بررسی سیتوژنتیکی ژنوتیپ‌های حاصل از تلاقی‌های برگشتی پنبه‌های بومی سمنان و شهرضا با گونهٔ *Gossypium arboreum*

زهرا هراتی[۱] و موسی‌الرضا وفایی‌تبار[۲]*
(E-mail: mvafaiet@yahoo.com)

(تاریخ وصول: ۹۱/۰۶/۰۱– تاریخ پذیرش: ۹۲/۰۴/۰۵)

چکیده

تحقیق حاضر به‌منظور مطالعهٔ رفتار کروموزوم‌ها در میوز دو گونهٔ *G. herbaceum* (بومی ایران)، گونهٔ *G. arboreum* و هیبرید حاصل از تلاقی دو گونه و ژنوتیپ‌های حاصل از نتایج بک‌کراس چهارم آن‌ها انجام شد. ارقام مورد استفاده در این تحقیق عبارت بودند از بومی سمنان و بومی شهرضا (*G. herbaceum*) و رقم VTDL (*G. arboreum*). نتایج مطالعات رفتار کروموزومی نشان داد که در هیبرید F_1 کوادری‌والان‌های مجاور و متناوب با فراوانی نسبتاً بالایی تشکیل شدند. در جمعیت‌های حاصل از نتایج بک‌کراس چهارم نیز کوادری‌والان با فراوانی پایینی تشکیل شده بود. علاوه‌بر آن، ناهنجاری‌های دیگر مانند وجود یونی‌والان، تری‌والان و چنددسته‌شدن کروموزوم‌ها در متافاز ۲ و آنافاز ۲ نیز مشاهده شد که به دنبال آن انحراف از حالت تتراد مشاهده شد. بک‌کراس‌های متوالی سبب کاهش این ناهنجاری‌ها شده اند؛ به‌طوری که درصد بیشتر بوته‌های مورد مطالعه رفتار میوزی نرمالی داشتند. از آن‌جا که اصلاح همهٔ صفات به‌طورهمزمان و به‌خصوص از طریق تلاقی‌های دور در یک مرحله امکان‌پذیر نیست، دسترسی به نتایج به‌دست‌آمده می‌تواند در مراحل اولیهٔ اصلاح ارقام بومی ایران بزرگ‌ترین گام باشد.

واژگان کلیدی: پنبه، کوادری‌والان، میوز، هرباسئوم.

۱. دانش‌آموختهٔ کارشناسی ارشد، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکدهٔ کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، تهران– ایران
۲. استادیار، بخش تحقیقات پنبه و گیاهان لیفی، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان تهران، ورامین– ایران (نویسندهٔ مسئول مکاتبات*)

مقدمه

پنبه گیاهی گلدار (دولپه‌ای) از خانـوادهٔ Malvaceae، زیرخانوادهٔ Hibiceae و از جنس *Gossypium* اســت. جنس گوسیپیوم شامل ۴۴ گونه دیپلوئید و پنج گونه تتراپلوئید اســت (۱۷). برای اولین‌بار، با شــمارش کروموزوم در پنبه مشخص شد که پنبه‌های دنیای قدیم (*G. arboreum* و *G. herbaceum*) شامل 2n=2x=26 کروموزوم‌اند (۵ و ۱۰). اختلاف کلی در دو ژنوم هرباسئوم و آربورئوم در وجود ترانسلوکاسیون بین دو کروموزوم شمارهٔ ۱ و ۲ است که در گونهٔ آربورئوم اتفاق افتاده است و به‌ســبب آن در میوز نسل اول بین دو گونهٔ کوادری‌والان تلاقی تشکیل می‌شود (۸). در بررسی کاریولوژیکی ارقام *G. herbaceum* بومی ایران مشاهده شــد که به‌طورکلی کاریوتیپ‌های ارقام این گونه متقارن‌اند و کروموزوم‌هــای کوچک دارند. بزرگ‌ترین طول کلی کروموزوم‌ها به رقم سبزوار ۴۶/۴۶ میکرومتر و کوچک‌ترین این مقدار به رقم محلات ۲۳/۸۳ میکرومتر مربوط بود (۱۴).

در پژوهشی که ساختمان‌های کروموزومی در ترانسلوکاسیون‌های هتروزیگوت و جهت‌گیری‌های آن‌ها هنگام تقســیم میوز بررسی شد، کوادری‌والان‌های بزرگ متقارن (ترانسلوکاسیون‌های A و A) به ظهور تعــداد زیادی از جهت‌گیری‌هــای متناوب در متافاز ۱ تمایل داشــتند، درحالی‌که حلقه‌های کوچک (D ،D) اغلب فرم مجاور را ارائه می‌دادند و لاین‌های دیگر به‌طورتصادفی فرم حلقه و زنجیره را دارا بودند (۳).

مطالعــه‌ای روی ویژگی‌های ســیتوژنتیکی لاین‌های پنبهٔ تتراپلوئید (*G. hirsutum*) با ترانسلوکاســیون‌های متفاوت نشــان داده اســت که کروموزوم‌هــای ترانسلوکاســیونی از طریق گرده و تخمک به‌آســانی انتقال‌پذیرند و می‌توان آن‌ها را در حالت هموزیگوس نگه داشــت (۹). در کوادری‌والان‌هــای پنبه‌های تتراپلوئیــد (*G. hirsutum*) چندین نوع جهت‌گیری سانترومری مشاهده شده است که دارای ترانسلوکاسیون‌های هتروزیگوس‌انــد، به‌طوری‌کــه علاوه بــر فرم‌های متنــاوب و مجاور، جهت‌گیری ســومی به نام متناوب سه، به‌صورت یک نوع، رخ می‌دهد؛ ایــن نوع ســه‌بعدی و دارای ســاختمان V شــکل اســت. همچنین، در ترانسلوکاسیون‌های هتروزیگوس دو نوع تفرق دیگر مشاهده شده است که در آن‌ها جهت‌یابی ســانترومر حالت شــکل تغییریافتهٔ چرخشــی از وضعیت‌های مجاور و متناوب است (۶).

در مطالعه‌ای که روی میوز در ســلول‌های مــادر گرده در هیبرید تریپلوئیــد 3x (AAD) حاصــل از تلاقــی *G. hirsutum* تتراپلوئیــد و *G. arboreum* دیپلوئید انجام شد، پیش‌بینی می‌شد که ۱۳ بایوالان (AA) و ۱۳ یونی‌والان (D) در متافاز یک میوز وجود داشته باشد، ولی در سلول‌های مادر گرده ۸ تا ۱۲ بایوالان و ۱۲ تا ۱۷ یونی‌والان مشــاهده شــد (۱۸). یونی والان‌ها به‌صورت تکی یــا گروهی پراکنده بودند. برای اولین‌بار در تریپلوئیدهــای به‌دســت‌آمده، طی مرحلهٔ میــوز دوم، کروموزوم‌ها به‌صــورت دســته‌هایی بیش از دو گروه با ســطوح پلوئیــدی متفاوت مشاهده شــدند. به‌عبارتی، در آنافاز دوم، سلول‌های مادری گرده فقط در ۳/۲ درصد از موارد تفرق دودســته‌ای و نرمال کروموزومی داشتند و در ســایر موارد دارای چندین دسته رشــته‌های دوکی دوقطبی بودند که اغلب تعداد آن‌ها به شــش دسته می‌رســید. تعداد کروموزوم‌ها در رشــته‌های دوکی فرعی (ســوم به بعد) در مقایســه با رشته‌های دوکی اصلی کمتر گزارش شــد؛ به‌طوری‌کــه در مواردی تعداد آن‌ها به یک کروموزوم نیز می‌رسید.

در مطالعــات رفتــار کروموزومی روی هیبریــد حاصل از تلاقی *G. arboreum* × *G. herbaceum* نشــان داده شد که فراوانی کیاسما پایین اســت و کروموزوم‌ها گاهی به‌صورت ۱۴-۱۲ تفکیک می‌شوند (۱۵). تشــکیل بایوالان‌هــا در ایــن هیبرید و وجود پل‌هــا در متافاز ۱ و به‌هم‌پیوســتگی چهــار کرومــوزوم دلیل خوبی برای شــباهت میان کروموزوم‌هاســت (۱۹). مطالعــات ســیتولوژیکی روی هیبریدهــای حاصل از تلاقی گونه‌های دیپلوئید پنبهٔ بومی بندرعباس و آریا با گونهٔ آربورئوم و نتایج حاصل از تلاقی برگشــتی آن‌ها نشــان داده است که در هیبریدهای F۱، کوادری‌والان‌های مجاور و متناوب با فراوانی نسبتاً بالایی تشــکیل می‌شوند. این کوادری‌والان‌ها، حتی پس از چهار نسل تلاقی برگشــتی با گونهٔ آربورئوم، با فراوانی پایینی در نتایج مشــاهده شــدند. علاوه بر تشــکیل کوادری‌والان، ناهنجاری‌های دیگری مانند وجود یونی‌والان، تری‌والان و چنددسته‌شــدن کروموزوم‌ها در متافاز ۲ و آنافاز ۱ نیز گزارش شــده و به دنبــال آن انحراف از حالت تتراد نیز مشاهده شده است (۲).

مطالعــات ســیتوژنتیکی روی گونه‌هــای گیاهــی، همچنیــن جمعیت‌هــای آن‌ها، به‌ویژه گیاهان وحشــی و بومــی، اهمیت زیادی دارد. وجود اختلاف در شــکل و اندازهٔ کروموزوم‌ها در تقسیم میتوز، همچنین رفتار آن‌ها طی مراحل تقســیم میوز، به‌ویژه تقســیم کیاسما، ممکن اســت بیانگر تنوع ژنتیکی باشد. گونهٔ آربورئوم، به‌مثابهٔ ذخیرهٔ ژنتیکی اولیه، می‌تواند به‌راحتی با گونهٔ هرباسئوم تلاقی کند و پتانسیل نوترکیبی بالایی را در نســل F_1 از خود نشان دهد؛ بنابراین تلاقی این دو گونه زمینهٔ مناسب و جدیدی را برای اصلاح و ارقام مربوط به آن‌ها ایجاد می‌کنــد (۱). ارقام بومی ایران دیپلوئیــد و به تنش‌های محیطی

مقاوم‌اند. یکی از علت‌های عمدهٔ کاهش سطح زیر کشت این ارقام عملکرد پایین و کیفیت الیاف نامطلوب‌تر این ارقام در مقایسه با ارقام تتراپلوئید است. این ارقام به بعضی از بیماری‌های مهم پنبه ایمن‌اند و از طرفی تحمل بالایی به خشکی دارند؛ بنابراین، درصورتی‌که مشکل کیفیت الیاف آن‌ها حل شود، برای کشت در قسمت وسیعی از زمین‌های پنبه کاری ایران مناسب خواهند بود (۱).

هدف این پژوهش بررسی تنوع سیتوژنتیکی از نظر هنجاربودن مراحل تقسیم میوز در نتایج حاصل از تلاقی و بک‌کراس‌هایی است که بین ارقام پنبهٔ بومی ایران (بومی سمنان و شهرضا) و رقم گونهٔ آربورئوم وارداتی جدید صورت گرفته است.

مواد و روش‌ها

در این تحقیق از دو رقم بومی ایران (بومی سمنان و بومی شهرضا) به‌مثابهٔ والد مادری و یک رقم از گونهٔ آربورئوم به نام VTDL (که کیفیت الیافش مطلوب است و از هندوستان وارد ایران شده است) به‌مثابهٔ والد پدری استفاده شد. بک‌کراس‌های مورد بررسی از تلاقی‌هایی به‌دست‌آمده‌اند که والدین آن‌ها در سال ۱۳۸۳، به‌صورت شش خط مادری و چهار خط پدری در کنار یکدیگر، در ایستگاه مرکزی مرکز تحقیقات کشاورزی ورامین کشت شدند. عقیم‌سازی گل‌ها به‌صورت دستی و روزانه بین ساعت ۴ تا ۷ بعدازظهر به مدت ۴۰ روز از زمان شروع گلدهی انجام شد و گرده‌افشانی نیز در روز بعد از عقیم‌سازی بین ساعت ۸ تا ۱۰ صبح انجام شد. تمامی بذرهای دورگ حاصل در آخر فصل (آبان‌ماه) به‌تفکیک برداشت شد و در سال دوم آزمایش (۱۳۸۴)، هریک از دورگ‌های حاصل در خطی ۱۰ متری کنار والدین کشت شدند. از زمان شروع گلدهی تلاقی‌های بک‌کراس هر یک از دورگ‌ها با والد مربوطهٔ خود (بومی ایران) انجام شد و کلیهٔ بذرهای حاصل از بک‌کراس به‌تفکیک برداشت شد. در سال سوم آزمایش (۱۳۸۵)، مانند سال دوم، تمامی بک‌کراس‌ها بین نتایج و والد بازگرداننده انجام شد. در این تلاقی‌ها از والد بازگرداننده به‌مثابهٔ والد پدری استفاده شد. طی سال آخر (۱۳۸۶) تک‌تک بوته‌ها در نتایج بررسی و تیپ‌های ممتاز انتخاب شدند.

جهت بررسی مراحل میوزی از سلول‌های مادری دانهٔ گرده استفاده شد که در حال تولید گرده‌اند. در پنبه، بهترین مرحله استفاده از غنچه‌هایی است که حدوداً به ابعاد ۱×۱ سانتی‌متر رسیده باشند. غنچه‌هایی که روزانه جمع‌آوری می‌شدند، بلافاصله حداقل به مدت یک هفته، در محلول فیکساتیو کارنوی (یک قسمت اسید استیک، سه قسمت اتانول خالص) قرار گرفتند تا سلول‌ها در همان مرحله از تقسیم تثبیت شوند. بساک‌های موجود در غنچه‌های تثبیت‌شده خارج شدند و پس از رنگ‌آمیزی سلول‌ها با استواورسئین (با غلظت ۱ درصد) و تهیهٔ اسلایدهای میکروسکوپی، لام‌های تهیه‌شده با میکروسکوپ نوری (Olympus BX50) با بزرگ‌نمایی‌های ۱۰ و ۱۰۰ بررسی شدند و از سلول‌هایی که در مراحل گوناگون میوزی (از قبیل پروفاز، متافاز ۱ و ۲، آنافاز ۱ و ۲، تلوفاز ۱ و ۲ و تتراد) و مناسب بودند عکس‌برداری شد. در هر ژنوتیپ (اعم از والد و هیبریدهای F_1 و بک کراس‌ها) که در مرحلهٔ متافاز ۱ میوزی بررسی شد، حضور بایوالان‌ها، تعداد کوادری‌والان‌ها، نوع جهت‌گیری کوادری‌والان (مجاور و یا متناوب) و همچنین تعداد یونی‌والان‌ها (در صورت وجود) ثبت شد. ویژگی‌های دیگری که به مراحل آنافازی و تلوفازی ۱ و ۲ مربوط بودند نیز ثبت شدند و از آن‌ها عکس‌برداری شد؛ ویژگی‌هایی از قبیل عقب‌ماندن کروموزوم‌ها طی آنافازهای ۱ و ۲ و یا انتقال یک جفت هومولوگ به یک قطب و آنیوپلوئیدشدن قطب دیگر طی آنافاز و تلوفاز و همچنین چسبندگی کروموزوم‌ها بین دو قطب.

نتایج و بحث

بررسی‌های سیتوژنتیکی نتایج حاصل از تلاقی‌های آربورئوم × ارقام بومی

نتایج مطالعات رفتار کروموزومی در هیبریدهای F_1 نشان داد که کوادری‌والان‌های مجاور و متناوب در متافاز ۱، در هیبرید حاصل از تلاقی‌های ذکرشده، با فراوانی نسبتاً بالایی تشکیل می‌شوند. گزارش شده که اختلاف کلی در دو ژنوم هرباسئوم و آربورئوم در وجود ترانسلوکاسیون بین دو کروموزوم شمارهٔ ۱ و ۲ است که در گونهٔ آربورئوم اتفاق افتاده است. این امر سبب حضور کوادری‌والان در نسل اول حاصل از تلاقی بین دو گونهٔ ذکرشده می‌شود (۸).

نتایج حاصل از مطالعهٔ رفتار کروموزوم‌ها در F_1 حاصل از تلاقی آربورئوم با بومی سمنان در شکل ۱نشان داده شده است. در ۵۰ درصد سلول‌های مشاهده‌شده در مرحلهٔ متافاز ۱، کوادری‌والان مجاور و متناوب دیده شد. در مطالعه‌ای روی F_1 حاصل از تلاقی آربورئوم با بومی آریا و بندرعباس، وقوع کوادری‌والان مجاور و متناوب در مرحلهٔ متافاز ۱ به میزان ۶۰ درصد گزارش شده است (۲). در نتایج F_1 حاصل از تلاقی آربورئوم با پنبهٔ تتراپلوئید (*G. hirsutum*) نیز وجود کوادری‌والان گزارش شده است (۱۸ و ۱۹). در جهت‌گیری

ترانسلوکاسیون‌های هتروزیگوت در پنبه، کوادری‌والان‌های بزرگ متقارن (ترانسلوکاسیون‌های A و A) به ظهور تعداد زیادی ازجهت‌گیری‌های متناوب در متافاز ۱ تمایل داشته‌اند، درحالی‌که حلقه‌های کوچک (D، D) اغلب فرم مجاور را ارائه داده‌اند و لاین‌های دیگر به‌طورتصادفی فرم حلقه و زنجیره را دارا بوده‌اند (۳). در موارد نادری در مرحلهٔ آنافاز ۱، کروموزوم سرگردان دیده شد و در مرحلهٔ متافاز ۲، کشیدگی کروموزوم در وسط سلول مشاهده می‌شد (شکل ۱-J). سایر مراحل تقسیم در بوته‌های مطالعه‌شده در این F_1 نیز کاملاً نرمال و بدون ناهنجاری مشاهده شد.

نتایج حاصل از مطالعهٔ رفتار کروموزوم‌ها در F_1 حاصل از تلاقی آربورئوم با بومی شهرضا در شکل ۱ نشان داده شده است. در ۱۰ سلول که در مرحلهٔ تقسیم متافاز ۱ قرار داشتند، کوادری‌والان متناوب مشاهده شد و برخلاف F_1 حاصل از تلاقی آربورئوم با بومی سمنان، کوادری‌والان مجاور دیده نشد. سایر مراحل تقسیم نیز کاملاً نرمال و بدون ناهنجاری بود.

وجود کوادری‌والان سبب ایجاد شکست و بست‌هایی در آنافاز اول میوز می‌شود و درنهایت به نبودن تعادل در تفرق کرومزومی و گرده‌هایی منجر می‌شود که ۱۳ کرومزوم را با کمبود و یا اضافه درخصوص کرومزوم اول و دوم به نسل بعد منتقل می‌کند (۳ و ۱۸).

بررسی‌های سیتوژنتیکی جمعیت‌های حاصل از نتایج بک‌کراس چهارم آربورئوم × بومی سمنان

تعداد ۱۰ بوته در جمعیت‌های حاصل از نتایج بک‌کراس چهارم آربورئوم × بومی سمنان بررسی شد که در دو ردیف ۱۰ متری کشت شده بودند. نتایج نشان داد که هشت بوته میوز نرمال داشتند و دو بوته در رفتار کروموزوم‌ها، طی مراحل میوز، ناهنجاری‌هایی نشان دادند. در هر دو بوته، در مرحلهٔ تقسیم متافاز ۱، تجمع‌های کروموزومی به‌صورت کوادری‌والان با فراوانی ۱۰ تا ۲۰ درصد وجود داشت (شکل ۲). کوادری‌والان‌های مشاهده‌شده به هر دو صورت مجاور و متناوب ظاهر شدند. پیش‌تر نیز گزارش شده بود که این کوادری‌والان‌ها، حتی پس از چهار نسل تلاقی برگشتی با گونهٔ آربورئوم، با فراوانی پایینی در بین نتاج مشاهده می‌شود (۲). کشیدگی کروموزوم‌ها بین دو قطب هنگام جداشدن کروموزوم‌های هومولوگ از یکدیگر در مرحلهٔ آنافاز ۱ مشاهده‌پذیر بود (شکل ۲-C).

در یک مورد از سلول‌های متافاز ۲، رشته‌های دوک به‌صورت افقی و عمودی در سلول جهت‌گیری کرده بودند و همان‌طور که در شکل (۲-D) مشاهده می‌شود، در یک قطب سلول تعداد ۱۳ کروموزوم را می‌توان شمارش کرد. در برخی از سلول‌های متافاز ۲، در صفحهٔ متافازی، به‌جای دو دسته کروموزوم، تعداد سه دسته کروموزوم آمادهٔ ورود به مرحلهٔ آنافاز ۲ بودند که این امر در مراحل بعدی سبب ناهنجاری خواهد شد (شکل ۲-E). چنین حالتی پیش‌تر در F_1 های تریپلوئید پنبه نیز گزارش شده بود که از تلاقی گونهٔ تتراپلوئید هیرستوم با گونهٔ دیپلوئید آربورئوم به‌دست‌آمده‌اند (۱۸).

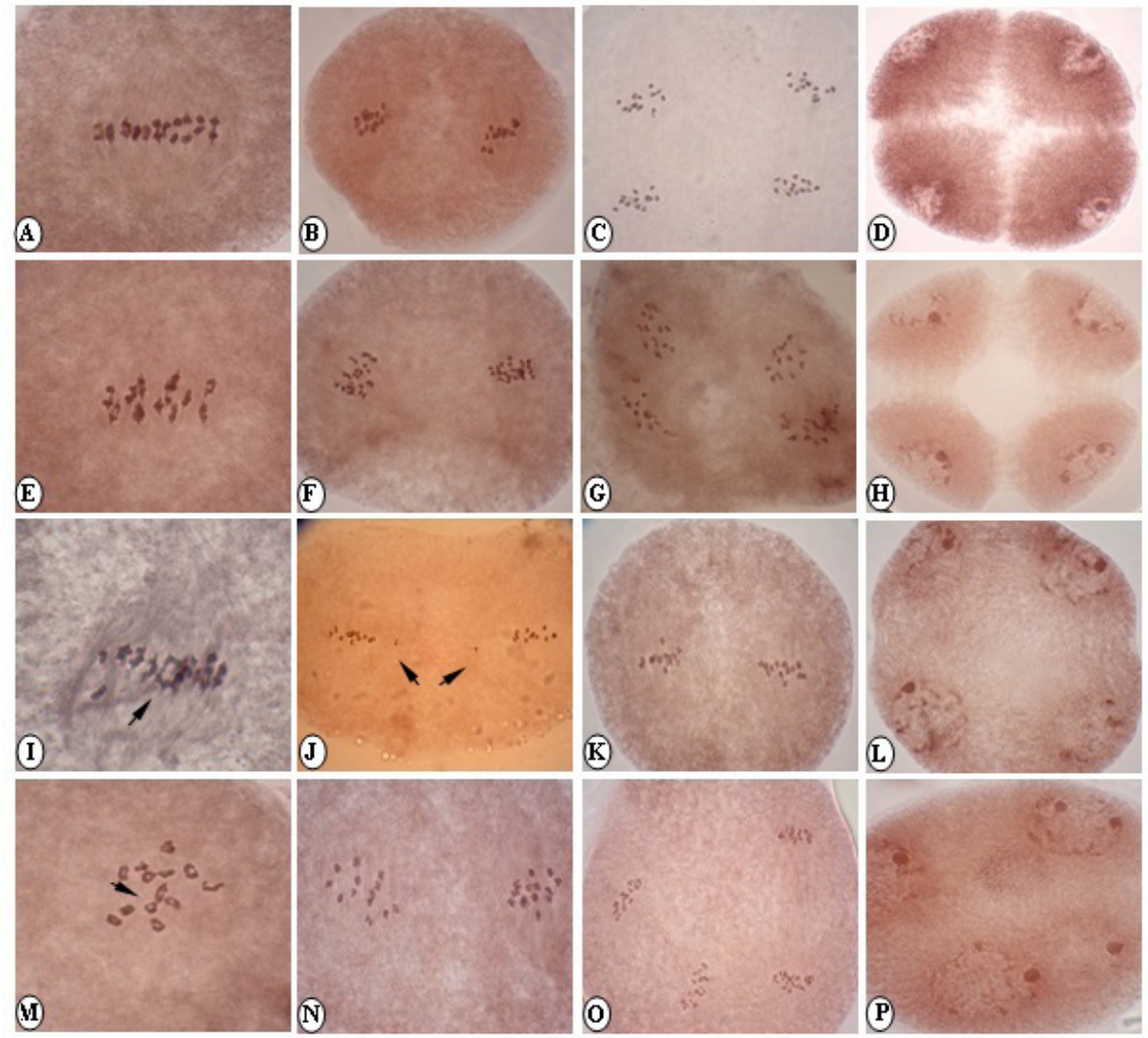
در بین سلول‌های متافاز ۲ مورد بررسی، در حالت بسیار نادری، تعداد زیادی رشته‌های دوک در یک سلول تشکیل شده بود؛ به‌طوری‌که بین یک تا چهار کروموزوم در امتداد دوک‌ها دسته‌بندی شده بودند. این حالت حداکثر بی‌نظمی را در گروه‌بندی و جهت‌گیری جمعی کروموزوم‌ها در مرحلهٔ تقسیم متافاز ۲ نشان داد (شکل ۲-F). در مطالعه‌ای روی F_1 حاصل از تلاقی آربورئوم با بومی آریا و بندرعباس گزارش شده است که در موارد نادر آنافاز ۱ کرومزوم سرگردان و کشیدگی کرومزوم در وسط سلول در متافاز ۲ مشاهده شده است (۲). بدیهی است که وجود ناهنجاری‌هایی مانند تشکیل کوادری‌والان‌ها، یون‌والان‌ها و یا تفرق غیرطبیعی کرماتیدها در آنافاز ۲ سبب از بین‌رفتن و فقدان برخی صفات در لاین‌های مورد نظر در نسل‌های آینده خواهد شد و پروژهٔ تولید لاین‌های مناسب را با شکست مواجه خواهد کرد (۱ و ۲).

بررسی‌های سیتوژنتیکی جمعیت‌های حاصل از نتایج بک‌کراس چهارم آربورئوم × بومی شهرضا

تعداد پنج بوته از جمعیت‌های حاصل از نتایج بک‌کراس چهارم آربورئوم × بومی شهرضا که در یک ردیف ۱۰ متری کشت شده بودند بررسی شد. در این نتایج از بین پنج بوتهٔ مورد مطالعه سه بوته رفتار میوزی کاملاً نرمال نشان دادند و در دو بوته، در یک یا چند مرحله از تقسیم میوز ناهنجاری‌هایی مشاهده شد (شکل ۲). در ۱۰ درصد سلول‌های مشاهده‌شده در مرحلهٔ متافاز ۱ تجمع‌های کوادری‌والانی مشاهده شد (شکل ۲-I). وجود کوادری‌والان در مرحلهٔ متافاز ۱ سبب تشکیل پل کروموزومی بین دو قطب در مرحلهٔ متافاز ۲ شد که حاکی از کشیدگی کروموزومی در آنافاز ۱ است که تا این مرحله باقی مانده است (شکل ۲-K). این حالت در هیبرید میان *G. herbaceum* × *G. arboretum* مشاهده شده است که وجود پل‌ها در متافاز ۱ و به‌هم‌پیوستگی چهار کروموزوم دلیل خوبی برای شباهت میان کروموزوم‌هاست (۱۹). از بین دو بوته، در یک مورد آن، در آنافاز ۱

کروموزوم‌های سرگردان مشاهده شدند که همراه دسته کروموزوم‌های اصلی نبودند و با تأخیر حرکت می‌کردند (شکل ۲- L). وجود کروموزوم‌های سرگردان و پل‌های کروموزومی به تعداد اندک احتمالاً سبب خواهد شد که در نسل بعد برخی از نتایج فاقد یک کروموزوم و یا قطعه‌ای از کروموزوم شوند و با جست‌وجوی دقیق‌تر در نتایج به پایه‌های ژنتیکی متنوعی خواهیم رسید.

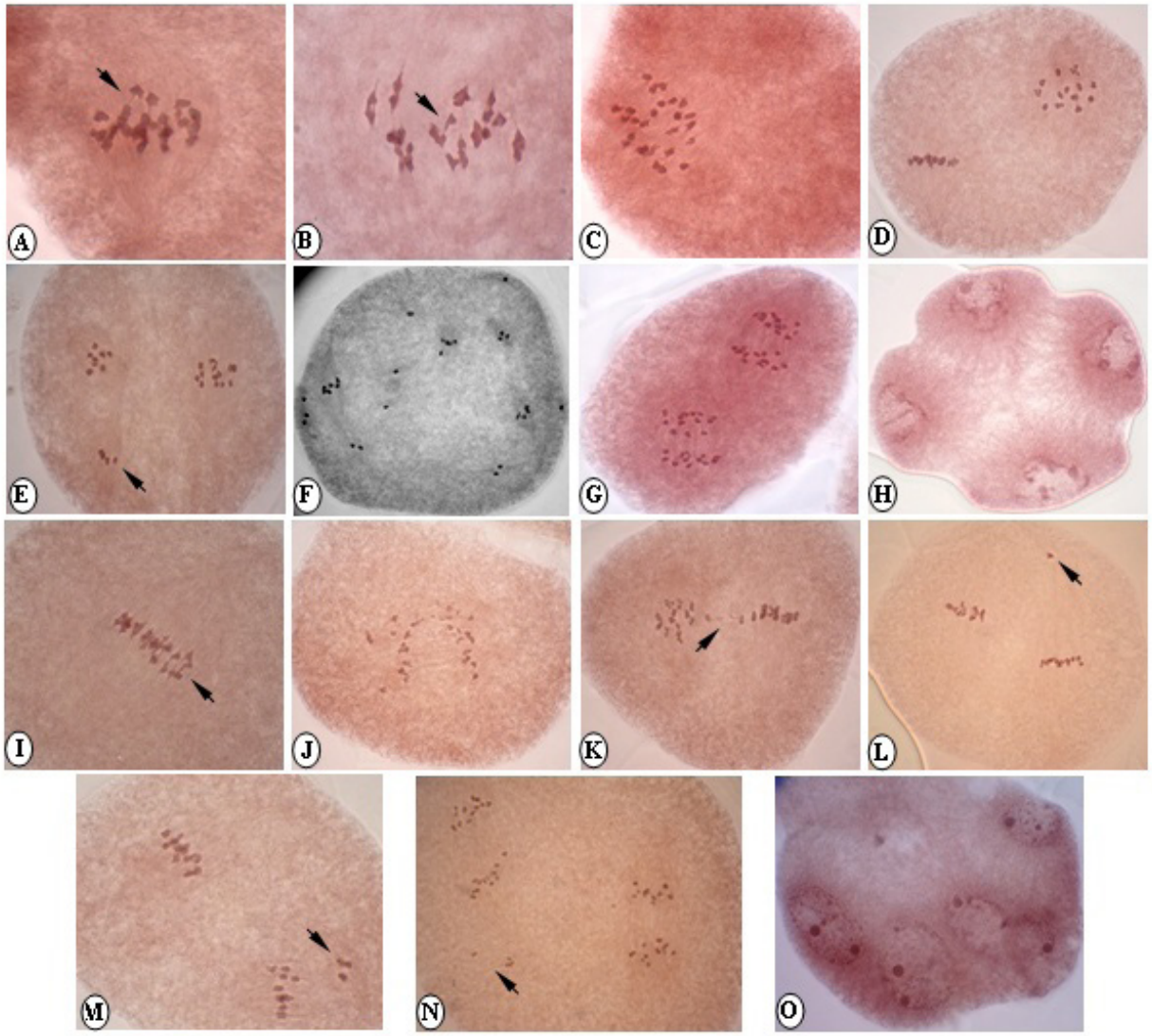
برای تعیین قرابت ژنومی و سطح واگرایی ژنومی در پنبه از فراوانی کرومزوم‌های یونی‌والان استفاده شده است. این شاخص، در مقایسه با کاربرد مولتی‌والان‌ها، برای تمایز بین گونه‌ای مناسب‌تر است و مشخص شده است که ژنوم‌های A تا E از یک نژاد اصلی و پایه منشعب شده‌اند (۱۱). در تعدادی از سلول‌های مورد بررسی در مرحلهٔ متافاز و آنافاز ۲، تعداد سه دسته کروموزوم در امتداد سه دسته رشته‌دوک تشکیل شده



شکل ۱. مراحل گوناگون میوز در بومی سمنان (A-D)، بومی شهرضا (E-H)، F_1 تلاقی آربورئوم × بومی سمنان (I-L) و F_1 تلاقی آربورئوم × بومی شهرضا (M-P).
پیکان‌ها در I و M نشان‌دهندهٔ کوادری‌والان و در J نشان‌دهندهٔ کشیدگی کروموزوم بین دو قطب متافاز ۲ است.

بود که در دستهٔ سوم تعداد کروموزوم‌ها اکثراً اندک بود (شکل۲- M و N) و در حالاتی بدون تقسیم به‌صورت سرگردان داخل سلول دیده می‌شدند. چنددستگی کروموزوم‌های در حال تقسیم و جهت‌گیری متفاوت رشته‌های دوکی آن‌ها سبب شد که به‌جای تتراد حالت‌هایی مانند هگزاد و یا بیشتر دیده شود (شکل۲- O). این حالت در تریپلوئید حاصل از تلاقی گونهٔ هیرستوم (تتراپلوئید) با گونهٔ آربورئوم (دیپلوئید) گزارش شده (۱۸) و بدیهی است که در این شرایط گردهٔ تولیدشده از نظر تعداد کروموزوم ناقص خواهد بود.

شرایط ایجادشده در بوته‌های فوق فرصت‌های خوبی را برای تولید لاین‌های ژنتیکی با یک یا دو کروموزوم اضافه و یا کمبود در اختیار ما خواهد گذاشت و می‌توان از آن‌ها برای تولید آنیوپلوئیدها استفاده کرد.



شکل۲. مراحل گوناگون میوز در جمعیت‌های حاصل از نتایج بک‌کراس چهارم آربورئوم × بومی سمنان (A-H) و درجمعیت‌های حاصل از نتایج بک‌کراس چهارم آربورئوم × بومی شهرضا (I-O). پیکان‌ها در A و B و I نشان‌دهندهٔ کوادری‌والان، در E و M و N نشان‌دهندهٔ دستهٔ سوم کروموزوم‌ها، در K نشان‌دهندهٔ کشیدگی کروموزوم‌ها و در L نشان‌دهندهٔ کروموزوم سرگردان است.

نتیجه‌گیری

انتقـال پایدار ژن‌های مربـوط به کیفیت الیاف به رقم‌هـای بومی ایران یکی از هدف‌های ارزشـمند اصلاحی در برنامه‌های به‌نژادی تحقیقات پنبه در ایران اسـت. ناهنجاری‌هـای کروموزومی، که به‌سـبب وجود کـوادری‌والان بیـن کروموزوم‌های ۱ و ۲ از نسـل اول تلاقی به‌وجود آمده‌اند، سـبب بی‌ثباتی و ایجـاد نقص‌هایـی در ویژگی‌های ظاهری بوته‌ها شـده‌اند، ولی بک‌کراس‌های متوالی سبب تثبیت بیشتر و کاهش این ناهنجاری‌ها شده‌اند؛ به‌طوری که درصد بیشتر بوته‌های مورد مطالعه رفتار میوزی نرمال داشـتند. شایان ذکر است که لاین‌های به‌دست‌آمده ممکن است از نظر یک یا دو صفت از والد بومی خود برتر نباشند، ولی در سایر صفات برتر باشند. ازآنجاکه اصلاح همهٔ صفات به‌طور همزمان و به‌خصوص از طریق تلاقی‌های دور در یک مرحله امکان‌پذیر نیست، دسترسـی به نتایج به‌دسـت‌آمده می‌تواند در مراحل اولیهٔ اصلاح ارقام بومی ایران بزرگ‌ترین گام باشـد، زیرا دسـت‌کم طول الیاف و برخی صفات کیفیت الیاف آن‌ها ارتقا یافته اسـت. درمقابل، بوته‌هایی که طی مراحل میوز رفتارهای ناهنجاری از خود نشـان می‌دهند می‌توانند برای تولید پایه‌های سیتوژنتیکی بهترین منبع باشند و در مطالعه و شناخت بیشتر صفات و پیوستگی و همچنین مکان‌یابی ژن‌ها استفاده شوند.

منابع

۱. وفایی‌تبـار م (۱۳۸۷)، بهبود کیفیت الیاف پنبه‌هـای بومی ایران از طریق تلاقی با منابـع ژنتیکی وارداتی، انتشـارات مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی ورامین، ۶۶.

۲. هراتـی ز.، وفایـی تبـار م. و خسروشـاهلی م (۱۳۹۰) "مطالعـهٔ سـیتولوژیک و مورفولوژیـک هیبریدهـای حاصـل از تلاقی دو گونـه دیپلوئیـد پنبهٔ بومـی بندرعبـاس و آریا با گونـهٔ آربورئوم (*G. arboreum*)"، زیست‌شناسی گیاهی، ۸ (۳): ۹۰-۷۷

3. Brown MS, Menzel MY, Hasankampf CA and Naqi S (1981) "Chromosome Configurations and Orientation in 58 Heterozygous Translocations in *G. hirsutum*," *Heredity*, 72: 161-168.
4. Chochran DG and Ross MH (1977) "The Cytogenetics of T(11;12), a Reciprocal Translocation in the German Cockroach," *Heredity*, 68:379-382.
5. Denham HJ (1924) "The cytology of the cotton plant. II. Chromosome number of Old and New World cotton," *Annals of Botany*, (London) 38:433-438.
6. Endrizzi D, Day T and Gathman AC (1983) "Centromer Orientation of Quadrivalents of Heterozygous Translocations and an Autoploid of *G*," *hirsute,Genetics*, 105: 723-731.
7. Kohel RJ and Lewise CF (1984) *Cotton*. American Society of Agronomy, Inc. Madison, Wisconsin, USA, 605.
8. Menzel MY and Brown MS (1953) "The tolerance of *Gossypium hirsutum* for deficiencies and duplications," *The American Naturalist*, 843: 407-418.
9. Menzel MY, Hasenkampf CA, Dougherty BJ, Richmond KL and Campbell LB (1986) "Characteristics ofand Deficiencies from Chromosome Translocation in *G. hirsutum*, *Heredity*, 77: 189-201.
10. Nikolajeva A (1923) A hybrid between Asiatic and American cotton plant *Gossypium herbaceum* and *G. hirsutum*. Bulletin Applied Botany Plant Breeding. 13: 117-134 .
11. Phillips LL (1974) Cotton (*Gossypium*). In ² Handbook of Genetic², (RC.King.ed.), Vol.2, PP. 111-133. Plenum, New York.
12. Ramage RR (1964) Chromosome aberration and their use in genetics and breeding-translocation. Proceedings 1st

International Barley Genetics Symposium, Wageningen. 1963.

13. Ray DT (1981) "Identification of the Chromosomes in A Set of Reciprocal Translocations in *G. hirsutum* L," Ph.D. Dissertation, University of Arizona, Tucson..
14. Sheidaie M, Vojdani P and Alishah O (1996) "Karylogical Studies in *G. herbaseum* Cultivars of Iran," *Cytologia*, 61: 365374-.
15. Skovsted A (1933) "Cytological studies in cotton. I. The mitosis and meiosis in diploid and triploid Asiatic cotton," *Ann. Bot*, 47: 227231-.
16. Skovsted A (1935) "Cytological studies in cotton. III. A hybrid between *Gossypium davidsonii* and *G. sturtii*," Genetics, 30: 397405-.
17. Stewart J (1995) "Potential for crop improvement with exotic germplasm and genetic engineering," In Challenging the future: *Proceeding of the World Cotton Research Conference-1*. Brisbane Australia Feb. 14,17-1994. G.A. Constable and N.W. Forrester (Eds), CSIRO, Melbourne, Australia. 313327-.
18. Vafaie-Tabar M and Chandrashekaran S (2007) "Meiosis in a triploid hybrid of *Gossypium*: high frequency of secondary bipolar spindles at metaphase II," *Genetics*, 86: 4549-.
19. Webber JM (1935) "Interspecific hybridization in *Gossypium* and the meiotic behavior of F1 plants," *Agricultural Research*, 51: 10471070-.