

کاریوتیپ و الگوی نواربندی C در دو جمعیت از ازیلوپس چتری

رسول اصغری زکریا^۱، حمداله کاظمی^۲، یوسف آقاییف^۲، مصطفی ولیزاده^۲ و محمد مقدم^۲

^۱گروه زراعت دانشگاه محقق اردبیلی؛ ^۲گروه زراعت دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز

تاریخ دریافت: ۸۱/۷/۲۷؛ تاریخ پذیرش: ۸۲/۹/۳

چکیده

کاریوتیپ و الگوی نواربندی C در دو جمعیت از ازیلوپس چتری (*Aegilops umbellulata*) از دو منطقه جغرافیایی شمال غرب ایران مورد مطالعه قرار گرفت. از روش رنگ آمیزی استو- فریک- همتوکسیلین و نواربندی C با گیمسا برای مطالعه ویژگی های مورفولوژیکی و الگوی نواربندی کروموزومها استفاده شد. برای اندازه گیری صفات کروموزومی نرم افزار Micromasure مورد استفاده قرار گرفت. این مطالعه نشان داد که ژنوم U در ازیلوپس چتری از دو جفت کروموزوم متاسانتریک (1U و 4U)، سه جفت کروموزوم ساب متاسانتریک (3U، 5U و 7U) و دو جفت کروموزوم آکروسانتریک (2U و 6U) تشکیل یافته است. هر یک از کروموزوم های هاپلوئیدی آن با داشتن الگوی نواربندی اختصاصی از یکدیگر قابل تشخیص بودند. ویژگی های کاریولوژیکی و الگوی نواربندی کروموزومها در دو جمعیت مورد مطالعه شباهت زیادی با یکدیگر و با کاریوتیپ استاندارد این گونه داشتند. با این حال، تفاوت های محدودی در بین این دو جمعیت از لحاظ الگوی نواربندی کروموزومها وجود داشت. همچنین تفاوت های محدودی در بین هر یک از این دو جمعیت با کاریوتیپ استاندارد از لحاظ ویژگی های کاریولوژیکی و الگوی نواربندی کروموزومها و بویژه در مورد کروموزوم های 1U، 2U، 5U و 6U مشاهده شد. این مطالعه نشان داد که کاریوتیپ استاندارد ازیلوپس چتری می تواند به عنوان یک الگوی کلی در این گونه مورد استفاده قرار گیرد. با این حال، تغییراتی هر چند خیلی محدود، در جمعیت های دیگر مورد انتظار است و بنابراین لازم است که هنگام بررسی انتقال کروماتین مطلوب از این گونه به گندم در تشخیص نوارهای C دقت کافی معمول گردد.

واژه های کلیدی: ازیلوپس چتری، رنگ آمیزی استو- فریک - همتوکسیلین، کاریوتیپ، نواربندی C

مقدمه

تنوع ژنتیکی در بسیاری از گیاهان زراعی مهم و از جمله گندم، در اثر فرسایش ژنتیکی که یکی از پیامدهای کشاورزی نوین است، محدود گردیده است. گونه های وحشی به لحاظ داشتن ژن های مفید که با اعمال روش های سیتوژنتیکی و بیوتکنولوژی قابل انتقال هستند، نقش

مهمی در توسعه منابع ژنی گیاهان زراعی دارند (مرژکو، ۱۹۹۸؛ هویزینگتون و همکاران، ۱۹۹۹). گونه های مختلف ازیلوپس از خویشاوندان وحشی گندم هستند که با قرار گرفتن در خزانه ژنی اولیه و ثانویه آن یکی از منابع غنی ژنی برای این گونه زراعی مهم به شمار می روند (جیانگ و همکاران ۱۹۹۴).



همچنین شناسایی و تشخیص انتقال کروماتین بیگانه به گونه‌های زراعی در لاین‌های با کروموزوم اضافی^۵، لاین‌های با کروموزوم جایگزینی^۶ و نیز لاین‌های حاصل از جابجایی‌های کروموزومی^۷ مورد استفاده قرار می‌گیرد (ریدر و میلر، ۱۹۸۷؛ جیانگ و همکاران، ۱۹۹۴؛ فریب و همکاران ۱۹۹۶؛ گوپتا، ۱۹۹۸).

برای نخستین بار از طریق پرتوتایی و ایجاد جابجایی‌هایی بین کروموزوم‌های ازیلوپس چتری با گندم ژن مقاومت به زنگ برگ (Lr9) از این گونه به گندم انتقال داده شد (سیرز، ۱۹۵۶). متعاقب آن مشخص شد که این ژن از بازوی بلند کروموزوم ۶U به گندم انتقال یافته است (سیرز، ۱۹۶۱؛ اتوال و کیمبر، ۱۹۷۲). فریب و همکاران (۱۹۹۵) به کمک روش نواربندی C و GISH- هیبریداسیون در جای ژنومی^۸ نشان دادند که در این جابجایی قطعه‌ای بطول ۰/۴۱ μm از انتهای بازوی بلند کروموزوم ۶U به انتهای بازوی بلند کروموزوم ۶B انتقال یافته و قطعه‌ای بطول ۰/۵۱ μm از این کروموزوم حذف شده است. همچنین این محققان با استفاده از روش نواربندی C کاریوتیپ استاندارد ازیلوپس چتری را تهیه نموده و مشاهده کردند که چند شکلی زیادی در بین توده‌های مختلف از نظر اندازه و موقعیت نوارهای C وجود دارد. بر اساس این کاریوتیپ استاندارد می‌توان هر تغییری در ویژگی‌های کاریولوژیکی توده و یا جمعیت طبیعی مورد نظر را مورد مقایسه قرار داد.

در این مطالعه ویژگی‌های کاریولوژیکی دو جمعیت طبیعی از ازیلوپس چتری با استفاده از روش رنگ‌آمیزی استوفریک‌هماتوکسیلین^۹ و نواربندی C بررسی شده و تغییرات آن با کاریوتیپ استاندارد مورد مقایسه قرار گرفتند. نتایج این پژوهش می‌تواند در مطالعه روابط ژنومی بین گونه‌های جنس ازیلوپس و تشخیص دقیق انتقال کروماتین از این گونه به گندم مفید واقع شود.

ازیلوپس چتری *Aegilops umbellulata* (مترادف *Triticum umbellulatum*) یک گونه دیپلوئید (2n=2x=14) بوده و از خویشاوندان گندم محسوب می‌شود. این گونه خود بارور بوده و بومی نواحی مدیترانه‌ای از جمله یونان، ترکیه، سوریه، ایران، عراق و قفقاز می‌باشد (کیمبر و فلدمن، ۱۹۸۷؛ اسلاجرن، ۱۹۹۴). این گونه بخشنده ژنوم U به گونه‌های پلی‌پلوئید ازیلوپس مانند *Ae. biuncialis* (2n=4x=28)، *Ae. columnaris* (2n=4x=28)، *Ae. ovata* (2n=4x=28)، *Ae. Triaristata* (2n=4x=28)، *Ae. Juvenalis* (2n=4x=28) و *Ae. Triuncialis* (2n=6x=42) می‌باشد (کیهارا و تاناکا، ۱۹۷۰؛ کیمبر و فلدمن، ۱۹۸۷؛ اسلاجرن، ۱۹۹۴). ازیلوپس چتری منبع ژن مقاومت به زنگ برگی^۱ Lr9 می‌باشد که از طریق تیمار با اشعه X به گندم معمولی انتقال یافته است (سیرز، ۱۹۵۶). علاوه بر این، ژن‌های مقاومت به سفیدک سطحی^۲، مگس‌گندم^۳ و شته سبز گندم^۴ در این گونه وجود دارد (ژیل و همکاران، ۱۹۸۵).

کاربرد فنون مختلف رنگ‌آمیزی افتراقی از جمله روش نواربندی C که هتروکروماتین ساختاری را رنگ‌آمیزی می‌کند (اریقی و هسیو، ۱۹۷۱؛ هسیو، ۱۹۷۳؛ سامنر، ۱۹۹۰)، امکانات خوبی را در تهیه کاریوتیپ گونه‌های گیاهی فراهم کرده است (ولیزاده، ۱۳۷۷؛ ووسا، ۱۹۷۵). این روش علاوه بر اینکه در شناسایی دقیق‌تر کروموزوم‌ها و تهیه کاریوتیپ به‌کار می‌رود، در مطالعه چند شکلی و تنوع در بین گونه‌های مختلف یک جنس و یا در بین توده‌ها و واریته‌های مختلف یک گونه از لحاظ الگوهای نواربندی (مرتضوی و ارزانی، ۱۳۷۹؛ فریب و همکاران، ۱۹۹۲، ۱۹۹۳، ۱۹۹۵؛ گتورگیو و همکاران، ۱۹۹۸) و مطالعه روابط فیلوژنی گیاهان (سامنر، ۱۹۹۰)،



5- Addition lines
6- Substitution lines
7- Translocation lines
8- Genomic in situ hybridization
9- Ace to- iron- hematoxilin

1- Leaf rust (*Puccinia recondita*)
2- Powdery mildew (*Erysiphe graminis*)
3- Hessian fly (*Mayetiola destructor*)
4- Greenbug (*Schizaphis graminum*)

مواد و روشها

بذرهای دو جمعیت طبیعی ازیلوپس چتری که از دو منطقه مختلف (استان آذربایجان شرقی کیلومتر ۲۵ جاده تبریز به صوفیان و استان اردبیل کیلومتر ۳۰ جاده اردبیل به خلخال) جمع‌آوری گردید، بر روی کاغذ صافی خیس در ظروف پتری برای جوانه‌زنی و ظهور ریشه‌چه‌ها قرار داده شدند. موقعی که طول ریشه‌چه‌ها به ۲ تا ۳ سانتی‌متر رسیدند، به شرح مراحل زیر جهت رنگ‌آمیزی با استو - فریک - همتوکسیلین و نواربندی C مورد استفاده قرار گرفتند.

رنگ‌آمیزی استو - فریک - همتوکسیلین: نوک ریشه‌ها به طول ۲ تا ۳ سانتی‌متر جدا شد و در محلول ۰/۰۵ درصد کلشیسین به مدت ۲/۵ ساعت در دمای اطاق پیش تیمار گردید و سپس در محلول لویتسکی^۱ (نسبت ۱:۱ حجمی از فرمالین ۱۰ درصد و اسید کرومیک ۱ درصد) به مدت ۳۶ ساعت در دمای یخچال (۴ درجه سانتی‌گراد) تثبیت شد و پس از شستشو با آب در الکل ۷۰ درصد در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد ذخیره گردید. در این حالت نوک ریشه‌ها به مدت طولانی قابل نگهداری هستند.

(آقایف، ۱۹۹۸). برای رنگ‌آمیزی، نوک ریشه‌ها با NaOH یک نرمال به مدت ۸ دقیقه در دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد هیدرولیز شده و پس از شستشو با آب مقطر در محلول استو - فریک - همتوکسیلین ۴ درصد به مدت ۵ ساعت در دمای ۳۰ درجه سانتی‌گراد رنگ‌آمیزی شده و سپس با آب مقطر شستشو شدند. برای تهیه لام از روش اسکواش استفاده شد. به این صورت که ناحیه مرستمی نوک ریشه به طول ۱ میلی‌متر بریده و به مدت ۱ ساعت با آنزیم سیتاز تیمار شد. سپس هر نمونه را داخل یک قطره اسید استیک ۴۵ درصد بر روی لام قرار داده و پس از قرار دادن لامل روی آن سلول‌ها با چند نکان ملایم به خوبی پخش شدند. سلول‌های متافازی با میکروسکوپ الیمپیوس مدل BH2 مشاهده شده و از آنها

عکسبرداری به عمل آمد و نگاتیوهای حاصل پس از اسکن مورد بررسی قرار گرفتند.

نواربندی C: برای نواربندی C از روش ژیل و همکاران (۱۹۹۱) با کمی تغییرات استفاده شد. بدین ترتیب که نوک ریشه‌ها پس از پیش تیمار، بلافاصله در محلول فارمر (نسبت حجمی ۳ به ۱ از اتانول و اسیداستیک) تثبیت شدند. در این حالت می‌توان آنها را در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد به مدت طولانی نگهداری کرد. برای تهیه لام ابتدا نوک ریشه‌ها از محلول تثبیت خارج و به مدت ۱۰ دقیقه با آب مقطر شسته شدند و سپس ناحیه مرستمی نوک ریشه به طول ۱ میلی‌متر به منظور هضم دیواره‌های سلولی در محلول آنزیم (۰/۲ درصد پکتیناز و ۲ درصد سلولاز در بافر سیترات) در دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد به مدت یک ساعت قرار گرفتند. لام‌ها از طریق اسکواش نوک ریشه‌ها تهیه شدند. لام‌هایی که دارای گستره‌های کامل از کروموزوم‌های متافازی بودند، انتخاب و لامل آنها در فاز گازی ازت مایع جدا شد. سپس برای آگیری در اتانول ۹۶ درجه به مدت یک ساعت قرار داده شده و پس از آن به مدت ۷ روز در هوا خشک شدند.

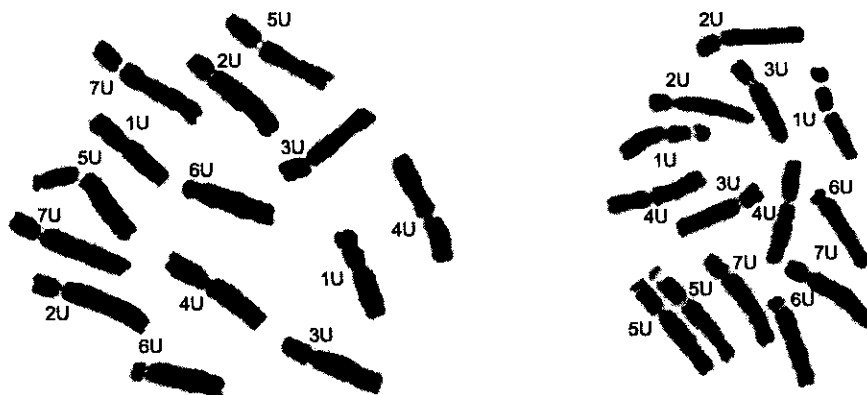
لام‌ها به منظور انجام نواربندی C، با HCl ۰/۲ نرمال به مدت ۲/۵ دقیقه در دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد تیمار گردیدند و پس از شستشو با آب مقطر در محلول اشباع هیدروکسید باریم در دمای اطاق به مدت ۷ دقیقه قرار گرفته و پس از شستشوی دقیق با آب مقطر، در محلول SSC ۲x سالین سدیم سیترات (۰/۳ مولار نمک کلرید سدیم و ۰/۰۳ مولار تری سدیم سیترات) در ۶۰ درجه سانتی‌گراد به مدت یک ساعت قرار داده شده و بعد مستقیماً به مدت یک ساعت داخل محلول گیمسا قرار گرفتند. این محلول با حل کردن ۳ میلی‌لیتر محلول گیمسا (مرک) در ۱۰۰ میلی‌لیتر بافر فسفات (PH=۶/۸) تهیه گردید. لام‌ها پس از رنگ‌آمیزی بطور مختصر با آب مقطر شستشو داده شده و پس از خشک‌نمودن در معرض هوا،



نتایج و بحث

کروموزوم‌های متافازی دو جمعیت مورد مطالعه ازیلوپس چتری از نظر رنگ‌آمیزی با استو- فریک - همتوکسیلین در شکل ۱، الگوی نواربندی C در شکل ۲ و ایدیوگرام کلی آنها با توجه به ویژگی‌های کاربولوژیکی و الگوی نواربندی در شکل ۳ نشان داده شده‌اند. نحوه چیدن کروموزوم‌ها در ایدیوگرام بر اساس کاربوتیپ استاندارد صورت گرفت. در این ایدیوگرام، نوارهایی که در هر دو جمعیت مشاهده گردیدند با رنگ تیره و آنهایی که فقط در یکی از آن دو رویت شدند کم‌رنگ نشان داده شده‌اند. ویژگی‌های کاربولوژیکی و الگوی نواربندی هر یک از کروموزوم‌ها در دو جمعیت مورد مطالعه در جداول ۱ و ۲ و اندازه و موقعیت نوارهای C آنها در جدول ۳ آمده است. اندازه هر نوار بر اساس طولی از کروموزوم که نوار C آنرا تشکیل می‌دهد محاسبه گردید. همچنین فاصله نقطه شروع نوار C مورد نظر از سمت سانترومر بر اساس درصد طول بازو، به عنوان معیاری از موقعیت آن در نظر گرفته شد.

با صمغ کانادا بالزام دائمی شدند. سلول‌های متافازی با میکروسکوپ الیمپیوس مدل BH2 عکسبرداری شدند. برای هر جمعیت، ویژگی‌های کروموزومی شامل طول بازوی کوچک و بزرگ، طول کروموزوم، نسبت بازوی بزرگ به کوچک (شاخص نسبت بازو^۱)، طول نسبی هر کروموزوم، طول نواحی هتروکروماتینی و درصد آن در هر کروموزوم و در مجموع کروموزوم‌های هاپلوئیدی و نیز موقعیت و اندازه هر یک از نوارهای C، در ۱۵ و ۱۰ سلول متافازی کامل به ترتیب برای ویژگی‌های کاربولوژیکی و الگوی نواربندی C با استفاده از نرم‌افزار^۲ Micromasure تعیین گردید. شناسایی کروموزوم‌های همتا براساس تشابه الگوی نواربندی و محل سانترومر صورت گرفت و شکل آنها نیز طبق روش لون و همکاران (۱۹۶۴) تعیین شد و بر اساس کاربوتیپ استاندارد (فریب و همکاران، ۱۹۹۵) بصورت ۱U، ۲U، ۳U، ۴U، ۵U، ۶U و ۷U نامگذاری گردید.

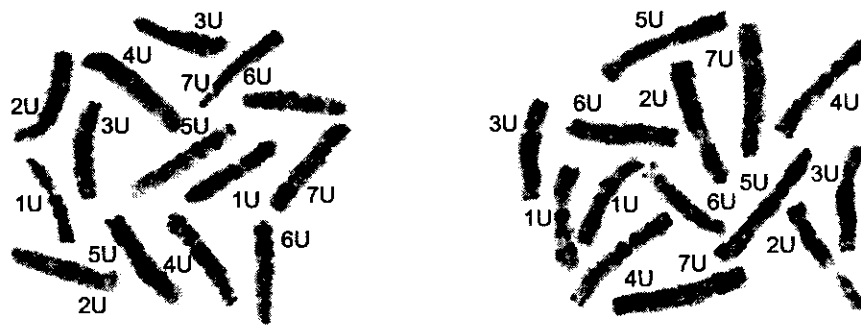


شکل ۱- کروموزوم‌های متافازی ازیلوپس چتری در رنگ‌آمیزی با استو- فریک - همتوکسیلین. (راست: جمعیت ۱ و چپ: جمعیت ۲)

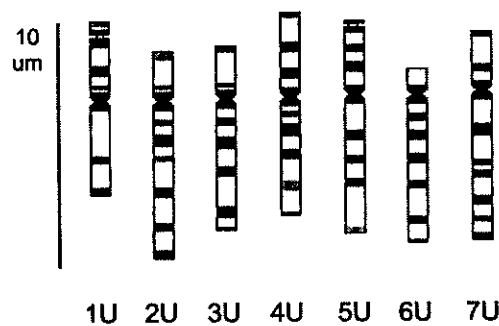
1- Arm Ratio Index

2- www.colostate.edu/Depts/Biology/Micromasure





شکل ۲- الگوی نواریندی C در کروموزوم‌های متافازی ازیلوپس چتری (راست: جمعیت ۱ و چپ: جمعیت ۲)



شکل ۳- ایدیوگرام کلی *Aegilops umbellulate* بر اساس مشاهدات هر دو جمعیت، بر اساس مشاهدات هر دو جمعیت مشاهده شدند با رنگ تیره و آنتهایی که فقط در یکی از جمعیت‌ها مشاهده گردیدند کمرنگ نشان داده شده‌اند.

جدول ۱- ویژگی‌های کاربوتیپی ازیلوپس چتری بر اساس میانگین مشاهدات در دو جمعیت مورد مطالعه.

ماهواره (μm)	نسبت بازو	طول نسبی	طول (μm)		شکل	کروموزوم
			طول کروموزوم	بازوی بلند بازوی کوتاه		
$1/39 \pm 0/04$	$1/18 \pm 0/02$	$7/33 \pm 0/001$	$7/51 \pm 0/09$	$3/45 \pm 0/05$	m	۱U
-	$2/21 \pm 0/06$	$7/46 \pm 0/001$	$8/87 \pm 0/09$	$2/11 \pm 0/05$	st	۲U
-	$2/34 \pm 0/06$	$7/78 \pm 0/001$	$8/16 \pm 0/09$	$2/45 \pm 0/04$	sm	۳U
-	$1/33 \pm 0/03$	$7/48 \pm 0/001$	$8/89 \pm 0/10$	$3/82 \pm 0/06$	m	۴U
$0/74 \pm 0/03$	$1/80 \pm 0/04$	$7/81 \pm 0/001$	$9/28 \pm 0/12$	$3/35 \pm 0/07$	sm	۵U
-	$5/71 \pm 0/12$	$7/44 \pm 0/001$	$7/72 \pm 0/09$	$1/15 \pm 0/03$	st	۶U
-	$2/86 \pm 0/06$	$7/70 \pm 0/001$	$9/19 \pm 0/12$	$2/39 \pm 0/04$	sm	۷U

st=متاساتریک، sm=ساب‌متاساتریک و ak=اکروساتریک

جدول ۲- تعداد نوار، طول نوارهای C و درصد هتروکروماتین ساختاری هر کروموزوم در دو جمعیت مورد مطالعه.

کروموزوم	تعداد نوار		میانگین طول نوارهای C (μm)		درصد هتروکروماتین ساختاری	
	جمعیت		جمعیت		جمعیت	
	۱	۲	۱	۲	۱	۲
۱U	۶	۷	۳/۱۷	۳/۳۹	۴۲/۲۱ ± ۱/۵۱	۴۵/۱۳ □ ۰/۷۷
۲U	۸	۸	۳/۸۳	۳/۷۷	۴۴/۱۷ ± ۲/۱۱	۴۳/۴۸ ± ۲/۳۴
۳U	۸	۸	۳/۷۵	۳/۷۷	۴۵/۹۵ ± ۱/۷۸	۴۶/۲۰ ± ۲/۲۱
۴U	۹	۸	۴/۲۸	۴/۰۹	۴۸/۱۴ ± ۳/۰۹	۴۷/۰۶ ± ۲/۸۷
۵U	۸	۷	۴/۰۱	۳/۷۴	۴۳/۲۱ ± ۱/۱۷	۴۰/۳۴ ± ۲/۰۹
۶U	۷	۷	۳/۹۹	۳/۹۷	۵۲/۰۸ ± ۳/۲۴	۵۱/۸۲ ± ۳/۶۷
۷U	۹	۹	۴/۷۷	۴/۶۲	۵۱/۰۹ ± ۲/۸۳	۵۰/۲۷ ± ۳/۲۱
جمع	۵۵	۵۴	۲۷/۸۰	۲۷/۳۵	-	-
میانگین	-	-	۳/۹۷	۳/۹۱	۴۶/۶۹ ± ۳/۲۴	۴۶/۱۹ ± ۲/۶۵

کروموزوم ۲U: علاوه بر یک نوار سانترومری، دارای یک نوار مجاور سانترومری و یک نوار تلومری در بازوی کوچک و ۲ نوار در ناحیه میانی، یک نوار در ناحیه انتهایی^۱ و یک نوار تلومری^۲ در بازوی بزرگ بود. لازم به ذکر است که نوار تلومری موجود در بازوی کوچک فقط در جمعیت ۱ مشاهده گردید.

کروموزوم ۳U: یک کروموزوم سابمتاسانتریک که علاوه بر نوار سانترومری مشخص، یک نوار تلومری و یک نوار مجاور سانترومری در بازوی کوچک، و یک نوار در مجاور سانترومر و در نواحی میانی، انتهایی و تلومری بازوی بزرگ الگوی نواربندی آن را تشکیل می‌داد.

کروموزوم ۴U: علاوه بر یک نوار سانترومری مشخص، دارای یک نوار C در ناحیه مجاور سانترومر و نیز در ناحیه میانی و تلومری بازوی کوچک بود، و در بازوی بزرگ نیز یک نوار در ناحیه مجاور سانترومر، سه نوار در ناحیه میانی و یک نوار تلومری داشت. آخرین نوار میانی از طرف سانترومر در بازوی بزرگ فقط در جمعیت ۱ مشاهده شد.

کروموزوم ۵U: دارای یک فرورفتگی ثانویه در انتهای بازوی کوچک بود که طول ماهواره آن از طول ماهواره در

کاربوتیپ هر یک از جمعیت‌ها از ۲ جفت کروموزوم متاسانتریک، ۳ جفت کروموزوم سابمتاسانتریک و ۲ جفت کروموزوم ساباکروسانتریک تشکیل یافته است. در این جمعیت‌ها تغییرات کروموزومی از لحاظ تعداد کروموزوم و نیز حضور کروموزوم‌های B مشاهده نگردید. ویژگی‌های کاربولوژیکی و الگوی نواربندی هر کدام از هفت کروموزوم هاپلوئیدی آن به شرح زیر بود:

کروموزوم ۱U: کروموزومی متاسانتریک که دارای یک فرورفتگی ثانویه و ماهواره در انتهای بازوی کوچک بود و علاوه بر یک نوار سانترومری مشخص، در بازوی کوچک نوارهایی در ناحیه مجاور سانترومری^۱، ناحیه میانی^۲ و نیز در دو طرف فرورفتگی ثانویه^۳ مشاهده شدند. بازوی بزرگ آن نیز دارای یک نوار تلومری و یک نوار در ناحیه میانی بود. علاوه بر این، بر روی ماهواره در جمعیت ۲ یک نوار C ضعیف وجود داشت که در جمعیت ۱ مشاهده نشد. این کروموزوم، همانند کاربوتیپ استاندارد کوچکترین کروموزوم در ژنوم اژیلوپس چتری بود که به واسطه ماهواره مشخص و بزرگ آن به راحتی از سایر کروموزوم‌ها قابل تشخیص بود.



کروموزوم 1U کوچکتر بود، ولی در رنگ آمیزی با استو-فریک-هماتوکسیلین به راحتی تشخیص داده می شد. این کروموزوم در بازوی کوچک در نواحی مجاور سانترومر، ناحیه میانی و در دو طرف فرورفتگی ثانویه دارای نوارهای C بود. از سوی دیگر در بازوی بزرگ آن فقط ۳ نوار در ناحیه میانی مشاهده شد. همچنین در جمعیت ۱ یک نوار تلومری در بازوی بزرگ مشاهده گردید، در حالیکه جمعیت ۲ فاقد این نوار بود.

کروموزوم 6U: فاقد هر گونه نوار در بازوی کوچک بود، ولی در بازوی بزرگ دو نوار در ناحیه مجاور سانترومر، دو نوار در ناحیه میانی، یک نوار در ناحیه انتهایی و یک نوار تلومری دیده شد.

کروموزوم 7U: به همراه یک نوار سانترومری، در بازوی کوچک دارای یک نوار تلومری و یک نوار مجاور سانترومری بود. از طرف دیگر الگوی نواربندی بازوی بزرگ آن را یک نوار مجاور سانترومری، سه نوار میانی، یک نوار ناحیه انتهایی، یک نوار تلومری و یک نوار سانترومری تشکیل می داد.

در این بررسی فرمول کروموزومی اژیلوپس چتری به صورت $2st:3sm:2m$ بدست آمد (جدول ۱). در عین حال در کاریوتیپ استاندارد آن اعلام شده که هفت کروموزوم مختلف این گونه متاسانتریک تا ساب متاسانتریک هستند. با توجه به نسبت بازوی کروموزومها (جدول ۴) احتمال می رود که برای نامگذاری کروموزومها معیارهای متفاوتی مورد استفاده قرار گرفته است. اژیلوپس چتری دارای دو جفت کروموزوم با ناحیه سازماندهنده هستکی است که قبلاً از طریق مشاهده فرورفتگی های ثانویه (چناویرایج، ۱۹۶۰)، هیبریداسیون درجا^۱ با استفاده از DNA-ریبوزومی (تو و همکاران، ۱۹۸۳) و نواربندی Ag-NOR (سرمو و همکاران، ۱۹۸۴) شناسایی و به عنوان کروموزومهای 1U و 5U شناخته شده اند. طول ماهواره در کروموزوم 1U بزرگتر از طول آن در کروموزوم 5U می باشد. از آنجایی که زمان پیش

تیمار در این مطالعه کوتاهتر بود، طول کروموزومها در این مطالعه بزرگتر از اندازه آنها در کاریوتیپ استاندارد بدست آمد. همچنین، کروموزوم 5U بزرگترین و کروموزوم 1U کوتاهترین کروموزوم در مجموعه کروموزومی اژیلوپس چتری بود. انحراف معیار مربوط به اجزای کاریوتیپ، به ویژه برای طول نسبی کروموزومها، خیلی کم بود (جدول ۱). این امر نشان می دهد که در بین ۱۵ بوته مورد ارزیابی از هر جمعیت و همچنین بین دو جمعیت، اختلافات زیادی از لحاظ ویژگی های کاریولوژیکی وجود نداشت. از نظر شاخص نسبت بازو که معیاری برای تعیین شکل کروموزوم می باشد (لون و همکاران، ۱۹۶۴) در بین دو جمعیت اختلاف قابل توجهی مشاهده نشد. همچنین مقادیر این شاخص تا حدی معادل مقادیر آن در کاریوتیپ استاندارد بود (جدول ۴). بیشترین اختلاف در کروموزوم 6U مشاهده گردید. نوار تلومری در بازوی کوچک این کروموزوم که در کاریوتیپ استاندارد در تعدادی از توده های مورد مطالعه گزارش شده بود، در این دو جمعیت مشاهده نگردید. از طرف دیگر، طول بازوی کوچک در مقایسه با طول آن در کاریوتیپ استاندارد کوچکتر بود. بنابراین حدس زده می شود که قسمتی از انتهای بازوی کوچک کروموزوم 6U احتمالاً حذف شده باشد.

همه کروموزومها علاوه بر یک نوار سانترومری مشخص، دارای نوارهایی در نواحی مجاور سانترومری، میانی، انتهایی و تلومری بودند که در شناسایی آنها اهمیت داشت (شکل ۲). چند شکلی قابل توجهی از نظر موقعیت نوارهای C در بین بوته های داخل جمعیت مشاهده نشد ولی این امر در سطح محدودی در اندازه نوارهای C در بین بوته های داخل جمعیت وجود داشت. همچنین تفاوت های موجود در بین دو جمعیت مورد مطالعه از لحاظ الگوی نواربندی بسیار جزئی بود. هر چند، چنین تفاوت هایی مانع از شناسایی کروموزومها نگردید. نوارهای $2S^1$ ، $4L^1$ و $4L^0$ فقط در جمعیت ۱ و نوارهای $4S^1$ و



الگوی نواربندی در جمعیت‌های مورد مطالعه در این بررسی تشابه زیادی با کارهای قبلی (تو و هوتچینسون، ۱۹۸۳؛ سرمو و همکاران، ۱۹۸۴؛ فریب و همکاران، ۱۹۹۵) داشت. تفاوت‌های قابل ذکر الگوی نواربندی دو جمعیت مورد مطالعه با کاریوتیپ استاندارد عبارتند از: ۱- وجود نوار^۱ ۲S در بازوی کوچک کروموزوم ۱U در هر دو جمعیت در حالیکه چنین نواری در هیچ یک از توده‌های مورد استفاده در کاریوتیپ استاندارد گزارش نشده است. ۲- هترومورف بودن نوار^۲ ۲S در ناحیه تلومری بازوی کوچک کروموزوم ۲U و نوار^۳ ۴L در ناحیه تلومری بازوی بزرگ کروموزوم ۵U. به این معنی که این دو نوار فقط در یکی از جمعیت‌ها مشاهده شدند، در حالیکه در کاریوتیپ استاندارد هر یک از آنها به‌عنوان یک نوار منومورف محسوب می‌شد. بنابراین، می‌توان استنباط نمود هر چند که کاریوتیپ استاندارد از یلوپس چتری می‌تواند به‌عنوان یک الگوی کلی در این‌گونه مورد استفاده قرار گیرد، ولی تغییراتی، هر چند خیلی محدود، در جمعیت‌های دیگر مورد انتظار است و بنابراین لازم است که هنگام بررسی انتقال کروماتین مطلوب از این‌گونه به گندم در تشخیص نوارهای C دقت کافی معمول شود.

^۲L فقط در جمعیت ۲ مشاهده شدند (جدول ۳). درصد هتروکروماتین در هر یک از کروموزوم‌ها و همچنین میانگین آن در کل ژنوم در بین دو جمعیت تفاوت زیادی نشان نداد. میانگین درصد هتروکروماتین در جمعیت ۱ برابر ۶۶/۶۹ درصد و در جمعیت ۲، ۱۹/۴۶ درصد بدست آمد (جدول ۲).

ژانگ و همکاران (۱۹۹۸) به کمک نشانگرهای RFLP نشان دادند که بر اساس رفتار هومبولوگی نواحی سانترومری، رابطه هومبولوگی کروموزوم‌های ۱U، ۲U، ۳U، ۵U و ۷U از یلوپس چتری با گندم وجود دارد ولی کروموزوم ۴U آن با کروموزوم‌های گروه ۶ و کروموزوم ۶U آن با کروموزوم‌های گروه ۴ گندم رفتار هومبولوگی دارند و بر این اساس اعلام کردند که شاید تغییر نام این دو کروموزوم که قبلاً توسط یانگ و همکاران (۱۹۹۶) پیشنهاد شده بود، مناسب باشد. این محققین همچنین گزارش کردند که تغییرات ساختمانی زیادی در مقایسه با گندم در بین کروموزوم‌های این‌گونه رخ داده است. با وجود این، تغییرات ساختمانی کروموزوم که بتوان از طریق نواربندی C مشخص کرد در این دو جمعیت مشاهده نشدند.

جدول ۳- موقعیت (فاصله نقطه شروع هر نوار از سانترومر بر حسب درصد طول بازوی که در آن قرار گرفته است) و اندازه (طول از کروموزوم بر حسب μm که نوار C مورد نظر را تشکیل داده است) نوارهای C در هر کروموزوم.

کروموزوم	نوار	موقعیت		اندازه (μm)	
		جمعیت ۱	جمعیت ۲	جمعیت ۱	جمعیت ۲
۱U	۴S ^۱	-	۸۷/۷۷±۱/۲۵	-	۰/۳۶±۰/۱۲
	۳S ^۱	۷۴/۲۵±۲/۱۶	۶۹/۶۲±۳/۱۱	۰/۸۶±۰/۱۲	۰/۴۲±۰/۱۰
	۲S ^۱	۵۱/۴۱±۳/۴۱	۴۵/۲۶±۲/۷۱	۰/۴۳±۰/۱۵	۰/۴۲±۰/۱۰
	۱S ^۱	۲۳/۸۵±۵/۱۷	۲۵/۸۹±۴/۱۱	۰/۱۶±۰/۰۴	۰/۱۹±۰/۰۳
	C ^۱	.	.	۰/۹۳±۰/۰۹	۰/۹۴±۰/۰۸
	۱L ^۱	۵۳/۱۵±۲/۵۱	۵۹/۲۸±۳/۰۱	۰/۳۲±۰/۰۲	۰/۳۶±۰/۰۴
	۲L ^۱	۹۰/۶۰±۳/۵۱	۹۳/۰۱±۲/۳۳	۰/۳۹±۰/۰۳	۰/۳۷±۰/۰۴
	۲S ^۲	۷۴/۰۱±۲/۱۱	-	۰/۵۹±۰/۰۹	-
	۱S ^۲	۳۱/۱۱±۱/۱۳	۳۲/۸۱±۲/۴۱	۰/۲۶±۰/۰۲	۰/۲۹±۰/۰۱
	C ^۲	.	.	۰/۷۵±۰/۰۵	۰/۷۷±۰/۰۳
۲U	۱L ^۲	۱۲/۳۵±۱/۲۴	۱۴/۵۱±۱/۷۱	۰/۵۱±۰/۱۸	۰/۴۷±۰/۱۶
	۲L ^۲	۲۷/۷۵±۱/۰۸	۲۶/۲۷±۲/۰۱	۰/۲۹±۰/۱۳	۰/۳۷±۰/۱۵
	۳L ^۲	-	۴۰/۷±۲/۲۳	-	۰/۲۷±۰/۰۳
	۴L ^۲	۶۳/۱۷±۳/۳۹	۵۸/۹۴±۲/۸۱	۰/۵۵±۰/۰۴	۰/۵۶±۰/۰۵



اندازه (μm)		موقعیت		نوار	کروموزوم
جمعیت ۲	جمعیت ۱	جمعیت ۲	جمعیت ۱		
۰/۵۹±۰/۰۷	۰/۴۵±۰/۰۳	۷۶/۱۱±۲/۵۱	۷۷/۲۰±۲/۲۹	۵L ^۲	
۰/۴۵±۰/۰۲	۰/۴۳±۰/۰۹	۹۳/۶۹±۳/۲۵	۹۴/۱۵±۲/۲۱	۶L ^۲	
۰/۴۵±۰/۰۵	۰/۴۷±۵/۰۶	۷۵/۶۶±۲/۵۳	۷۱/۵۶±۲/۷۱	۲S ^۲	۳U
۰/۳۱±۰/۱۰	۰/۲۸±۰/۰۷	۱۷/۴۸±۳/۵۴	۲۰/۳۲±۲/۹۲	۱S ^۲	
۰/۸۰±۰/۰۱	۰/۸۱±۰/۰۲	.	.	C ^۲	
۰/۴۷±۰/۱۷	۰/۴۴±۰/۱۱	۱۹/۷۸±۲/۹۱	۲۱/۷۳±۳/۰۱	۱L ^۲	
۰/۳۴±۰/۰۵	۰/۳۸±۰/۰۸	۲۸/۲۵±۲/۲۴	۲۹/۴۱±۱/۱۴	۲L ^۲	
۰/۶۱±۰/۰۶	۰/۵۷±۰/۰۶	۴۵/۲۵±۲/۱۱	۴۳/۶۱±۲/۲۳	۳L ^۲	
۰/۶۷±۰/۱۷	۰/۶۵±۰/۱۵	۷۴/۲۱±۴/۲۶	۷۷/۵۳±۴/۸۳	۴L ^۲	
۰/۳۲±۰/۰۷	۰/۳۵±۰/۸۰	۹۲/۷۵±۱/۲۵	۹۳/۱۸±۱/۱۷	۵L ^۲	
۰/۱۶±۰/۰۱	۰/۱۶±۰/۰۲	۸۹/۲۱±۴/۱۱	۹۰/۳۵±۳/۸۳	۲S ^۴	۴U
۰/۶۳±۰/۰۷	۰/۶۶±۰/۰۶	۵۶/۳۲±۲/۲۳	۵۲/۸۶±۲/۷۲	۲S ^۴	
۰/۶۲±۰/۰۶	۰/۶۱±۰/۰۶	۲۶/۲۷±۲/۱۱	۲۴/۴۸±۲/۶۱	۱S ^۴	
۰/۶۲±۰/۰۸	۰/۸۵±۰/۰۷	.	.	C ^۴	
۰/۳۵±۰/۰۳	۰/۳۱±۰/۰۳	۱۴/۹۲±۲/۱۲	۱۲/۰۸±۲/۲۹	۱L ^۴	
۰/۶۷±۰/۰۷	۰/۶۲±۰/۰۶	۳۰/۱۵±۱/۷۹	۳۰/۴۲±۲/۴۱	۲L ^۴	
۰/۴۸±۰/۰۵	۰/۵۰±۰/۰۵	۵۱/۱۴±۶/۲۲	۴۸/۲۸±۷/۷۱	۳L ^۴	
-	۰/۲۸±۰/۰۲	-	۶۲/۷۴±۴/۵۱	۴L ^۴	
۰/۳۵±۰/۱۰	۰/۳۴±۰/۱۱	۹۳/۸۱±۲/۴۸	۹۴/۲±۳/۵۱	۵L ^۴	
۰/۴۴±۰/۰۶	۰/۷۱±۰/۰۴	۸۵/۷۲±۳/۱۳	۸۶/۷۵±۲/۹۷	۲S ^۵	۵U
۰/۶۲±۰/۱۱	۰/۵۷±۰/۱۱	۵۶/۳۲±۳/۴۵	۵۸/۸۶±۴/۲۳	۲S ^۵	
۰/۳۷±۰/۰۵	۰/۳۲±۰/۰۵	۲۷/۱۷±۳/۴۱	۲۴/۱۷±۴/۲۳	۱S ^۵	
۰/۷۹±۰/۱۴	۰/۷۵±۰/۰۹	.	.	C ^۵	
۰/۵۷±۰/۰۹	۰/۵۳±۰/۱۰	۳۳/۱۹±۱/۷۶	۳۴/۲۰±۲/۰۴	۱L ^۵	
۰/۵۱±۰/۱۲	۰/۵۹±۰/۱۰	۴۴/۵۶±۲/۷۸	۴۷/۱۲±۳/۱۱	۲L ^۵	
۰/۴۴±۰/۰۲	۰/۴۱±۰/۱۴	۶۶/۱۴±۲/۸۷	۶۸/۹۵±۲/۱۱	۳L ^۵	
-	۰/۶۳±۰/۰۶	-	۸۸/۶۹±۱/۰۱	۴L ^۵	
۰/۸۲±۰/۲۲	۰/۸۱±۰/۱۵	.	.	C ^۱	۶U
۰/۶۳±۰/۱۲	۰/۶۴±۰/۱۱	۱۲/۰۹±۱/۹۳	۱۲/۲۹±۲/۲۳	۱L ^۱	
۰/۴۷±۰/۰۹	۰/۴۵±۰/۱۲	۲۲/۱۴±۱/۹۱	۲۵/۲۴±۳/۷۳	۲L ^۱	
۰/۵۸±۰/۱۷	۰/۵۵±۰/۱۶	۲۷/۳۲±۱/۸۴	۲۸/۱۲±۲/۶۳	۳L ^۱	
۰/۵۷±۰/۱۷	۰/۵۳±۰/۱۸	۵۴/۱۷±۲/۳۱	۵۱/۷۴±۱/۸۲	۴L ^۱	
۰/۵۴±۰/۱۷	۰/۶۲±۰/۱۶	۷۸/۲۴±۳/۰۱	۸۰/۴۳±۳/۱۲	۵L ^۱	
۰/۲۶±۰/۰۲	۰/۳۹±۰/۰۲	۹۴/۱۷±۲/۵۴	۹۲/۵۷±۲/۶۴	۶L ^۱	
۰/۴۵±۰/۱۱	۰/۵۲±۰/۰۱	۷۵/۶۵±۲/۸۵	۷۹/۳۹±۳/۳۱	۱S ^۷	
۰/۴۰±۰/۰۵	۰/۴۶±۰/۰۴	۲۸/۹۰±۴/۱۱	۲۰/۸۴±۴/۷۰	۲S ^۷	
۰/۷۹±۰/۰۵	۰/۷۷±۰/۰۳	.	.	C ^۷	
۰/۶۶±۰/۱۵	۰/۶۴±۰/۰۲	۲۴/۱۰±۱/۰۲	۲۵/۲۷±۲/۰۸	۱L ^۷	
۰/۳۴±۰/۰۶	۰/۴۸±۰/۱۳	۴۴/۸۳±۵/۶۲	۴۷/۳۴±۴/۸۲	۲L ^۷	
۰/۴۹±۰/۰۷	۰/۴۸±۰/۰۶	۵۲/۶۲±۱/۱۴	۵۵/۸۶±۲/۳۱	۳L ^۷	
۰/۶۱±۰/۰۲	۰/۶۵±۰/۰۹	۷۵/۱۴±۲/۱۵	۷۳/۰۱±۱/۴۱	۴L ^۷	
۰/۳۰±۰/۱۱	۰/۲۴±۰/۱۰	۸۲/۳۴±۲/۱۷	۸۳/۴۴±۱/۳۴	۵L ^۷	
۰/۵۸±۰/۱۱	۰/۵۹±۰/۰۵	۹۱/۷۵±۱/۶۳	۹۲/۵۲±۱/۵۰	۶L ^۷	



جدول ۴- مقایسه شاخص نسبت بازوی کروموزوم‌های دو جمعیت مورد مطالعه با کاریوتیپ استاندارد (فریب و همکاران، ۱۹۹۵).

کروموزوم							
۷U	۶U	۵U	۴U	۳U	۲U	۱U	
۲/۸۶	۵/۶۵	۱/۸۰	۱/۳۱	۲/۳۵	۳/۱۷	۱/۱۳	جمعیت ۱
۲/۸۵	۵/۵۸	۱/۷۹	۱/۳۵	۲/۳۳	۳/۲۳	۱/۲۳	جمعیت ۲
۲/۸	۵/۰	۱/۷	۱/۲	۲/۳	۳/۳	۱/۳	کاریوتیپ استاندارد

منابع

۱. مرتضوی، ا. و ارزانی، ا. ۱۳۷۹. مطالعه چند شکلی نواریندی C در کروموزوم‌های ارقام گندم. مجله علوم و صنایع کشاورزی، جلد ۱۲، شماره ۳، ص ۱۱۷-۱۳۲.
۲. ولیزاده، م. ۱۳۷۷. سازمان‌یابی کروموزومی و رموز تکنولوژی نواریندی آن در موجودات عالی. مقالات کلیدی چهارمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات. ۷-۴ شهریور ۱۳۷۵. انتشارات دانشگاه صنعتی اصفهان. ص ۶۰۶-۵۷۵.
3. Aghayev, Y. M. 1998. Advanced squash methods for investigation of plant chromosomes. Presented papers in the Fourth Iranian Congress on Crop Production and Breeding Sciences, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran. PP 1-20.
4. Arrighi, F. E., and T. C. Hsu. 1971. Localization of heterochromatin in human chromosomes. *Cytogenetics*, 10: 81-86.
5. Athwal, R. S., and G. Kimber. 1972. The pairing of an alien chromosome with homoeologous chromosomes of wheat. *Canadian Journal of Genetic and Cytology*, 14: 325-333.
6. Cermeno, M. C., J., Orellana, J. L., Santos, and J. R. Lacadena. 1984. Nucleolar activity and competition (amphiplasty) in the genus *Aegilops*. *Heredity*, 53: 603-611.
7. Chennaveeraiah, M. S. 1960. Karyomorfologic and cytotaxonomic studies in *Aegilops*. *Acta Horticulture Gotoburgensis*, 23: 367-377.
8. Friebe, B., J., Jiang W. J., Raupp R. A., McIntosh, and B. S. Gill. 1996. Characterization of wheat-alien translocations conferring resistance to diseases and pests: current status. *Euphytica*, 91: 59-87.
9. Friebe, B., Y., Mukai, and B. S. Gill. 1992a. C-banding polymorphisms in several accessions of *Triticum tauschii* (*Aegilops squarrosa*). *Genome*, 35: 192-199.
10. Friebe, B., V., Schubert, W. D., Biuthner, and K. Hammer, 1992b. C-banding pattern and polymorphism of *Aegilops caudata* and chromosomal constitutions of the amphiploid *T. aestivum*-*Ae. caudata* and six derived chromosome addition lines. *Theor. Appl. Genet.* 83: 589-596.
11. Friebe, B., N., Tuleen, and B. S. Gill 1995. Standard karyotype of *Triticum umbellulatum* and the characterization of derived chromosome addition and translocation lines in common wheat. *Theor. Appl. Genet.* 90: 150-156.
12. Friebe, B., N. Tuleen, J. Jiang, and B. S. Gill. 1993. Standard karyotype of *Triticum longissimum* and its cytogenetic relationship with *T. aestivum*. *Genome*, 36: 731-742.
13. Georgiou, A., S. Karataglis, and D. Roupakias. 1998. Inter- and intra-varietal polymorphism in C-banded chromosomes of *Aegilops caudata* L. *Wheat Info. Ser.* 87: 5-14.
14. Gill, B. S., H. Sharma, C. Raupp, L. E. Browder, J. H. Hatchett, T. L. Harvey, J. G. Moseman, and J. G. Waines 1985. Evaluation of *Aegilops* species for resistance to wheat powdery mildew, wheat leaf rust, Hessian fly and greenbug. *Plant Diseases*, 69: 314-316.
15. Gill, B. S., B. Friebe, and T. R. Endo 1991. Standard karyotype and nomenclature system for description of chromosome bands and structural aberrations in wheat (*Triticum aestivum*). *Genome*, 34: 830-839.
16. Gupta, P. K. 1998. *Cytogenetics*. Rastogi and Company. Subhash Bazar. Meerut. India.
17. Hoisington, D., M. Khairallah, T. Reeves, J. M. Ribaut, B. Skovmand, S. Taba, and M. Warburton. 1999. Plant genetic resources: What can they contribute toward increased crop productivity? *Proc. Nat. Acad. Sci.* 99(11): 5937-5943.
18. Hsu, T. C. 1973. Longitudinal differentiation of chromosomes. *Annual review of genetics*, 7: 153-176.



19. Jiang J., B. Friebe, and B. S. Gill 1994. Recent advances in alien gene transfer in wheat. *Euphytica*, 73: 199-212.
20. Kihara, H., and M. Tanaka. 1970. Addendum to the classification of the genus *Aegilops* by means of genome-analysis. *Wheat Info. Ser.* 30: 1-2.
21. Kimber, G., and M. Felman. 1987. Wild wheat. An introduction. Special Report 353. Agriculture University of Missouri, Columbia, USA.
22. Levan, A., K. Fredga, and A. Sandberg. 1964. Nomenclature for centromeric position on chromosomes. *Hereditas*, 52: 201-220.
23. Merezko, A. F. 1998. Impact of plant genetic resources on wheat breeding. *Euphytica*, 100: 295-303.
24. Reader, S. M., and T. E. Miller. 1987. The simultaneous substitution of two pairs of chromosomes from two alien species in *Triticum aestivum* CV 'Chinese Spring'. *Cereal Research Communication*, 15:39-42.
25. Sears, E. R. 1956. The transfer of leaf rust resistance from *Aegilops umbellulata* to wheat. *Brookhaven Symposium on Biology*, 9:1-22.
26. Sears, E. R. 1961. Identification of the wheat chromosomes carrying leaf rust resistance from *Aegilops umbellulata*. *Wheat Info. Ser.* 12:12-13.
27. Slageren, M. W. 1994. Wild wheats. A monograph of *Aegilops* L. and *Amblyopyrum* (Jaub and spach) Eig (*Poacea*). ICARDA.
28. Sumner, A. T. 1990. Chromosome banding. Unwin Hyman. London. UK.
29. Teoh, S. B., and J. Hutchinson. 1983. Inter-specific variation of C-banded chromosomes of diploid *Aegilops* species. *Theor. Appl. Genet.* 65:31-40.
30. Teoh, S. B., J., Hutchinson, and T. E. Miller. 1983. A comparison of the chromosomal distribution of cloned repetitive DNA sequences in different *Aegilops* species. *Heredity*, 51:635-641.
31. Vosa, C. G. 1975. The use of Giemsa and other staining techniques in karyotype analysis. *Current Advance in Plant Science*, 6: 495-510.
32. Yang, Y. C., N. A. Tuleen, and G. E. Hart. 1996. Isolation and identification of *Triticum aestivum* L. Thell. CV Chinese Spring – *T. Peregrinum* Hackel disomic chromosome- addition lines. *Theor. Appl. Genet.* 92: 591-598.
33. Zhang, H., J. Jia, M. D. Gale, and K. M. Devos. 1998. Relationships between the chromosomes of *Aegilops umbellulata* and wheat. *Theor. Appl. Genet.* 96: 69-73.



Karyotype and C-banding pattern in two populations of *Aegilops umbellulata*

¹R. Asghari-Zakaria, ²H. Kazemi, ²Y. Aghayev, ²M. Valizadeh and M. Moghaddam

¹Department of Agronomy, Mohagagh Ardabili University, ²Department of Agronomy, Tabriz University, Iran.

Abstract

Karyotype and C-banding pattern in two populations of *Aegilops umbellulata* from two geographical locations of north-west of Iran were studied. Aceto-iron-hematoxilin and Giemsa C-banding techniques were used to chromosome staining and banding patterns analysis, respectively. Chromosome characteristics were measured using Micromesure software. The results of this study revealed that the genome of this species consisted of two pairs of metacentric (1U and 4U), three pairs of submetacentric (3U, 5U and 7U) and two pairs of acrocentric (2U and 6U) chromosomes. Each chromosome, having a distinctive banding pattern, was recognizable easily. Karyological characteristics and banding patterns of the two populations were similar not only to each other but also to those of the standard karyotype of this species. There were, however, some minor variations between these two populations. Meanwhile, some minor differences were observed in karyological characteristics and banding patterns of 1U, 2U, 5U and 6U chromosomes between the two populations and the standard karyotype. Although the standard karyotype of *Aegilops umbellulata* can be used as a general model for karyo type of this species, but care must be made in identifying C-bands when considering transfer of desired chromatin from this species into wheat.

Keywords: Aceto- Iron- Hematoxilin staining; *Aegilops umbellulata*; C-banding; Karyotype

