای تریپلوئید حاصل از تلاقی دیپلوئید آسیایی × تتراپلوئید آمریکایی و دیپلوئید آمریکایی × تتراپلوئید آمریکایی، بصورت *Drosera* (۱۳) بی‌والانت و ۱۳ یونی‌والانت بوده است (۴).

اهمیت گونه‌های زراعی پنبه

گونه‌های تتراپلوئید زراعی از لحاظ عملکرد، خصوصیات کیفی الیاف (طول الیاف، ظرافت و استحکام الیاف)، مقاومت به بلایت، وجود برخی از صفات نظیر نکتارلس، گلاندلس نسبت به گونه‌های دیپلوئید ارجحیت نشان می‌دهند ولی نسبت به تنش‌های محیطی (خشکی، سرما، بادهای گرم و خشک) و برخی از آفات و امراض حساس هستند. این در حالیست که گونه‌های دیپلوئید بعنوان منابع با ارزش ژن‌های مقاومت به استرس‌های محیطی، مقاومت به برخی آفات و امراض و همچنین منبع نرعی می‌سیتوپلاسمی و ژن‌های برگشت دهنده باروری حائز اهمیت هستند (۱۲). استفاده از پتانسیل گونه‌های وحشی بعنوان منابع ژنتیکی با سه مشکل اساسی (قدرت کم زنده ماندن جنین هیبریدها، ایجاد نتاج عقیم در هیبریدها و پیوستگی ژن‌های نامطلوب با ژن‌های مفید مواجه است. از این‌رو، انتقال ژن‌های مطلوب از گونه‌های وحشی به گونه‌های زراعی و بهره‌گیری از آنها با محدودیت‌هایی همراه است که برای فائق آمدن بر مشکلات موجود، حذف موانع باروری، کشت و نجات جنین‌های هیبرید و برگشت باروری از طریق روش‌های مناسب (مانند دوبرابر کردن کروموزوم‌های هیبرید و یا تلاقی برگشتی) ضروری خواهد بود (۹).

منابع ژنتیکی و مراکز تنوع پنبه

منابع ژنتیکی، ماده اولیه برنامه‌های اصلاحی بوده و شامل کتابخانه کاملی از آلل‌های مختلف یک گونه است. این مجموعه ژنی نشان دهنده تنوع قابل دسترس و از نظر مفهومی با واژه‌های ژرم پلاسما، خزانه ژنی یا پایه‌های ژنتیکی^۱ مترادف است. ژرم پلاسما شامل مواد مختلفی از یک محصول نظیر گونه‌های زراعی، ارقام محلی، ارقام زراعی، ارقام اصلاح شده قدیمی و جدید، لاینهای پیشرفته اصلاحی، موتانت‌ها، گونه‌های وحشی و فرمهای وحشی گونه‌های زراعی است. تقسیم‌بندی ژرم پلاسما در برنامه‌های مختلف متفاوت است. در برنامه‌های به‌نژادی، ژرم پلاسما گیاهی بر اساس قابلیت تلاقی‌پذیری به خزانه‌های ژنی اولیه، ثانویه و ثالثیه تقسیم‌بندی می‌شوند. در برنامه‌های بانک ژن گیاهی، ژرم پلاسما بر اساس اهلی شدن به دو گروه زراعی و وحشی، بر اساس ناحیه جمع‌آوری مواد ژنتیکی به دو گروه کلکسیون داخلی^۲ و خارجی^۳، و بر اساس مدت نگهداری به کلکسیون‌های پایه^۴، فعال^۵ و در حال استفاده^۶ تقسیم‌بندی می‌شوند. تنوع موجود در ژرم پلاسماهای پنبه بیانگر میزان اهمیت و سودمندی ژرم پلاسما در اصلاح صفات گونه‌های زراعی پنبه است. این منابع تنوع ممکن است در داخل یک گونه و یا در سایر گونه‌های خویشاوند وحشی یافت شود (۲).

حفاظت از منابع ژنتیکی پنبه

حفاظت و تقویت خزانه‌های ژنی پنبه از اهمیت زیادی برخوردار است از این رو بسیاری از کشورها هر ساله ضمن مطالعه و بررسی ژرم پلاسماهای گیاهی، حفاظت و توسعه ذخایر توارثی را از طریق روش‌های جمع‌آوری (collection)، محافظت (conservation)، ارزیابی (evaluation)، ثبت اطلاعات (documentation)، توزیع (distribution) و بهره‌برداری (utilization) پیگیری می‌کنند. توسعه تنوعات ژنتیکی از طریق موتاسیون، هیبریداسیون و معرفی مواد ژنتیکی (تبادل بین کشورهای مختلف) دنبال می‌شود. در صورت مبادله مواد ژنتیکی از کشوری به کشور دیگر، رعایت مسائل قرنطینه‌ای و مورد آزمایش قرار دادن آنها قبل از بهره‌برداری بسیار حایز اهمیت است (۲ و ۷).

1 - genetic stocks

2 - indigenous

3 - exotic

4 - base collection

5 - active collection

6 - working collection

کلکسیون پنبه در ایران

کلکسیون پنبه، منابع اولیه ژنتیکی برای مطالعات پایه ژنتیکی، سیتوژنتیکی، تاکسونومی و سایر زمینه‌های علمی پنبه (از جمله مطالعات کاربردی تکامل، مقاومت به آفات و امراض، استرس‌های محیطی و محصولدهی) را فراهم می‌نماید. از این رو در تمامی کشورها، کلکسیونی از مواد ژنتیکی تهیه و در برنامه‌های به‌نژادی مورد استفاده قرار می‌گیرد.

در ایران از بین ۵۰ گونه شناسایی شده پنبه، تنها چهار گونه زراعی در خزانه ژرم‌پلاسمی موجود است که مجموعاً مشتمل بر حدود ۵۵۳ رقم، استرین، اکوتیپ و لاین از کشورهای ایران، آمریکا، استرالیا، اسپانیا، بلغارستان، یونان، ترکیه، پاکستان، هندوستان، ترکمنستان، تاجیکستان، ازبکستان و می‌گردد که بیش از ۵۰۰ مورد آن به گونه آپلند (جدول ۱) و ۲۳ نمونه (اکوتیپ) نیز به پنبه‌های بومی (*G. herbaceum* L.) اختصاص دارد که عمدتاً از مناطق مختلف کشور نظیر قم، گرمسار، کرمان، سمنان، خراسان رضوی (سبزوار و نیشابور) و اصفهان و کاشان جمع‌آوری و با نام همان منطقه جمع‌آوری شده نیز نام‌گذاری و نگهداری می‌شوند. ژرم‌پلاسم بومی پنبه از لحاظ عملکرد، طول الیاف، ظرافت، مقاومت و درصد کشش الیاف و درصد روغن نسبت به ارقام تتراپلوئید آپلند در سطح پائین‌تری قرار دارند، ولی سازگاری آنها به شرایط سخت محیطی (تنش‌های خشکی، گرما، طوفان، تگرگ) و میزان تحمل آنها نسبت به برخی آفات و امراض بیشتر است و از این منابع در برنامه‌های به‌نژادی جهت انتقال ژنهای تحمل یا مقاومت به ارقام زراعی می‌توان بهره برد، ولی به لحاظ برخی ملاحظات سیتولوژیکی موفقیت دستیابی به نتاج F1 و هیبریدهای بارور در فرآیند تلاقی بسیار کم است و تولید هیبریدهای بارور مستلزم کشت و نجات جنین در شرایط درون شیشه (*in vitro*) خواهد بود.

در دو دهه گذشته ورود منابع جدید ژنتیکی به کلکسیون پنبه ایران به دلیل تحریم و کاهش سطح تبادلات ژرم‌پلاسم با کشورهای پنبه خیز جهان، بسیار محدود گردید. با این وجود، بواسطه تلاشهای انجام شده توسط محققان پنبه کشور، بخشی از نارسایی‌های موجود از طریق ایجاد تنوعات جدید ژنتیکی (تلاقی و موتاسیون) تا حدودی برطرف گردید، ولی با این وجود توسعه تبادل ژرم‌پلاسم با مراکز علمی خارج از کشور یقیناً در پویایی کلکسیون و به‌نژادی پنبه کشور مؤثر خواهد بود.

جدول ۱. تعداد نمونه های مربوط به تاکسونهای مختلف در کلکسیون پنبه ایران

نام گونه	نام رایج	ویژگی سیتولوژیکی	تعداد نمونه
<i>Gossypium herbaceum</i>	پنبه آسیایی، پنبه شرقی، پنبه بومی	$2n=2x=26$	۲۳
<i>Gossypium arboreum</i>	پنبه آسیایی، پنبه درختی، پنبه بومی هندوستان	$2n=2x=26$	۲
<i>Gossypium barbadense</i>	پنبه الیاف بلند، پنبه مصری	$2n=4x=52$	۱۵ #
<i>Gossypium hirsutum</i>	پنبه آپلند، پنبه آمریکایی، پنبه الیاف متوسط	$2n=4x=52$	۵۰۹ #
	ژنوتیپ	$2n=4x=52$	۳۶۰ #
	ارقام تجاری قدیمی و جدید	$2n=4x=52$	۱۹
	لاینهای پیشرفته اصلاحی	$2n=4x=52$	۸۰
	لاینهای موتانت جدید	$2n=4x=52$	۵۰
گونه های وحشی	–	–	۰
هیبریدهای درون گونه ای		$2n=4x=52$	۲
هیبریدهای بین گونه ای		$2n=4x=52$	۲
جمع نمونه های کلکسیون			۵۵۳

۱۰٪ ±

تنوع کلکسیون ژرم پلاسمی پنبه

بررسی ها نشان می دهد که در کلکسیون ژرم پلاسمی پنبه، تنوع ژنتیکی درون و بین گونه ای نسبتاً وسیعی دیده می شود که در جدول شماره ۲ به برخی از تنوعات صفات شاخص مربوط به گونه ها و ارقام پنبه اشاره می گردد؛

جدول ۲. برخی تنوعات فنوتیپی موجود در کلکسیون‌های پنبه کشور

فنوتیپ	نوع صفت / تیپ گیاهی
	۱- پنبه باربادنز (مصری)
	۲- پنبه آربورئوم (هندی)
	۳- پنبه هرباسئوم (بومی ایران)

۴- پنبه الیاف رنگی



۵- پنبه اکرا تایپ و سوپر- اکرا
(برگ بامیه‌ای)



۶- پنبه‌های فاقد گوسپول



۷- پنبه‌های برگ دفرمه



۸- پنبه‌های براکته فریگو



۹- پنبه‌های برگ قرمز



۱۰- پنبه های غوزه قرمز



۱۱- پنبه های کلاستر

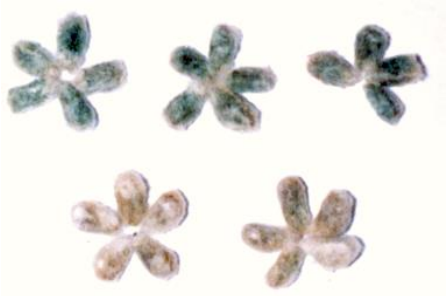


۱۲- پنبه‌های نر عقیم



۱۳- تنوع رنگ گل



	۱۴- لپت‌های سبز، سفید یا قهوه‌ای در سطح دانه پنبه
	۱۵- پنبه‌های دانه لخت
	۱۶- پنبه‌های طول‌تار کوتاه، متوسط و بلند

شرایط نگهداری کلکسیون پنبه

پنبه به‌عنوان یک گیاه یکساله عموماً توسط بذر تکثیر می‌گردد. نگهداری، احیاء و تکثیر ژرم‌پلاسماهای پنبه از طریق بذر در مقایسه با سایر روشهای ریزازدیادی یا مولکولی آسانتر و مقرون به صرفه‌تر است. در حال حاضر کلکسیون پنبه ایران در مزارع کلکسیونی و در پلاتهای ایزوله کشت و تکثیر می‌گردند و بصورت بذر در انبار نگهداری می‌شوند.

نحوه ارزیابی و بهره برداری از گونه‌های پنبه

خالص سازی نمونه‌های کلکسیونی از طریق خودگشتی^۱ و یا حذف بوته‌های خارج از تیپ انجام می‌شود. برای این منظور هر ساله حدود ۱۰۰ ژنوتیپ از مجموعه ذخایر ژنتیکی پنبه در سطح حدود یک هکتار در شرایط تقریباً ایزوله کشت و تکثیر می‌شوند. بوته‌های خارج از تیپ در چند مرحله آف‌تایپ کشی می‌شوند. همچنین ارزیابی صفات مورفولوژیک، عملکرد، زودرسی، درصد کیل و خصوصیات کیفی الیاف در لاینها و اکسشن‌های مورد مطالعه در پروژه‌های مربوطه و غالباً در ایستگاههای هاشم‌آباد گرگان و ورامین انجام می‌گیرد.

امکانات نگهداری ژرم پلاسما پنبه

در حال حاضر یک واحد انبار بذر در ایستگاه تحقیقات پنبه هاشم‌آباد گرگان و یک انبار در مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان تهران (ورامین) بعنوان محل نگهداری بذر ژرم پلاسما پنبه مورد استفاده قرار می‌گیرد. علاوه بر آن یک واحد بانک بذر سردخانه‌ای همراه با یک دستگاه فریزر نیز در ستاد مؤسسه به منظور نگهداری نمونه‌های پشتیبان پیش‌بینی شده است زیرا تکمیل و تجهیز انبارها و بانک بذر در اولویت مؤسسه تحقیقات پنبه کشور است.

عوامل تهدید کننده

- ۱- زوال ژنتیکی: منابع ژنتیکی گیاهی محدود و فناپذیرند. فرسایش منابع ژنتیکی، امنیت غذایی در جهان را با تهدید مواجه میکند. بنابراین حفظ و بکارگیری منابع ژنتیکی گیاهی بعنوان محافظی در برابر مشکلات غیر قابل پیش‌بینی آینده امری است که بر همگان بویژه بر سیاستگذاران بخش کشاورزی آشکار است.
- ۲- عدم تبادل ژرم پلاسما با مراکز بین‌المللی: پنبه از جمله محصولات است که به ندرت تبادل ژرم پلاسما از سوی مراکز بین‌المللی را تجربه می‌کند و دستیابی به ژرم پلاسما خارجی در ۱۵ سال گذشته بسیار مشکل و تا حدی غیرممکن بوده است. با این وجود برنامه‌ریزان به‌نژادی این محصول با تکیه بر خود اتکایی توانسته‌اند خلاءهای موجود را پوشش دهند. اما باید راهکارهای لازم برای مستندسازی نتایج زحمات آنها در جایی پیش‌بینی گردد.

- ۳- محدودیت منابع پرسنلی و مالی: پروژه‌های حفظ و نگهداری کلکسیونهای پنبه به دلیل حجم عملیات اجرایی، هزینه، نیروی پرسنلی معمولاً کمتر مورد استقبال محققان قرار می‌گیرد. اگر بپذیریم که ارزش و اهمیت خلق تنوعات جدید و غنی‌سازی ژرم پلاسما کمتر از معرفی رقم نیست، فراهم ساختن زمینه‌های مشارکت بیشتر محققان در این امر مهم می‌تواند در تسریع و بهبود فرآیندها مؤثر افتد.
- ۴- حوادث غیرمترقبه و بلایای طبیعی: خسارت و نابودی منابع ژرم پلاسمی بواسطه حوادث غیرمترقبه و بلایای طبیعی امری غیرقابل انکار است. بنابراین تکمیل و تجهیز بانک‌های پشتیبان مورد تاکید است.

وضعیت سلامت کلکسیونها

حدود ۵۰ درصد از منابع ژرم پلاسمی موجود در کلکسیون مؤسسه تحقیقات پنبه کشور بطور متوسط با فواصل زمانی سه ساله احیا و جوان سازی شدند که از قوه نامیه استاندارد برخوردارند. ۵۰ درصد نیز از انبار بذر ورامین به گرگان منتقل و در سال ۱۴۰۰ در برنامه احیا و تکثیر مجدد قرار گرفته‌اند.

اهمیت اقتصادی کلکسیونها

کلکسیونهای گیاهی بعنوان سرمایه نامشهود مؤسسات و مراکز تحقیقاتی به‌شمار می‌آیند که همانند سرچشمه‌ای بوستان معرفی ارقام را زنده نگه میدارد. ویژگی‌های ژنتیکی ژرم پلاسما گیاهی می‌تواند پایه و اساس مطالعات تخصصی و خلق دستاوردهای کاربردی اثربخش باشد که مزیت‌های اقتصادی فراوانی را عاید کشور نماید.

نحوه تامین هزینه نگهداری کلکسیون پنبه

عمده ترین هزینه نگهداری کلکسیون پنبه شامل موارد زیر است؛

۱. خالص سازی ژرم پلاسما پنبه (۳۰ درصد)
۲. کاشت، داشت و برداشت منابع ژرم پلاسمی در ایستگاه‌های تحقیقاتی (۴۵ درصد)
۳. جین‌زنی و آماده سازی بذر (۱۰ درصد)
۴. نگهداری در انبار یا بانک بذر (۱۵ درصد)

منابع

۱. عالیشاه، ع. ۱۳۹۰. جنبه‌های ژنتیکی و زراعی بذر پنبه. انتشارات نشر آموزش کشاورزی. ۲۳۰ ص.
۲. عالیشاه، ع. ۱۳۹۲. ژنتیک و اصلاح پنبه. انتشارات مرکز نشر دانشگاهی، تهران. ۱۹۶ ص.
۳. عالیشاه، ع. ۱۳۹۴. شناخت ارقام زراعی پنبه ایران. انتشارات واژگان سیرنگ، ۴۰ ص.
۴. امیدی، م؛ عالیشاه، ع؛ سامانفر، ب. ۱۳۹۰. سیتوژنتیک گیاهی (چاپ چهارم). انتشارات دانشگاه تهران. ۵۶۵ ص.
5. Anonymous. 2017. Statistical Data of Agricultural production in I.R.Iran., Ministry of Jihad-e-Agriculture. P.145.
6. Alishah, O. 2017. Comprehensive program for standard cotton seed production in I.R.Iran. Cotton Research Institute's publications. 59 p. (In Persian with English abstract).
7. Endrizzi JE, Turcotte EL, Kohel RJ. 1985. Genetics, cytology, and evolution of *Gossypium*. *Advances in Genetics*. 23:271–375.
8. Esbroeck, G. V. and D. T. Bowman, 1998. Cotton germplasm diversity and its importance to cultivar development. *J. of cotton Sci*. 2:121-129.
9. ICAC. 2018. ICAC Recorder. International Cotton Advisory Committee 36: 1–33.
10. Stewart J. MCD. 1995; Potential for crop improvement with exotic germplasm and genetic engineering. *Proceeding of WCRC*, P. 448. National Cotton Council of America. Memphis, TN.
11. Wallace T. P., D. Bowman, B. T. Campbell, P. Chee, O. A. Gutierrez, R. J. Kohel, J. McCarty, G. Myers, R. Percy, F. Robinson, W. Smith, D. M. Stelly, J. M. Stewart, P. Thaxton, M. Ulloa and D. B. Weaver. 2008. Status of the USA cotton germplasm collection and crop vulnerability. *Genet Resour Crop Evol. Pub. Online* 19 Nov. 2008.
12. Zhang, B., H. Feng, F. Liu and Q. L. Wang 2001. High frequency somatic embryogenesis and plant regeneration of an elite chinees cotton variety. *Botanical Bulletin of Academia Sinica*. Vol. 42:9-16.
13. Zeng, Linghe, and Jixiang Wu. 2012. Germplasm for Genetic Improvement of Lint Yield in Upland Cotton: Genetic Analysis of Lint Yield with Yield Components. *Euphytica* 187(2): 247–61.