مجله علوم کشاورزی ایران
جلد ۳۵، شماره ۴، سال ۱۳۸۳ (۸۳۷-۸۲۷)

بررسی کاریوتیپی برخی از ژنوتیپ‌های جو بدون پوشینه (*Hordeum vulgare* L.)

سامان یزدان‌ستا[1]، قاسم کریم زاده[2] و زین العابدین طهماسبی سروستانی[3]
۱، عضو هیئت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد مهاباد، ۲، ۳، اعضاء هیئت علمی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس
تاریخ پذیرش مقاله ۸۳/۱/۲۶

خلاصه

در این مطالعه، برای بررسی کاریوتیپ تعداد بیست ژنوتیپ جو بدون پوشینه از تکنیک اسکواش و رنگ‌آمیزی با استوکارمن ۲٪ استفاده شد. پارامترهای کروموزومی از جمله طول بازوی بلند، طول بازوی کوتاه، طول کروموزوم، نسبت بازوها، نسبت طول بازوی کوتاه به بلند، درصد شکل کروموزوم، درصد شکل کلی کاریوتیپ، طول کل کروماتین و تعداد ماهواره‌ها برای هر ژنوتیپ مورد مطالعه قرار گرفتند. برای بررسی تنوع پارامترهای سیتوژنتیکی، ژنوتیپ‌ها به صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح پایه کاملا تصادفی با پنج تکرار مورد بررسی قرار گرفتند. در این آزمایش فاکتور ژنوتیپ (در ۲۰ سطح) و فاکتور کروموزوم (در ۷ سطح) بررسی شد. ژنوتیپ‌ها از لحاظ طول بازوی بلند، طول بازوی کوتاه و طول کروموزوم با یکدیگر تفاوت معنی‌داری را نشان دادند ولی از لحاظ پارامترهای نسبت بازوها، نسبت طول بازوی کوتاه به بلند و درصد شکل کروموزوم تفاوت قابل ملاحظه‌ای بین ژنوتیپ‌ها مشاهده نشد. بین کروموزوم‌های مختلف هر ژنوتیپ از لحاظ تمام پارامترها تفاوت معنی‌داری وجود داشت. مقایسهٔ بین ژنوتیپی و بین کروموزومی برای میانگین‌های پارامترهای اندازه‌گیری شده با روش دانکن انجام شد. تمام ژنوتیپ‌ها دیپلوئید (۲n=۲x=۱٤) بوده و از لحاظ خصوصیات کاریوتیپی اختلافات فاحشی بین آنها مشاهده گردید. بزرگترین کروموزوم و بیشترین طول کروماتین متعلق به ژنوتیپ ۱۳ و کمترین این مقادیر مربوط به ژنوتیپ ٤ بود. تقارن کاریوتیپ‌ها بر اساس روش استیبنز محاسبه گردیده و کاریوتیپ تمام ژنوتیپ‌ها در کلاس 1A قرار گرفتند. نوع کروموزوم بر اساس روش لوان و همکارانش مورد ارزیابی قرار گرفت و همه کروموزوم‌های ژنوتیپ‌ها از نوع متاسنتریک (m) تشخیص داده شدند. نوع کروموزوم‌ها در همه ژنوتیپ‌های مورد مطالعه با کلاس استیبنز کاملا مطابقت داشت.

واژه‌های کلیدی: کاریوتیپ، کروموزوم، جو بدون پوشینه، *Hordeum vulgare* L.

مقدمه

کشت جو بدون پوشینه در دو دهه اخیر در کانادا و اروپا گسترش یافته و کاربرد آن جهت تغذیه طیور رو به افزایش می‌باشد (۱). سطح زیر کشت آن در ایران در سال ۱۳۸۰ حدود ۵۷۷ هکتار و میزان تولید آن در همان سال ۱۴۸۲ تن بوده است. در سال ۱۳۸۱، سطح زیر کشت و میزان تولید آن افزایش یافته و به ترتیب به ۱۴۰۰ هکتار و ۴۰۰۰ تن رسیده است (۱).

گیاه جو بدون پوشینه متعلق به خانوادهٔ گرامینه[1] و جنس هوردئوم[2] و گونهٔ ولگاره[3] می‌باشد. از نظر گیاه‌شناسی دارای ساقه‌های ماشوره‌ای بوده و گیاهی یک پایه و اتوگام و دارای گل‌آذین سنبلهٔ مرکب می‌باشد (۲). نیاز کشور به ذرت دانه‌ای جهت صنعت طیور و بخش صنایع حدود ۲/۶ میلیون تن در

مکاتبه کننده: سامان یزدان‌ستا

1.Poaceae
2.*Hordeum*
3. *vulgare*

سال می‌باشد و هر سال مقادیر زیادی ذرت از منابع خارجی تأمین می‌گردد. به منظور کاهش واردات، وزارت جهاد کشاورزی علاوه بر برنامه‌ریزی در جهت افزایش تولید ذرت دانه‌ای، درصدد معرفی محصولی با عناصر غذایی در حد ذرت در ترکیب تغذیه طیور بوده است. خوشبختانه با بررسی‌های به عمل آمده، جو بدون پوشینه (لخت) از نظر مواد غذایی شبیه ذرت بوده و می‌تواند در ترکیب جیره طیور قرار گیرد (۱). تاکنون چنین گونه‌های ارزشمند و خوشخوراک برای دام‌ها و طیور از لحاظ ویژگی‌های ژنتیکی و سیتوژنتیکی در ایران چندان مورد بررسی قرار نگرفته‌اند. این طرح به منظور بررسی کاریوتیپی برخی از ژنوتیپ‌های جو بدون پوشینه (هوردئوم ولگاره) جهت استفاده در برنامه‌های اصلاحی صورت می‌گیرد.

اولین گزارش در خصوص شمارش کروموزوم در مورد جو توسط کیهارا (۱۹۳۴) منتشر شد. شماره‌گذاری هفت کروموزوم جو دیپلوئید (هوردئوم ولگاره) اولین بار توسط لویتسکی(۱۹۳۱) پیشنهاد گردید. بعدها با پیشرفت‌هایی که در زمینه روش‌های آماده‌سازی، اندازه‌گیری و نشان دادن کروموزوم‌های سلول‌های سوماتیکی جو توسط هاگبرگ و تجیو (۱۹۵۰)، تجیو و لوان (۱۹۵۰) حاصل شد، شماره‌های کروموزوم‌های سوماتیکی جو با اعداد رومی[1] نشان داده شد. به طوریکه کروموزوم‌های بدون ماهواره[2] به ترتیب طول کل کروموزوم‌ها از شماره ۱-۵ (V-I)، کروموزوم دارای ماهواره بزرگ[3] شماره ۶ (VI) و کروموزوم دارای ماهواره کوچک[4] شماره ۷ (VII) را به خود اختصاص دادند.

کاریوتیپ کروموزوم‌های جو که در آن طول بازوها، نسبت طول بازوها به یکدیگر، طول نسبی و موقعیت فشردگی ثانویه مشخص شده بود، توسط تجیو و هاگبرگ (۱۹۵۱) منتشر شد. طبق مطالعات سیتولوژیکی و سیتوژنتیکی که روی گونه‌ها و هیبریدهای بین گونه‌ای و بین جنسی شانزده گونه جو توسط موریسون (۱۹۵۹) انجام شد، این گونه‌ها در هفت گروه طبقه بندی شدند.

آنالیز کاریوتیپی روی ۱۳ واریتهٔ جو (هوردئوم ولگاره) که توسط رامش و همکاران (۱۹۹۸) انجام شد، اختلاف معنی‌داری را بین این واریته‌ها از لحاظ طول و حجم کروماتین نشان داد، به طوریکه طول کل کروماتین آنها بین ۶۷/۲۳ - ۴۶/۰۲ میکرومتر و حجم کل کروماتین آنها بین ۳۶/۸ - ۲۲/۰۹ میکرومتر مکعب متغیر بود. در ایران نیز روی تعدادی از ژنوتیپ‌های جو وحشی (هوردئوم بولبوزوم[5]) و هیبریدهای بین گونه‌ای آنها در تلاقی با جو زراعی (هوردئوم ولگاره) مطالعات سیتولوژیکی توسط عنایتی شریعت پناهی و همکاران (۱۳۷۹) صورت گرفته است و نتایج نشان داد که تمامی ژنوتیپ‌های جو وحشی ایرانی تتراپلوئید (۲n=۴x=۲۸) بوده و نتاج حاصل از تلاقی آنها با ژنوتیپ‌های جو زراعی تریپلوئید (۲n=۳x=۲۱) بودند.

ژنوتیپ‌های جو بدون پوشینه مورد بررسی در تحقیق حاضر از نقطه نظر ویژگی‌های کروموزومی ممکن است با یکدیگر اختلافاتی داشته باشند که این اختلافات در اصلاح این گیاه باعث ایجاد تنوع ژنتیکی وسیع و یا ایجاد ناهنجاری‌های کروموزومی می‌گردد. از این رو، در این تحقیق خصوصیات کروموزومی تعدادی از ژنوتیپ‌های جو بدون پوشینه مورد مطالعه قرار گرفته شده است تا در اصلاح این گیاه و برنامه‌های تلاقی مورد استفاده قرار گیرد.

مواد و روش‌ها

در این تحقیق از بیست ژنوتیپ جو بدون پوشینه که از مؤسسهٔ اصلاح نهال و بذر کرج تهیه شد، استفاده گردید. مشخصات این ژنوتیپ‌ها در جدول ۱ آمده است. برای بررسی تنوع پارامترهای سیتوژنتیکی، ژنوتیپ‌ها به صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح پایه کاملا تصادفی با پنج تکرار مورد بررسی قرار گرفتند. تجزیه واریانس روی فاکتور ژنوتیپ (در ۲۰ سطح) و فاکتور کروموزوم (در ۷ سطح) انجام شد (۱۳). برای این منظور ابتدا خصوصیات کاریوتیپی از قبیل طول بازوی بلند[6]، طول بازوی کوتاه[7]، طول کل کروموزوم[8]، نسبت بازوها[9]، نسبت طول بازوی کوتاه به

1. Roman numerical
2. Non-satellite
3. Large satellite
4. Small satellite

5. *Hordeum bulbosum*
6. Long arm length (L)
7. Short arm length (S)
8. Total chromosome length (TL)
9. Arm ratio (AR)

بلند[1] و درصد شکل کروموزوم[2] در هر ژنوتیپ برای ۱۴ کروموزوم اندازه‌گیری شد، ولی چون کروموزوم‌ها دو به دو با یکدیگر هومولوگ هستند، کلیه تجزیه‌ها و مقایسات میانگین‌ها بر مبنای تعداد هاپلوئید کروموزوم‌ها (n=۷) صورت گرفت. علاوه بر پارامترهای فوق‌الذکر، برای هر کاریوتیپ پارامترهای کلی از قبیل مجموع طول کل کروماتین[3]، تعداد جفت ماهواره[4] و درصد شکل کلی کاریوتیپ[5] نیز محاسبه گردید (۱۳). برای نامگذاری کروموزوم‌ها و تعیین فرمول کاریوتیپ‌ها[6] از روش لوان و همکاران (۱۹۶۴) و برای بررسی وضعیت تقارن کاریوتیپ‌ها از روش استیبنز[7] (۱۹) استفاده گردید.

به منظور مطالعات کاریوتیپی، بذور ابتدا به وسیلهٔ هیپوکلریت سدیم[8] ۵٪ (v/v) به مدت ۱۵ دقیقه در دمای آزمایشگاه (۲۵ °C) ضدعفونی شده و سپس با آب مقطر آبکشی شدند (۳ بار و هر بار به مدت ۵ دقیقه). از هر ژنوتیپ تعداد ۱۰۰ عدد بذر ضدعفونی شده داخل پتری‌دیش استریل بر روی کاغذ صافی مرطوب چیده شد به طوریکه بعد از جوانه زدن، نوک مریستمی ریشه‌ها بایستی با سطح مرطوب کاغذ صافی در تماس باشند تا در معرض هوا خشک نشوند چون در اثر خشک شدن ریشه‌ها، شاخص میتوزی[9] (درصد سلول‌های در حال تقسیم بر کل سلول‌ها) به طور قابل ملاحظه‌ای کاهش می‌یابد. وقتی طول ریشه‌ها به ۲-۱ سانتی متر رسید اقدام به نمونه‌گیری گردید (۱۸). بعد از نمونه‌گیری، ریشه‌ها در پیش‌تیمار کلشی‌سین[10] ۰/۱ ٪ به مدت ۲/۵ ساعت در دمای اتاق قرار داده شدند (۱۸ ، ۲۴). تثبیت کردن[11] نمونه‌ها در محلول کارنوی I (۳ حجم الکل اتیلیک خالص : ۱حجم اسید استیک گلاسیال) به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۴ °C در یخچال صورت گرفت (۱۶ ، ۱۷). هیدرولیز نمونه‌ها در اسید کلریدریک ۱ نرمال به مدت ۱۳ دقیقه و در دمای ۶۰°C انجام گرفت (۵ ، ۶ ، ۱۶). برای رنگ‌آمیزی نمونه‌ها از استوکارمن[12] ۲٪ استفاده شد (۲۲). جهت بررسی نمونه‌ها از تکنیک اسکواش[13] استفاده گردید (۷). توسط میکروسکوپ نوری اولیمپوس[14] BX 50 از بهترین صحنه‌های متافاز (برای هر ژنوتیپ ۵ عکس) در بزرگنمایی[15] ۱۰۰ X عکس گرفته شد. بعد از قید مقیاس ثابت ۵ میکرومتر برای تمام عکس‌ها و اسکن آنها اقدام به اندازه‌گیری پارامترهای کاریوتیپی گردید.

جدول ۱- مشخصات ژنوتیپ‌های جو بدون پوشینه مورد استفاده در این تحقیق (۲n=۲x=۱۴)

نام ژنوتیپ	شمارهٔ کلکسیون بین‌المللی	علامت اختصاری
جو لخت ۱۶	FI CC 0406	G1
جو لخت ۱۷	FI CC 0409	G2
جو لخت ۲۳	FI CC 0598	G3
جو لخت ۲۷	FI CC 0463	G4
جو لخت ۳۹	FI CC 1253	G5
جو لخت ۴۳	FI CC 1301	G6
جو لخت ۴۸	FI CC 1329	G7
جو لخت ۵۷	FI CC 1392	G8
جو لخت ۶۶	FI CC 1461	G9
جو لخت ۱۹۵	ICNBF8 – 654	G10
جو لخت ۲۱۱	BF891M – 609(SEL:1AP)	G11
جو لخت ۲۸۹	BF891M – 584	G12
جو لخت ۴۰۸	BF891M – 614	G13
جو لخت ۴۱۵	ALISO"S"/CI03909 – 2	G14
جو لخت ۲۶۹۰۷	FI CC 0963	G15
جو لخت ۲۶۹۱۱	FI CC 1570	G16
جو لخت ۲۶۹۱۲	FI CC 1571	G17
جو لخت ۲۶۹۱۴	FI CC 1725	G18
جو لخت ۲۶۹۲۰	FI CC 2595	G19
جو لخت ۲۶۹۲۱	FI CC 2712	G20

1. r-value (S/L)
2. Form percentage of chromosome (%F)
3. Total chromatin length (X)
4. Number of satellite pairs (SA)
5. Total form percentage of karyotype (%TF)
6. Karyotype formula (KF)
7. Stebbins method (ST)
8. Sodium hypochlorite
9. Mitotic Index
10. Colchicine
11. Fixation
12. Aceto-carmin
13. Squash
14. Olympus
15. Magnification

جدول ۲- تجزیهٔ واریانس پارامترهای کروموزومی ژنوتیپ‌های جو بدون پوشینه مورد مطالعه

منبع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات (MS)					
		L	S	TL	AR (L/S)	r-value (S/L)	%F
ژنوتیپ	۱۹	۰/۱۹۶۱ ***	۷/۲۷۲۰ ***	۳۶/۰۱۱ ***	۰/۰۲۴۷ n.s	۰/۰۴۰۸ n.s	۰/۴۴۷۰ n.s
کروموزوم	۶	۰/۵۵۷۶ ***	۲۷/۹۶۹۰ ***	۱۲۰/۳۹۴ ***	۰/۰۸۶۵ ***	۰/۱۴۶۸ ***	۹۵/۴۱۷۴ ***
کروموزوم × ژنوتیپ	۱۱۴	۰/۰۰۲۸ n.s	۰/۱۳۰۵ n.s	۰/۳۲۶ n.s	۰/۰۱۶۴ n.s	۰/۰۲۸۲ n.s	۰/۴۰۹۸ n.s
خطا	۵۶۰	۰/۰۰۹۶	۰/۳۸۸۴	۱/۵۸۳	۰/۰۱۷۵	۰/۰۳۰۴	۰/۳۳۵۴
کل	۶۹۹						
CV٪		۲/۵۹	۱۸/۳۹	۱۶/۰۷	۱۲/۷۸	۱۹/۵۷	۹/۳۸

*** اختلاف بسیار معنی دار در سطح احتمال ۰/۱٪ n.s اختلاف غیر معنی دار در سطح احتمال ۵٪

L = طول بازوی بلند (µm)، S = طول بازوی کوتاه (µm)، TL = طول کروموزوم (µm)، (Arm ratio ; AR ; L/S) = نسبت طول بازوی بلند به طول بازوی کوتاه، (r-value ; S/L) = نسبت طول بازوی کوتاه به طول بازوی بلند، %F = درصد شکل کروموزوم

نتایج و بحث

نتایج حاصل از تجزیهٔ واریانس داده‌ها برای تمام پارامترهای کروموزومی مورد بررسی در این تحقیق در جدول ۲ آمده است. خلاصه اطلاعات کاریوتیپی ژنوتیپ‌های جو بدون پوشینه مورد بررسی در جدول ۳ نشان داده شده است. همانطور که در جدول ۲ ملاحظه می‌شود بین ژنوتیپ‌های مختلف از نظر پارامترهای طول بازوی بلند، طول بازوی کوتاه و طول کل کروموزوم تفاوت‌های بسیار معنی‌داری در سطح احتمال ۰/۱٪ مشاهده می‌شود ولی از لحاظ سایر پارامترهای نسبت بازوها، نسبت طول بازوی کوتاه به بلند و درصد شکل کروموزوم بین ژنوتیپ‌های مختلف تفاوت معنی‌داری مشاهده نمی‌شود. بین کروموزوم‌های مختلف از لحاظ تمام پارامترها تفاوت بسیار معنی‌داری مشاهده می‌شود. مقایسهٔ میانگین‌ها بین ژنوتیپ‌ها برای متغیرهایی که فاکتور ژنوتیپ در آنها معنی‌دار شده است و همچنین برای سطوح مختلف فاکتور کروموزوم در سطح احتمال ۱٪ و به روش دانکن صورت گرفت که نتایج آن در جداول ۴ و ۵ نشان داده شده است. همانطوری که در جدول ۵ مشاهده می‌شود ژنوتیپ‌ها بر اساس پارامتر L در ۸ گروه قرار می‌گیرند که بین ۷ گروه همپوشانی دیده می‌شود، این حالت ناشی از قرابت ژنتیکی بین این ژنوتیپ‌ها می‌باشد. نکته قابل توجه ژنوتیپ‌های G3 و G4 هستند که با هم یک گروه کاملا مجزا از بقیه گروهها را تشکیل می‌دهند که احتمالا قرابت این دو ژنوتیپ با بقیه ژنوتیپ‌ها کمتر است. ژنوتیپ‌ها بر اساس پارامتر S به ۶ گروه تقسیم می‌شوند که بین همه گروهها همپوشانی وجود دارد. بر اساس پارامتر TL ژنوتیپ‌ها در ۹ گروه طبقه‌بندی می‌شوند که به جز گروه دوتائی ژنوتیپ‌های G3 و G4 بین همه گروهها همپوشانی وجود دارد. پس از نتایج حاصل از مقایسه میانگین‌های بین ژنوتیپ‌ها می‌توان نتیجه گرفت که در تلاقی ژنوتیپ‌های G3 و G4 با بقیه ژنوتیپ‌ها باید با احتیاط بیشتری عمل کرد زیرا ممکن است باعث ایجاد ناهنجاریهای کروموزومی گردد.

در بررسی‌های کاریوتیپی که روی بیست ژنوتیپ جو بدون پوشینه صورت گرفت، مشاهده شد که سطح پلوئیدی در همه آنها دیپلوئید (۲n=۲x=۱۴) می‌باشد. بررسی‌های انجام شده توسط احسان و همکاران (۱۹۹۸) روی شانزده گونه مختلف جو هوردئوم نشان داد که سطح پلوئیدی آنها دیپلوئید و تتراپلوئید بوده است. در تحقیق حاضر، با توجه به جدول ۳ طول بلندترین کروموزوم(۹/۳ میکرومتر)وبیشترین میانگین طول کل کروماتین مربوط به ژنوتیپ ۱۳ (۶۴/۹ میکرومتر) می‌باشد، و طول کوتاهترین کروموزوم (۵/۵ میکرومتر) و کمترین میانگین طول کل کروماتین مربوط به ژنوتیپ ۴ (۳۸/۸ میکرومتر) می‌باشد که با نتایج به دست آمده از تحقیق لیند لورسن و همکاران(۱۹۹۲) روی جنس‌های مختلف جو کاملا مطابقت دارد. در این

جدول ۳- خلاصهٔ اطلاعات کاریوتیپی ژنوتیپ‌های جو بدون پوشینه مورد بررسی

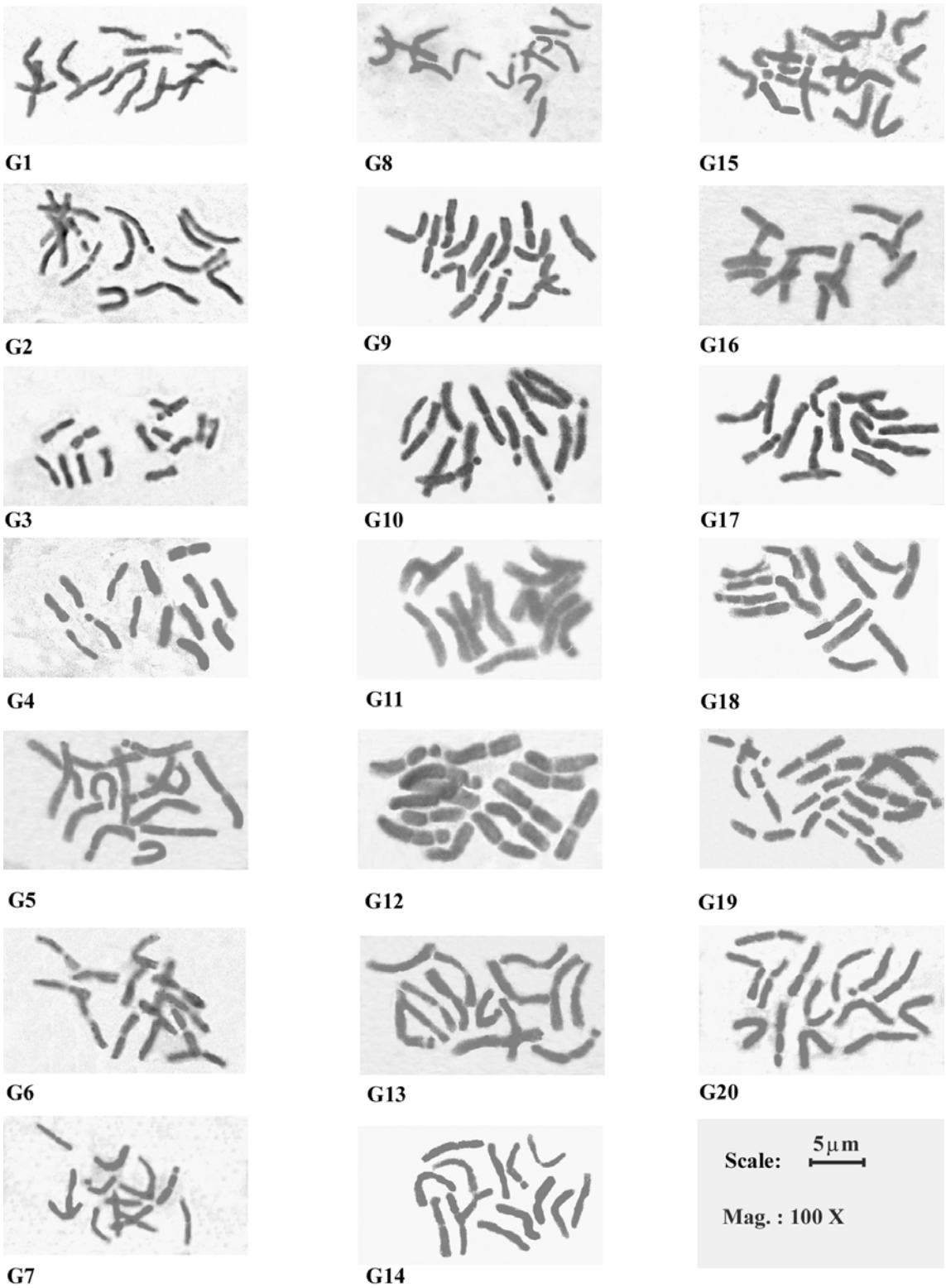
KF	ST	SA	X	%TF	%F± Se	r-value± Se	AR± Se	TL± Se	S± Se	L± Se	ژنوتیپ
14m	1A	۲	۵۷/۳۷	۴۳/۷۳	۶/۲۵۰ ± ۰/۱۷۰۷	۰/۷۸۱ ± ۰/۰۱۸۰	۱/۳۰۵ ± ۰/۰۳۲۸	۸/۱۹۶ ± ۰/۱۹۳۲	۳/۵۸۴ ± ۰/۱۰۰۴	۴/۶۱۱ ± ۰/۱۱۳۷	G1
14m	1A	۲	۵۷/۶۲	۴۳/۲۷	۶/۱۷۲ ± ۰/۱۷۴۱	۰/۷۶۶ ± ۰/۱۱۳۱	۱/۳۳۵ ± ۰/۰۳۲۸	۸/۲۳۱ ± ۰/۲۵۱۰	۳/۵۶۱ ± ۰/۱۲۸۵	۴/۶۷۰ ± ۰/۱۴۱۱	G2
14m	1A	-	۳۹/۹۳	۴۲/۵۳	۶/۰۸۶ ± ۰/۱۶۴۷	۰/۷۵۱ ± ۰/۰۱۹۷	۱/۳۶۸ ± ۰/۰۴۰۸	۵/۷۰۲ ± ۰/۲۸۴۹	۲/۴۲۵ ± ۰/۱۲۱۵	۳/۲۷۷ ± ۰/۱۷۳۰	G3
14m	1A	۱	۳۸/۸۱	۴۳/۶۵	۶/۲۴۳ ± ۰/۲۱۲۹	۰/۷۷۸ ± ۰/۰۲۰۳	۱/۳۱۸ ± ۰/۰۳۷۷	۵/۵۴۴ ± ۰/۱۷۳۳	۲/۴۲۰ ± ۰/۰۹۱۲	۳/۱۲۴ ± ۰/۰۹۷۳	G4
14m	1A	۲	۶۱/۵۱	۴۲/۸۰	۶/۰۵۶ ± ۰/۱۶۱۴	۰/۷۵۰ ± ۰/۰۲۲۱	۱/۳۸۳ ± ۰/۰۵۰۱	۸/۷۷۳ ± ۰/۳۲۲۷	۳/۷۵۵ ± ۰/۱۶۸۳	۵/۰۱۸ ± ۰/۱۷۷۱	G5
14m	1A	-	۶۰/۰۵	۴۴/۴۰	۶/۳۴۶ ± ۰/۱۳۵۷	۰/۸۰۲ ± ۰/۰۱۴۵	۱/۲۶۱ ± ۰/۰۲۴۸	۸/۵۷۹ ± ۰/۲۹۰۷	۳/۸۰۹ ± ۰/۱۳۸۰	۴/۷۷۰ ± ۰/۱۶۶۷	G6
14m	1A	۱	۴۷/۶۰	۴۱/۳۵	۵/۹۳۲ ± ۰/۱۷۱۸	۰/۷۲۰ ± ۰/۰۲۵۰	۱/۴۵۰ ± ۰/۰۵۴۰	۶/۷۹۹ ± ۰/۲۷۴۱	۲/۸۱۱ ± ۰/۱۲۳۸	۳/۹۸۸ ± ۰/۱۷۵۰	G7
14m	1A	۱	۴۸/۱۳	۴۱/۸۹	۵/۹۷۰ ± ۰/۲۱۸۴	۰/۷۲۲ ± ۰/۰۲۳۰	۱/۴۳۶ ± ۰/۰۴۸۵	۶/۸۷۵ ± ۰/۲۲۳۲	۲/۸۸۰ ± ۰/۱۲۳۷	۳/۹۹۵ ± ۰/۱۱۹۷	G8
14m	1A	۲	۵۳/۲۴	۴۳/۴۶	۶/۱۹۳ ± ۰/۱۶۰۹	۰/۷۶۶ ± ۰/۰۱۶۱	۱/۳۲۷ ± ۰/۰۳۰۱	۷/۶۰۶ ± ۰/۲۴۸۴	۳/۳۰۶ ± ۰/۱۲۴۳	۴/۳۰۰ ± ۰/۱۳۳۷	G9
14m	1A	۲	۵۶/۶۴	۴۴/۲۴	۶/۳۱۸ ± ۰/۱۹۱۸	۰/۷۹۱ ± ۰/۰۱۷۰	۱/۲۸۸ ± ۰/۰۳۳۰	۸/۰۹۱ ± ۰/۱۹۳۵	۳/۵۸۰ ± ۰/۱۱۴۰	۴/۵۱۱ ± ۰/۰۹۰۴	G10
14m	1A	۱	۶۲/۲۸	۴۲/۱۵	۶/۰۱۳ ± ۰/۲۲۴۲	۰/۷۲۷ ± ۰/۰۲۱۴	۱/۴۲۱ ± ۰/۰۴۶۶	۸/۸۹۷ ± ۰/۳۲۵۵	۳/۷۵۰ ± ۰/۰۰۲۳	۵/۱۴۷ ± ۰/۱۷۳۰	G11
14m	1A	۲	۶۱/۶۲	۴۲/۸۶	۶/۱۱۸ ± ۰/۲۰۳۹	۰/۷۵۲ ± ۰/۰۱۷۲	۱/۳۶۰ ± ۰/۰۳۷۷	۸/۸۰۳ ± ۰/۳۳۹۴	۳/۷۷۳ ± ۰/۱۶۲۵	۵/۰۳۰ ± ۰/۱۹۰۴	G12
14m	1A	۲	۶۴/۹۳	۴۳/۸۲	۶/۲۵۴ ± ۰/۱۳۶۳	۰/۷۸۴ ± ۰/۰۱۴۲	۱/۲۹۱ ± ۰/۰۲۶۰	۹/۲۷۶ ± ۰/۳۰۳۰	۴/۰۶۴ ± ۰/۱۳۹۲	۵/۲۱۱ ± ۰/۱۷۵۱	G13
14m	1A	۱	۵۰/۷۲	۴۴/۰۳	۶/۲۹۴ ± ۰/۱۶۹۷	۰/۷۹۱ ± ۰/۱۵۶۰	۱/۲۸۲ ± ۰/۰۲۶۳	۷/۲۴۶ ± ۰/۲۴۵۱	۳/۱۹۰ ± ۰/۱۱۵۸	۴/۰۵۶ ± ۰/۱۴۰۸	G14
14m	1A	۱	۵۸/۳۰	۴۳/۵۲	۶/۲۲۱ ± ۰/۱۷۹۴	۰/۷۷۲ ± ۰/۰۱۷۶	۱/۳۲۲ ± ۰/۰۳۴۶	۸/۳۲۹ ± ۰/۲۰۲۱	۳/۶۲۴ ± ۰/۱۱۲۱	۴/۷۰۴ ± ۰/۱۱۰۴	G15
14m	1A	۱	۵۰/۴۶	۴۳/۵۴	۶/۲۲۰ ± ۰/۱۸۰۸	۰/۷۷۷ ± ۰/۰۱۶۱	۱/۳۰۶ ± ۰/۰۲۷۷	۷/۲۰۵ ± ۰/۲۱۰۲	۳/۱۳۸ ± ۰/۰۹۷۳	۴/۰۶۸ ± ۰/۱۲۴۲	G16
14m	1A	۲	۶۰/۹۵	۴۳/۵۳	۶/۲۳۰ ± ۰/۱۵۶۱	۰/۷۷۷ ± ۰/۰۱۷۹	۱/۳۱۳ ± ۰/۰۳۳۱	۸/۷۰۷ ± ۰/۲۶۷۵	۳/۷۹۰ ± ۰/۱۲۴۶	۴/۹۱۷ ± ۰/۱۶۴۴	G17
14m	1A	۱	۵۴/۷۹	۴۳/۵۵	۶/۱۹۷ ± ۰/۱۸۰۷	۰/۷۷۱ ± ۰/۰۱۷۰	۱/۳۲۲ ± ۰/۰۳۴۰	۷/۸۲۷ ± ۰/۲۷۲۲	۳/۴۰۹ ± ۰/۱۳۸۲	۴/۴۱۹ ± ۰/۱۴۵۳	G18
14m	1A	۲	۵۵/۵۰	۴۲/۷۷	۶/۱۱۲ ± ۰/۲۲۳۴	۰/۷۵۰ ± ۰/۰۱۶۱	۱/۳۵۵ ± ۰/۰۳۰۱	۷/۹۲۹ ± ۰/۲۹۱۲	۳/۳۹۱ ± ۰/۱۳۲۷	۴/۵۳۷ ± ۰/۱۷۰۶	G19
14m	1A	۱	۵۵/۷۵	۴۳/۹۳	۶/۲۷۴ ± ۰/۲۲۵۷	۰/۷۸۳ ± ۰/۰۱۶۸	۱/۲۹۸ ± ۰/۰۳۰۰	۷/۹۶۴ ± ۰/۲۲۶۰	۳/۴۹۹ ± ۰/۱۳۱۶	۴/۴۶۶ ± ۰/۱۰۰۰	G20

Se = Standard error ، %TF = درصد شکل کلی کاریوتیپ، ST = دسته‌بندی استبینز (Stebbins classification)، X = مجموع طول کل کروماتین کاریوتیپ (µm)، SA= تعداد جفت ماهواره، KF= فرمول کاریوتیپی ژنوتیپ، Medium region = m

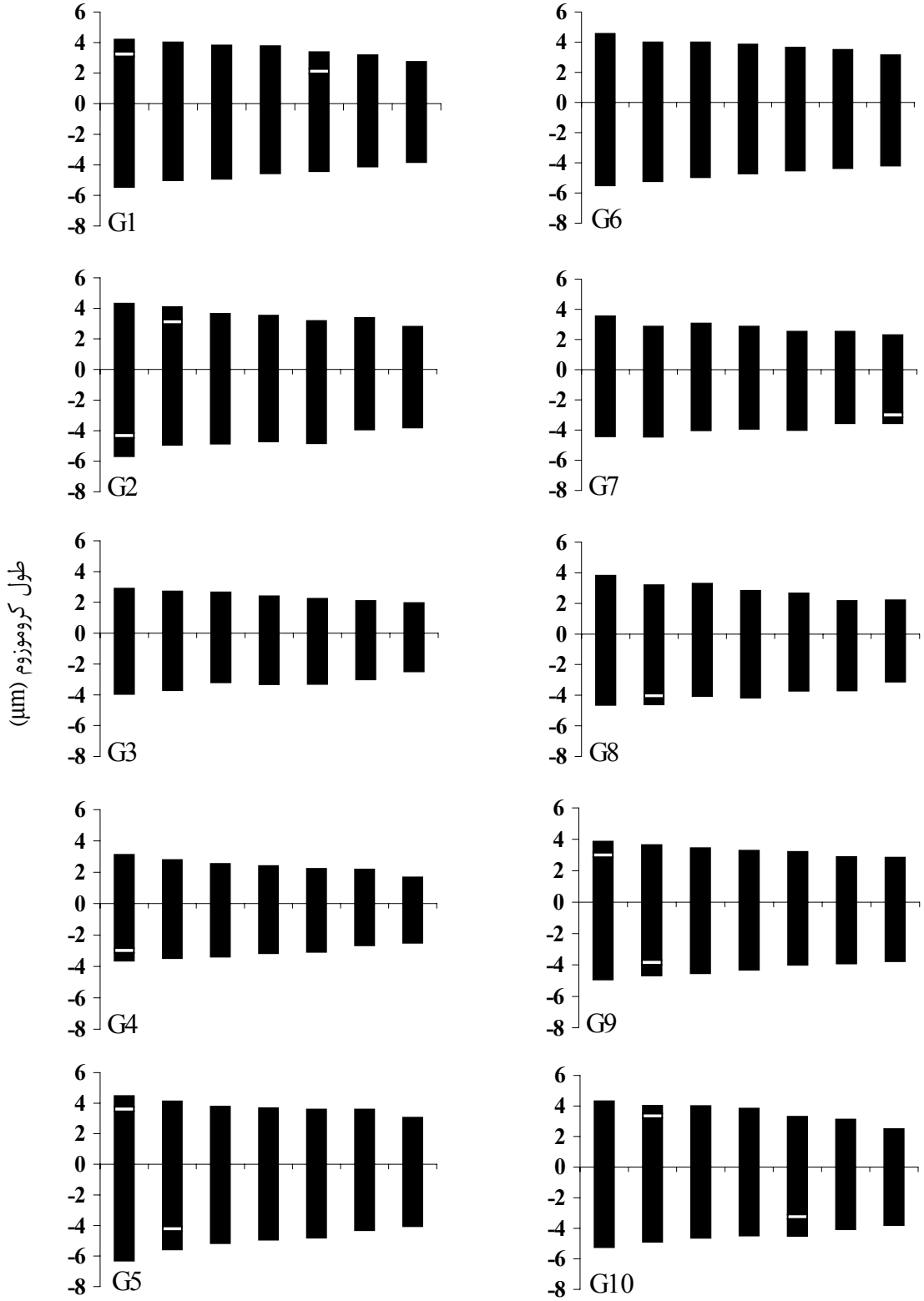
تحقیق با مقایسه کاریوتیپ‌ها از لحاظ وضعیت تقارن نسبت به یکدیگر با استفاده از شاخص درصد شکل کلی کاریوتیپ ملاحظه شد که به ترتیب ژنوتیپ‌های ۶ و ۷ بیشترین (۴۴/۴۰) و کمترین (۴۱/۳۵) درصد شکل کلی کاریوتیپ را به خود اختصاص دادند که با نتایج به دست آمده از تحقیقات لیند لورسن و همکاران (۱۹۹۲) روی جنس‌های مختلف جو مشابهت دارد. در تحقیق حاضر، با توجه به شکل‌های ۱ و ۲ (الف و ب) در ژنوتیپ‌های مورد مطالعه تعداد متفاوتی از کروموزوم‌های ماهواره‌دار مشاهده گردید که این تعداد از صفر تا دو جفت متغیر بود که با نتایج به دست آمده از تحقیقات موریسون (۱۹۵۹) و وحیدی و همکاران (۱۹۹۳) مطابقت دارد.

براساس دسته بندی استبینز (۱۹۷۱) کاریوتیپ‌ها در کلاس 1A قرار گرفتند و بر اساس روش لوان و همکاران (۱۹۶۴) تمام کروموزومها از نوع ناحیه میانی[1] یا متاسنتریک بودند. نتایج به دست آمده از این دو روش کاملا در راستای همدیگر بوده و نشان می‌دهد که ژنوتیپ‌های جو بدون پوشینه مورد بررسی در این تحقیق دارای کاریوتیپ متقارن بوده و از لحاظ تکاملی موقعیتی ابتدایی دارند. این نتیجه با نتایج به دست آمده از بررسی کاریوتیپی سیزده ژنوتیپ جو که توسط رامش و همکاران (۱۹۹۸) صورت گرفت کاملا مشابهت دارد.

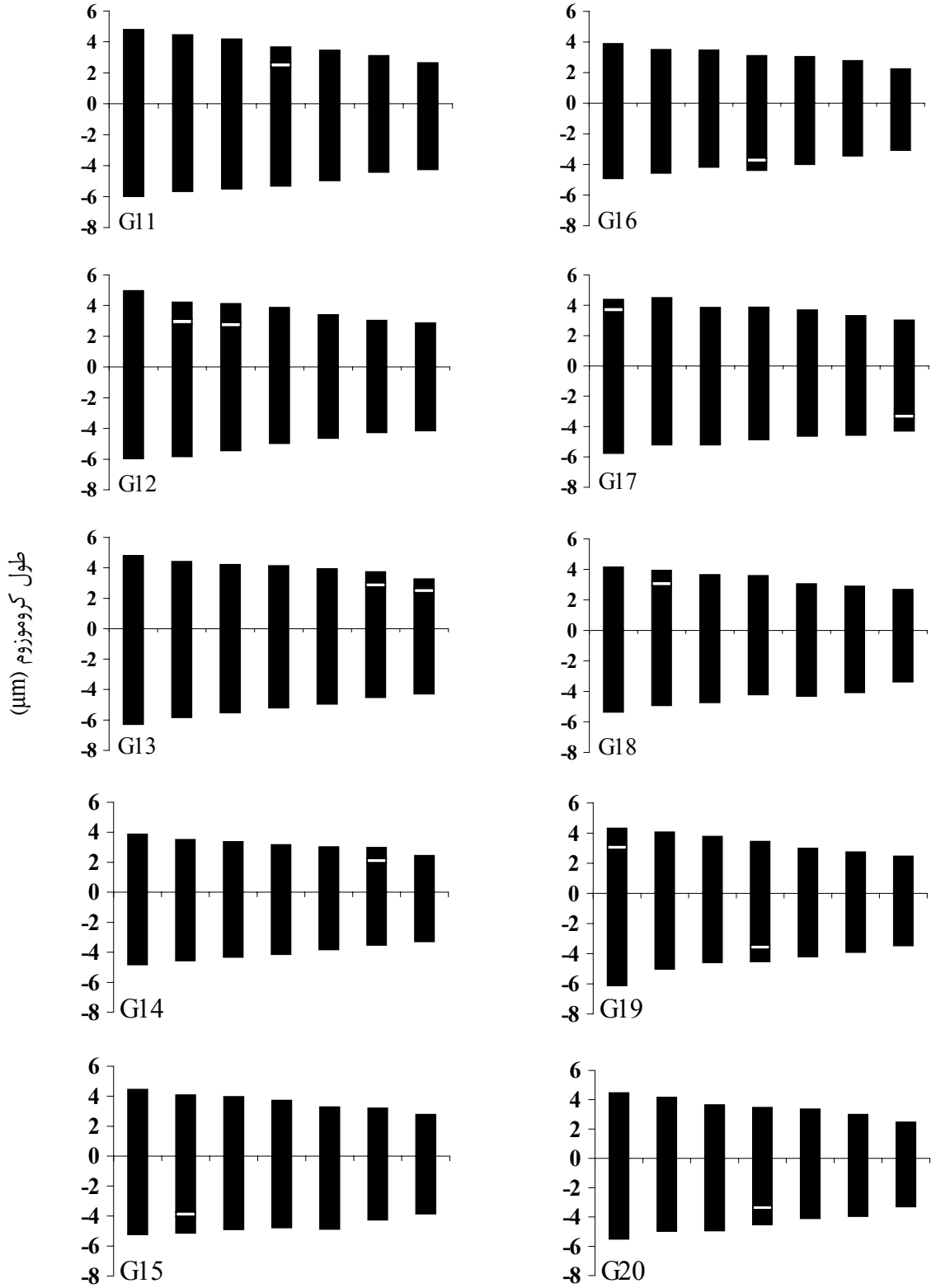
1. Medium region



شکل ۱- کاریوتیپ کروموزوم‌های سلول‌های سوماتیکی بیست ژنوتیپ (G1-G20) جو بدون پوشینه (۲n=۲x=۱۴) با بزرگنمایی 100 x و مقیاس ۵ میکرومتر (μm)



شکل ۲ (الف) - ایدیوگرام کروموزوم‌های سلول‌های سوماتیکی ژنوتیپ‌های G1-G10 جو بدون پوشینه (۲n=۲x=۱۴). کروموزوم‌ها از سمت چپ به راست به ترتیب از شماره ۱ تا ۷ مرتب شده‌اند.



شکل ۲ (ب) - ایدیوگرام کروموزوم‌های سلول‌های سوماتیکی ژنوتیپ‌های G11-G20 جو بدون پوشینه (۲n=۲x=۱۴). کروموزوم‌ها از سمت چپ به راست به ترتیب از شماره ۱ تا ۷ مرتب شده‌اند.

جدول ۴- مقایسه میانگین‌های (± Se) بین کروموزومی از نظر ویژگی‌های مختلف کروموزومی در ژنوتیپ‌های جو بدون پوشینه مورد استفاده

کروموزوم	L	S	TL	AR	r-value	%F
۱	۵/۲۷۷ ± ۰/۱۰۹۸ a	۴/۱۵۵۸ ± ۰/۰۸۱۱ a	۹/۴۳۲۸ ± ۰/۱۸۲۷ a	۱/۲۷۵ ± ۰/۰۱۶۰ a	۰/۷۹۵ ± ۰/۰۰۸۷ a	۷/۵۹۵۷ ± ۰/۰۵۷۸ a
۲	۴/۹۰۷ ± ۰/۰۹۲۴ b	۳/۸۰۶۵ ± ۰/۰۷۷۸ b	۸/۷۱۳۵ ± ۰/۱۶۱۳ b	۱/۳۰۵ ± ۰/۰۱۷۷ ab	۰/۷۷۹ ± ۰/۰۰۹۹ ab	۶/۹۴۶۴ ± ۰/۰۵۸۶ b
۳	۴/۶۴۶ ± ۰/۰۹۰۷ bc	۳/۶۱۹۸ ± ۰/۰۷۲۸ bc	۸/۲۶۵۸ ± ۰/۱۵۳۶ bc	۱/۲۹۹ ± ۰/۰۱۹۷ ab	۰/۷۸۵ ± ۰/۰۱۰۳ ab	۶/۶۱۱۵ ± ۰/۰۵۶۶ c
۴	۴/۴۵۲ ± ۰/۰۸۵ cd	۳/۴۱۹۱ ± ۰/۰۷۴۶ c	۷/۸۷۱۱ ± ۰/۱۴۸۰ cd	۱/۳۲۷ ± ۰/۰۲۲۱ ab	۰/۷۷۲ ± ۰/۰۱۱۵ ab	۶/۲۲۸۳ ± ۰/۰۵۸۴ d
۵	۴/۲۷۵ ± ۰/۰۸۳۱ d	۳/۱۵۳۷ ± ۰/۰۶۹۹ d	۷/۴۲۸۷ ± ۰/۱۴۱۲ d	۱/۳۸۳ ± ۰/۰۲۴۶ abc	۰/۷۴۴ ± ۰/۰۱۱۸ abc	۵/۷۴۸۳ ± ۰/۰۵۸۷ e
۶	۳/۹۱۹ ± ۰/۰۷۲۲ e	۲/۹۶۴۱ ± ۰/۰۷۰۲ d	۶/۸۸۳۱ ± ۰/۱۳۲۴ e	۱/۳۹۵ ± ۰/۰۲۵۶ bc	۰/۷۵۸ ± ۰/۰۱۲۱ bc	۵/۳۸۸۳ ± ۰/۰۶۱۸ f
۷	۳/۶۱۳ ± ۰/۰۸۴۸ f	۲/۵۹۷۶ ± ۰/۰۶۴۰ e	۶/۲۱۰۶ ± ۰/۱۴۱۵ f	۱/۴۱۳ ± ۰/۰۲۳۲ c	۰/۷۲۵ ± ۰/۰۱۰۸ c	۴/۷۱۹۹ ± ۰/۰۶۲۲ g

میانگین‌هایی که در هر ستون یا پارامتر دارای حروف لاتین مشترک هستند، در یک گروه قرار دارند و در سطح احتمال ۱٪ تفاوت معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

جدول ۵- مقایسه میانگین‌های (± Se) بین ژنوتیپی جوهای بدون پوشینه مورد بررسی

ژنوتیپ	L	S	TL
G1	۴/۶۱۱ ± ۰/۱۱۳۷ bcde	۳/۵۸۴ ± ۰/۱۰۰۴ bc	۸/۱۹۶ ± ۰/۱۹۳۲ bcde
G2	۴/۶۷۰ ± ۰/۱۴۱۱ bcde	۳/۵۶۱ ± ۰/۱۲۸۵ bcd	۸/۲۳۱ ± ۰/۲۵۱۰ bcde
G3	۳/۲۷۷ ± ۰/۱۷۳۰ h	۲/۴۲۵ ± ۰/۱۲۱۵ f	۵/۷۰۲ ± ۰/۲۸۴۹ i
G4	۳/۱۲۴ ± ۰/۰۹۷۳ h	۲/۴۲۰ ± ۰/۰۹۱۲ f	۵/۵۴۴ ± ۰/۱۷۳۳ i
G5	۵/۰۱۸ ± ۰/۱۷۷۱ abcd	۳/۷۵۵ ± ۰/۱۶۸۳ ab	۸/۷۷۳ ± ۰/۳۲۲۷ abc
G6	۴/۷۷۰ ± ۰/۱۶۶۷ abcde	۳/۸۰۹ ± ۰/۱۳۸۰ ab	۸/۵۷۹ ± ۰/۲۹۰۷ abcd
G7	۳/۹۸۸ ± ۰/۱۷۵۰ g	۲/۸۱۱ ± ۰/۱۲۳۸ ef	۶/۷۹۹ ± ۰/۲۷۴۱ h
G8	۳/۹۹۵ ± ۰/۱۱۹۷ g	۲/۸۸۰ ± ۰/۱۲۳۷ e	۶/۸۷۵ ± ۰/۲۲۳۲ h
G9	۴/۳۰۰ ± ۰/۱۳۳۷ efg	۳/۳۰۶ ± ۰/۱۲۴۳ cd	۷/۶۰۶ ± ۰/۲۴۸۴ efgh
G10	۴/۵۱۱ ± ۰/۰۹۰۴ cdef	۳/۵۸۰ ± ۰/۱۱۴۰ bc	۸/۰۹۱ ± ۰/۱۹۳۵ bcdef
G11	۵/۱۴۷ ± ۰/۱۷۳۰ ab	۳/۷۵۰ ± ۰/۰۰۲۳ ab	۸/۸۹۷ ± ۰/۳۲۵۵ ab
G12	۵/۰۳۰ ± ۰/۱۹۰۴ abc	۳/۷۷۳ ± ۰/۱۶۲۵ ab	۸/۸۰۳ ± ۰/۳۳۹۴ ab
G13	۵/۲۱۱ ± ۰/۱۷۵۱ a	۴/۰۶۴ ± ۰/۱۳۹۲ a	۹/۲۷۶ ± ۰/۳۰۳۰ a
G14	۴/۰۵۶ ± ۰/۱۴۰۸ fg	۳/۱۹۰ ± ۰/۱۱۵۸ cde	۷/۲۴۶ ± ۰/۲۴۵۱ fgh
G15	۴/۷۰۴ ± ۰/۱۱۰۴ abcde	۳/۶۲۴ ± ۰/۱۱۲۱ bc	۸/۳۲۹ ± ۰/۲۰۲۱ bcde
G16	۴/۰۶۸ ± ۰/۱۲۴۲ fg	۳/۱۳۸ ± ۰/۰۹۷۳ de	۷/۲۰۵ ± ۰/۲۱۰۲ gh
G17	۴/۹۱۷ ± ۰/۱۶۴۴ abcd	۳/۷۹۰ ± ۰/۱۲۴۶ ab	۸/۷۰۷ ± ۰/۲۶۷۵ abc
G18	۴/۴۱۹ ± ۰/۱۴۵۳ defg	۳/۴۰۹ ± ۰/۱۳۸۲ bcd	۷/۸۲۷ ± ۰/۲۷۲۲ defg
G19	۴/۵۳۷ ± ۰/۱۷۰۶ cdef	۳/۳۹۱ ± ۰/۱۳۲۷ bcd	۷/۹۲۹ ± ۰/۲۹۱۲ cdefg
G20	۴/۴۶۶ ± ۰/۱۰۰۰ defg	۳/۴۹۹ ± ۰/۱۳۱۶ bcd	۷/۹۶۴ ± ۰/۲۲۶۰ cdefg

میانگین‌هایی که در هر ستون یا پارامتر دارای حروف لاتین مشترک هستند، در یک گروه قرار دارند و در سطح احتمال ۱٪ تفاوت معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

مراجع مورد استفاده REFERENCES

۱. بی‌نام، ۱۳۸۱. جو بدون پوشینه و امکان استفاده از آن در خوراک طیور. انتشارات معاونت زراعت وزارت جهاد کشاورزی، دفتر نباتات علوفه‌ای.

۲. خدابنده، ن.، ۱۳۷۲. غلات. انتشارات دانشگاه تهران، ۱۸۸ ص.

۳. عنایتی‌شریعت‌پناهی، م.، ر. بزرگی‌پور، م. آقایی‌زاده و س. ی. صادقیان‌مطهر، ۱۳۷۹. بررسی سیتولوژیکی ژنوتیپ‌های جو وحشی (*Hordeum bulbosum* L.) ایرانی و هیبریدهای بین‌گونه‌ای آنها در تلاقی با جو زراعی (*Hordeum vulgare* L.). مؤسسهٔ اصلاح و تهیهٔ نهال و بذر، شماره (۱۶): ۱۲۴ –۱۱۰.

4. Ahsan, A., A. Vahidy & B. Jahan. 1998. Karyological studies in some species of *Hordeum* L. Pakistan Journal of Botany, (30): 101-115.
5. Bigazzi, M. & F. Selvi. 2001. Karyotype morphology and cytogeography in *Brunnera* and *Cynoglottis* (Boraginaceae). Botanical Journal of the Linnean Society, (136): 365-378.
6. Darlington, C. D. & L. F. La Cour. 1968. The Handling of Chromosomes. Allen and Unwin Ltd. London, 5th edn., UK.
7. Dnyanasagar, V. R**.** 1989. Cytologia and Genetics. New Delhi, 2nd edn., India.
8. Hagberg, A. & J. H. Tjio. 1950. Cytological localization of the translocation point for the barley mutant *Erectoides* 7. Hereditas, (36): 487-491.
9. Kihara, H. 1924. Cytologische und Genetische Studien bei Wichtigen Betreidearten mi Besonderer Rucksich anf dan Verhalten der Chromosomen und die Sterilitat in den Bastarden. Mem. Coll. Sci. Kyoto Imp. University of Ser. B. L., 200.
10. Levan, A., K. Fredga & A. Sandberg. 1964. Nomenclature for centromeric position on chromosome. Hereditas, (52): 201-220.
11. Lewitsky, G. A. 1931. The morphology of the chromosomes. Bull. Appl. Botany. (27): 103-173.
12. Linde-Laursen, I., R. N. Bothmer & N. Jacobsen. 1992. Relationship in the genus *Hordeum*: Gimsa C-banded karyotypes. Herditas, (116): 111-116.
13. Mirzaie-Nadoushan, H., A. R. Zebarjadi, & G. Karmizadeh. 2000. Karyotypic investigations of some *Bromus tomentellus* populations and their karyotypic correlations. Iranian Journal of Botany, **8:** 287-298.
14. Morrison, J. W. 1959. Cytogenetic studies in the genus *Hordeum* chromosome morphology. Canadian Journal of Botany , (37): 527-538.
15. Ramesh, B., V. P. Singh & G. L. Stebbins. 1998. Somatic karyotype analysis in Barley (*Hordeum vulgare* L.). Indian Journal of Genetics and Plant Breeding, (56): 248-255.
16. Sharma, A. K. & A. Sharma. 1990. Choromosome Techniques, Theory and Practice. Archan, 3rd edn. Kailash Baloni, India.
17. Sharma, A. K. & A. Sharma. 2002. Chromosome Painting : Principles.Strategies and Scope. 1st edn. Kailash Baloni, India.
18. Singh, R. J. 1993. Plant Cytogenetics. CRC Press. U.S.A.
19. Stebbins, G. L**.** 1971. Chromosomal Evaluation in Higher Plants. London: Edward Arnold Publisher Ltd, 216 p.
20. Tjio, J. H. & A. Hagberg. 1951. Cytological studies of some x-ray mutants of barley. An Estacion Experimental. Aula. Dei, (2): 149-167.
21. Tjio, J. H. & A. Levan. 1950. The use of oxyquinoline in chromosome analysis. Annals Estacion Experimental, (2): 21-46.
22. Tsuchiya, T. 1971. An improved aceto-carmin squash method, with special reference to the modified Rattenbury's method of making a preparation permanent. Barley Genetics. Newsletter, (1): 71-72.
23. Vahidy, A. A., Q. Jahan & B. Jahan. 1993. Gimsa N-banding polymorphism in the six botanical varieties and six cultivars of Barley, *Hordeum vulgare* L. Cytologia, (58): 273-279.
24. Zulkarnain, Z. 2002. Chromosome number in *Swainsona formosa* (Fabaceae). New Zealand Journal of Botany, (40): 331-333.

Iranian, J. Agric. Sci. Vol. 35, No. 4, 2004

Karyotypic Studies in Some Hull-less Barley (*Hordeum vulgare* L.) Genotypes

S. YAZDANSETA[1], GH. KARIMZADEH[2], AND Z. T. SARVESTANI[3]
1, Staff Member of Islamic Azad University of Mahabad,
2, 3, Staff Members of Faculty of Agriculture, Tarbiat Modarres University
Accepted Apr. 14, 2004

SUMMARY

Karyotypic studies were carried out on twenty hull-less barley (*Hordeum vulgare* L.) genotypes using squash technique and 2% (w/v) aceto-carmin staining method. Chromosomal parameters examined were as follows: long arm (L), short arm (S), total chromosome length (TL), arm ratio (AR), r-value (S/L), form percentage of chromosome (%F), total form percentage of karyotype (%TF), total chromatin length (X) and the number of satellites. The resultant data were tested for normality and then were analyzed according to two-factorial experiments on the basis of completely randomized design (CRD) with 5 replicates of cells. The first factor was considered as genotypes with 20 levels and the second was considered as chromosomes with 7 levels. ANOVA indicated marked between-genotypes differences for L, S and TL, and conspicuous between-chromosomes differences for whole characters determined. Means comparisons were carried out using Duncan's multiple range test. All genotypes examined were diploid. The largest chromosome and the most chromatin length were detected in G13 while G4 demonstrated the smallest and the least, correspondingly. All karyotypes were determined in 1A class of Stebbin's classification and all seven chromosomes were identified as medium region (m) of Levan's chromosome nomencluture.

Key words: Karyotype, Chromosome, Hull-less barley, *Hordeum vulgare* L.