

بررسی تنوع کاربوتیپی درون گونه‌ای در ۱۷ ژنوتیپ *Agropyron elongatum L.*

عادلہ رافضی^۱، محسن فرشادفر^{۲*} و عزت اله فرشادفر^۳

۱- کارشناسی ارشد اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه رازی، کرمانشاه

۲- نویسنده مسئول مکاتبات، استادیار، دانشگاه پیام نور، کرمانشاه پست الکترونیک: farshadfarmohsen@yahoo.com

۳- استاد، دانشکده کشاورزی، دانشگاه رازی، کرمانشاه

تاریخ پذیرش: ۱۳۸۸/۱/۵

تاریخ دریافت: ۱۳۸۷/۳/۲۵

چکیده

به منظور ارزیابی تنوع کاربوتیپی میان ۱۷ ژنوتیپ از گونه آگروپیرون (*Agropyron elongatum L.*) این تحقیق انجام شد. صفات کاربوتیپی از قبیل طول بازوی بزرگ و طول بازوی کوچک، طول کل کروموزوم، نسبت بازوی بزرگ به بازوی کوچک، نسبت بازوی کوچک به بازوی بزرگ و نوع کروموزوم براساس دسته‌بندی لوان محاسبه گردید. سطح پلوئیدی ژنوتیپ‌های مطالعه شده دکاپلوئید ($2n = 10x = 70$) و یکی از ژنوتیپ‌ها میکسوپلوئید ($2n = 2x = 14$)، ($2n = 6x = 42$)، ($2n = 10x = 70$) تعیین شد. بیشترین طول کروماتین مربوط به ژنوتیپ ۳ ($12/62 \mu$) و کمترین آن مربوط به ژنوتیپ ۹ ($8/77 \mu$) بود. در میان ژنوتیپ‌های بررسی شده از لحاظ سنجش تقارن کاربوتیپی، براساس سیستم دو طرفه استیبنز، ژنوتیپ‌های ۶ و ۱۶ نسبت به بقیه نامتقارن‌تر بود. تجزیه کلاستر انجام شده ژنوتیپ‌ها را به سه دسته تقسیم کرد. براساس تجزیه عاملی با استفاده از تجزیه به مولفه‌های اصلی (PCA) صفات اختلاف دامنه طول نسبی کروموزوم‌ها و میانگین طول کل کروموزوم‌ها، متنوع‌ترین صفات کاربوتیپی گزارش گردید.

واژه‌های کلیدی: تنوع کاربوتیپی، آگروپیرون، تجزیه کلاستر، کاربوتیپی، تجزیه به مولفه‌های اصلی.

مقدمه

علوفه کشور می‌گردد. با توجه به اینکه تنوع زیادی بین و درون گونه‌های مختلف این گیاه وجود دارد، بنابراین قدرت انتخاب جهت اصلاح صفات مطلوب بالا بوده و اصلاح کنندگان نبات را قادر خواهد ساخت که عملیات اصلاح نبات را با موفقیت و اطمینان بیشتری هدایت کرده و پیش ببرند. اطلاعات اولیه مورد نیاز برنامه‌های اصلاحی، تعیین ژنوم و سطح پلوئیدی گیاه مربوطه می‌باشد که این مورد درباره تعدادی از گونه‌های مختلف آگروپیرون انجام شده است (فرشادفر و فرشادفر؛

آگروپیرون یکی از مهمترین گیاهان مرتعی می‌باشد که گونه‌های مختلف آن در اغلب مراتع کشور می‌رویند. آگروپیرون گیاهی علفی و چند ساله بوده و حدود ۱۹ گونه از آن در مناطق مختلف ایران گزارش شده است (Borr, 1970). این گیاه سازگاری وسیعی داشته و در آب و هوای متفاوت رشد و نمو می‌کند. بنابراین حفظ ذخیره ژنتیکی و کاربرد علمی و صحیح از این منبع ژنتیکی باعث احیاء مراتع و افزایش تولید

زیر آب جاری به مدت ۲-۱ ساعت شستشو داده شدند و بعد از خشک کردن به مدت ۲۴ ساعت در محلول تثبیت کننده قرار گرفتند. در این آزمایش از دو محلول B, A لویستکی، به نسبت ۱ : ۱ (A): یک درصد (۱ گرم کرومیوم تری اکسید و ۱۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر) و B: محلول ۰.۲۵٪ (۲۵ میلی‌لیتر فرمالدئید ۳۶٪ و ۷۵ میلی‌لیتر آب مقطر) استفاده شد.

برای نگهداری نمونه‌ها، نوک ریشه پس از تیمار تثبیت کننده، با آب مقطر کاملاً شسته شده و در الکل اتیلیک ۷۰٪ در دمای ۴ تا ۵ درجه سانتی‌گراد در یخچال نگهداری شد، تا در زمان لازم مطالعه شوند. برای تهیه نمونه‌های متافازی، ریشه‌ها در محلول هیدرولیز کننده اسید کلریدریک یک نرمال و در درجه حرارت ۶۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۰ دقیقه قرار داده شدند. پس از هیدرولیز، ریشه‌ها به مدت ۱۰ دقیقه با آب به خوبی شستشو داده شدند و در رنگ هماتوکسیلین (۴ گرم هماتوکسیلین در ۱۰۰ میلی‌لیتر اسید استیک ۴۵٪) به مدت ۲ ساعت قرار داده شدند.

از این رو با اضافه کردن آنزیم سینتاز عکس‌هایی با کیفیت بهتر از کروموزوم‌ها تهیه شد. آنزیم سینتاز باعث از بین رفتن دیواره سلولی و تسهیل در جداسازی سلول‌ها و پخش کردن سیتوپلاسم و در نتیجه توزیع بهتر کروموزوم‌ها می‌باشد. برای اینکار بعد از رنگ‌آمیزی، نوک ریشه‌ها به طول یک میلی‌متر قطع و در بوته‌های چینی کوچک قرار داده شدند و یک قطره آنزیم سینتاز به آن اضافه شد و در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند، بعد از ۷ ساعت مورد مطالعه قرار گرفتند.

۱۳۸۱، گرجی، ۱۳۷۷؛ عبدی قاضی جهانی ۱۳۷۹؛ Assadi, 1995, 1994, 1994). رجبی (۱۳۷۸) میزان تنوع ژنتیکی بین گونه‌های مختلف آگروپیرون را براساس صفات کاربوتیپی، شیمیایی و فنوتیپی محاسبه و گزارش کرده است. در رابطه با کارایی نشانگرهای فوق نتایج زیادی گزارش شده است که هر کدام کارایی‌های خاصی دارند (آقازاده قولکی و همکاران ۱۳۷۹؛ شاهسون ۱۳۷۹؛ شافعی نیا، ۱۳۷۶؛ Mirzaie-Mirzaie-Nodoushan & Shariat, 2002; Burr et al. 1983; Nodoushan et al. 2005; Mazik et al. 1997, 1998). هدف این تحقیق تعیین سطح پلوئیدی و بررسی تنوع در برخی از ژنوتیپ‌های گونه *Agropyron elongatum* براساس شاخص‌های کاربوتیپی می‌باشد.

مواد و روشها

در این بررسی ۱۷ ژنوتیپ جمع‌آوری شده از مناطق مختلف کرمانشاه (جدول ۱) از گونه *A. elongatum* در مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی کرمانشاه از نظر کاربوتیپی مورد بررسی قرار گرفتند. ضدعفونی بذرها با هیپوکلریت سدیم و آب به نسبت ۲:۳ و ضدعفونی پتری‌دیش‌ها و کاغذ صافی در اتوکلاو و در دمای ۱۲۱ درجه سانتی‌گراد انجام شد.

بذرها در پتری‌دیش و روی کاغذ صافی مرطوب در ژرمیناتور با رطوبت نسبی ۷۲ درصد و دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند. بعد از مدت ۴۸ ساعت بذرها جوانه زدند و زمانی که طول ریشه به حدود ۱ تا ۲ سانتی‌متری رسید، نمونه‌برداری شد و در محلول پیش تیمار آلفا بروموناتالین اشباع، به مدت ۶ ساعت و در ۴ درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند. پس از این مرحله، ریشه‌ها در

جدول ۱- مشخصات محل جمع‌آوری ژنوتیپ‌های مورد مطالعه

شماره ژنوتیپ	منطقه جمع‌آوری		علامت اختصاری
	شهرستان	بخش	
۱	اسلام آباد	مرکزی	G1
۲	اسلام آباد	شیان	G2
۳	اسلام آباد	حسن آباد	G3
۴	اسلام آباد	حومه جنوبی	G4
۵	اسلام آباد	حمیل	G5
۶	اسلام آباد	میله سر	G6
۷	جوانرود	مرکزی	G7
۸	روانسر	مرکزی	G8
۹	روانسر	شاهو	G9
۱۰	سنقر	مرکزی	G10
۱۱	صحنه	مرکزی	G11
۱۲	کرمانشاه	مرکزی	G12
۱۳	کرمانشاه	فیروزآباد	G13
۱۴	کرمانشاه	ماهیدشت	G14
۱۵	کرمانشاه	کوزران	G15
۱۶	هرسین	حومه	G16
۱۷	هرسین	بیستون	G17

نتایج و بحث

تعداد کروموزوم سوماتیک ژنوتیپ‌های مطالعه شده دکاپلوئید ($2n = 10x = 70$) و تنها ژنوتیپ G4 میکسوپلوئید ($2n = 2x = 14$, $2n = 6x = 42$, $2n = 7x = 49$) تعیین شد (شکل ۲). اطلاعات کاریوتیپی کلیه ژنوتیپ‌ها در جدول ۲ نشان داده شده است. تجزیه واریانس ساده در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار برای صفت طول کل کروموزوم‌ها انجام شد و اختلاف معنی‌دار بین ژنوتیپ‌ها مشاهده شد (جدول ۳). مقایسه میانگین طول کل کروموزوم‌ها در سطح ۵ درصد اختلاف معنی‌داری نشان دادند. بیشترین طول کروماتین مربوط به

برای عمل اسکواش انتهای مریستمی ریشه به طول حدود یک میلی‌متر را بریده و روی لام قرار داده و یک قطره اسید استیک ۴۵٪ به آن اضافه کرده و لامل را روی آن قرار داده و با نوک سوزن چند ضربه آرام (یا فشار آرام انگشت شصت) روی لامل وارد کرده تا سلول‌ها پخش شده و در یک سطح قرار گیرند. در نهایت از سلول‌های متافازی و از هر ژنوتیپ به تعداد ۳-۵ عکس گرفته شد و بعد توسط نرم‌افزارهای فتوشاپ و Micromasure طول بازوها و طول کروموزوم اندازه‌گیری شده و عمل همولوگ‌یابی انجام شد.

وجود دارد (Benet, 1976; Price *et al.*, 1981). پیشنهاد شده است که تنوع مقدار پایه DNA هسته در بهبود توانایی گیاه از لحاظ زندگی در محیط‌های متفاوت آب و هوایی نقش دارد و اندازه ژنوم همبستگی مثبتی با سردترین ماه سال دارد (Ceccarelli *et al.*, 1994). این پژوهش نشان داد که ژنوتیپ ۳ و ۱ اندازه کروماتین بزرگتری نسبت به بقیه داشته و در شرایط نامساعد محیطی نسبت به بقیه ژنوتیپ‌های مورد مطالعه احتمال سازگاری بیشتری دارد.

بدین ترتیب جهت تعیین میزان شباهت و فاصله ژنتیکی ژنوتیپ‌های آگروپیرون براساس صفات کاربوتیپی تجزیه خوشه‌ای به روش UPMGA انجام شد (شکل ۱). تجزیه کلاستر، ژنوتیپ‌های مورد مطالعه را به سه دسته تقسیم کرد به طوری که کلاستر اول شامل ژنوتیپ (۱۳، ۱۷، ۱۱، ۱، ۱۵، ۹، ۷، ۱۴، ۱۰) و کلاستر دوم شامل ۴ ژنوتیپ (۳، ۱۲، ۵، ۸) و کلاستر سوم شامل ۴ ژنوتیپ (۲، ۴، ۶، ۱۶) بودند.

بنابراین می‌توان از ژنوتیپ‌هایی که در کلاسترهای دور از هم قرار گرفته‌اند در جهت اصلاح توده‌های آگروپیرون *A. elongatum* استفاده کرد که البته این ژنوتیپ‌های دور در صورتی می‌توانند مورد استفاده قرار گیرند که موجب ناسازگاری ژنتیکی نگردند.

ژنوتیپ ۳ ($12/62 \mu$) و کمترین طول آن مربوط به ژنوتیپ ۹ ($8/77 \mu$) بود (جدول ۴). هر چه ژنوتیپ‌ها دارای %TF نزدیکتر به ۵۰ باشند درصد تقارن درون کروموزومی (تعداد کروموزوم‌های متاسانتریک) بیشتری دارند. بررسی کلی کاربوتیپ ژنوتیپ‌های مورد مطالعه، نشان می‌دهد که بیشتر کروموزوم‌ها متاسانتریک یا ساب‌متاسانتریک می‌باشند. حداقل اختلاف درصد طول نسبی بزرگترین و کوچکترین کروموزوم‌ها (DRL) مربوط به ژنوتیپ ۱۷ ($33/75$) و بیشترین آن مربوط به ژنوتیپ ۱۶ ($81/21$) بود. نظر به اینکه مقادیر کمتر این پارامتر حاکی از تقارن بیشتر کاربوتیپ است (معصومی ۱۳۷۳)، در نتیجه این پارامتر نیز تاییدی بر تقارن بین کروموزومی ژنوتیپ ۱۷ نسبت به بقیه ژنوتیپ‌های مورد مطالعه است. همچنین ژنوتیپ ۱۶ دارای حداقل نسبت کوتاهترین به بلندترین کروموزوم (S/L) با مقدار $0/62$ می‌باشد و ژنوتیپ ۱۷ دارای نسبت کوتاهترین به بلندترین کروموزوم بیشتری است ($0/70$). نظر به اینکه DRL بیشتر و S/L کمتر که در اثر تفاوت زیادتر بین کوتاهترین و بزرگترین کروموزوم بوجود می‌آید، نشان‌دهنده تغییر ساختاری زیادتر کروموزوم‌هاست؛ در نتیجه در ژنوتیپ ۱۶ تغییر ساختاری زیادتر کروموزومی صورت گرفته است.

تعدادی از محققان گزارش دادند که ارتباطی بین محتوای DNA بیشتر و سازگاری با آب و هوای خشک

جدول ۲- اطلاعات کاربوتیپی ۱۷ ژنوتیپ آگروپیرون مورد مطالعه

ژنوتیپ	TL	L	S	L/S	S/L	CV	%S	%TF	D.R.L	St. class
۱	۱۲/۳۱	۷/۳۰	۵/۰۲	۱/۵۲	۰/۷۰	۱۸/۴۳	۵۳/۰۸	۴۰/۷۳	۴۶/۹۲	2A
۲	۹/۵۹	۵/۶۶	۳/۸۶	۱/۴۹	۰/۷۰	۲۵/۵۶	۳۰/۲۱	۴۰/۵۶	۶۹/۷۹	2B
۳	۱۲/۶۶	۷/۴۲	۵/۲۴	۱/۴۵	۰/۷۲	۱۷/۰۶	۴۵/۰۰	۴۱/۳۶	۵۵/۰۰	2B
۴	۹/۶۶	۶/۰۶	۳/۶۰	۱/۴۶	۰/۶۲	۲۵/۸۷	۲۸/۲۸	۳۷/۲۷	۷۱/۷۲	2B
۵	۱۰/۲۵	۶/۳۳	۳/۹۳	۱/۶۹	۰/۶۵	۱۴/۰۷	۴۰/۰۱	۳۸/۳۰	۵۹/۹۹	2B
۶	۹/۹۱	۶/۰۷	۳/۸۳	۱/۵۱	۰/۶۴	۲۲/۸۴	۲۳/۶۷	۳۸/۷۱	۷۶/۳۳	2C
۷	۱۰/۷۰	۶/۳۶	۴/۳۳	۱/۵۲	۰/۷۰	۱۴/۴۰	۵۵/۴۴	۴۰/۵۰	۴۴/۵۶	2A
۸	۱۱/۶۹	۶/۹۳	۴/۷۶	۱/۴۹	۰/۷۰	۲۱/۰۴	۳۷/۴۴	۴۰/۷۴	۶۲/۵۶	2B
۹	۸/۸۰	۵/۲۳	۳/۵۷	۱/۵۱	۰/۶۹	۱۵/۲۷	۵۲/۶۳	۴۰/۵۳	۴۷/۳۷	2A
۱۰	۹/۴۹	۵/۷۱	۳/۶۸	۱/۶۲	۰/۶۶	۱۴/۹۶	۵۴/۵۲	۳۸/۷۴	۴۵/۴۸	2A
۱۱	۱۰/۶۰	۶/۲۸	۴/۱۳	۱/۶۱	۰/۶۸	۱۱/۷۴	۶۷/۵۳	۳۸/۹۷	۳۲/۴۷	2A
۱۲	۹/۰۳	۵/۳۶	۳/۶۱	۱/۵۳	۰/۶۹	۱۶/۲۵	۴۷/۱۹	۳۹/۹۶	۵۲/۸۱	2B
۱۳	۱۱/۴۹	۶/۷۸	۴/۷۱	۱/۴۹	۰/۷۱	۱۲/۴۸	۶۱/۶۶	۴۰/۹۶	۳۸/۳۴	2A
۱۴	۹/۳۴	۵/۶۸	۳/۶۶	۱/۶۰	۰/۶۶	۱۵/۰۳	۵۵/۴۹	۳۹/۱۶	۴۴/۵۱	2A
۱۵	۱۰/۰۰	۶/۰۰	۳/۹۷	۱/۵۵	۰/۶۷	۱۵/۳۵	۵۲/۵۰	۳۹/۷۳	۴۷/۵۰	2A
۱۶	۱۱/۹۹	۷/۳۷	۴/۳۸	۱/۹۲	۰/۶۲	۳۲/۰۸	۱۸/۷۹	۳۶/۵۵	۸۱/۲۱	2C
۱۷	۹/۴۴	۵/۵۹	۳/۸۵	۱/۵۱	۰/۷۰	۱۰/۹۴	۶۶/۲۵	۴۰/۷۹	۳۳/۷۵	2A

TL=طول کل کروموزوم، L=طول بازوی بلند، S=طول بازوی کوتاه، L/S=نسبت بازوی بزرگ به کوچک، S/L=نسبت بازوی کوچک به بزرگ، CV=ضریب تغییرات، %S=طول نسبی کوتاهترین کروموزوم، %TF=شکل کلی کاربوتیپ و D.R.L=اختلاف دامنه طول نسبی کروموزوم

اختلاف درصد طول نسبی کروموزومها بیشترین سهم را از این مؤلفه دارد. فاکتور دوم ۳۴/۷ درصد کل تنوع را به خود اختصاص داده و صفت میانگین طول کل کروموزومها و میانگین طول بازوی کوتاه و بلند بیشترین سهم را در این مؤلفه دارد.

به منظور تعیین متنوعترین صفات کاربوتیپی از بین صفات مورد مطالعه، تجزیه عاملی با استفاده از تجزیه به مؤلفه‌های اصلی (PCA) روی داده‌ها انجام شد. همان‌طور که در جدول ۵ مشاهده می‌شود دو مؤلفه اول ۸۱/۳ درصد از واریانس کل داده‌ها را توصیف می‌کند. فاکتور اول حدود ۴۶/۵ درصد کل تنوع را بیان می‌کند و صفت

جدول ۳- نتایج تجزیه واریانس برای طول کل کروموزومها در میان ۱۷ ژنوتیپ آگروپیرون

منابع تغییر	درجه آزادی	MS
ژنوتیپ	۱۶	۴/۵۳۳*
خطا	۳۴	۰/۱۰۲

*: اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد

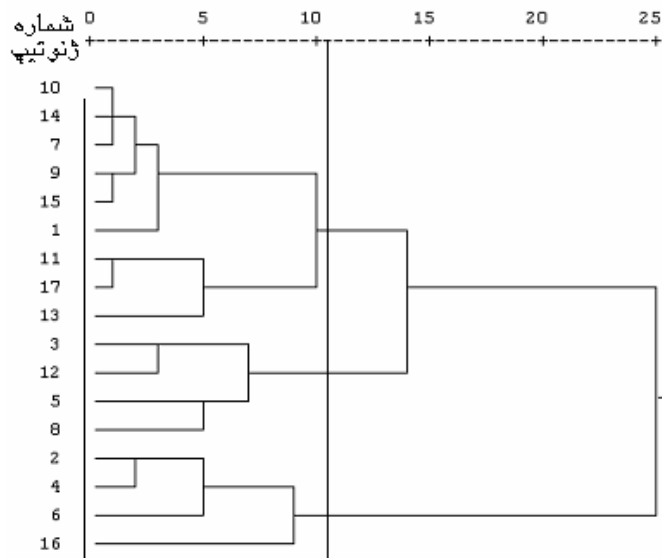
جدول ۴- دسته‌بندی میانگین طول کروماتین ۱۷ ژنوتیپ مورد مطالعه

ژنوتیپ	میانگین
۳	a۱۲/۶۶
۱	ab۱۲/۲۲
۱۶	bc۱۱/۷۱
۱۳	bc۱۱/۷۵
۸	c۱۱/۶۲
۵	d۱۰/۱۸
۱۵	d۱۰/۲۴
۱۱	d۱۰/۵۱
۷	d۱۰/۶۳
۱۷	e۹/۳۶
۱۴	e۹/۳۹
۲	e۹/۵۱
۶	e۹/۵۳
۱۰	ef۹/۱۱
۱۲	ef۹/۱۴
۴	ef۹/۲۵
۹	f۸/۷۶

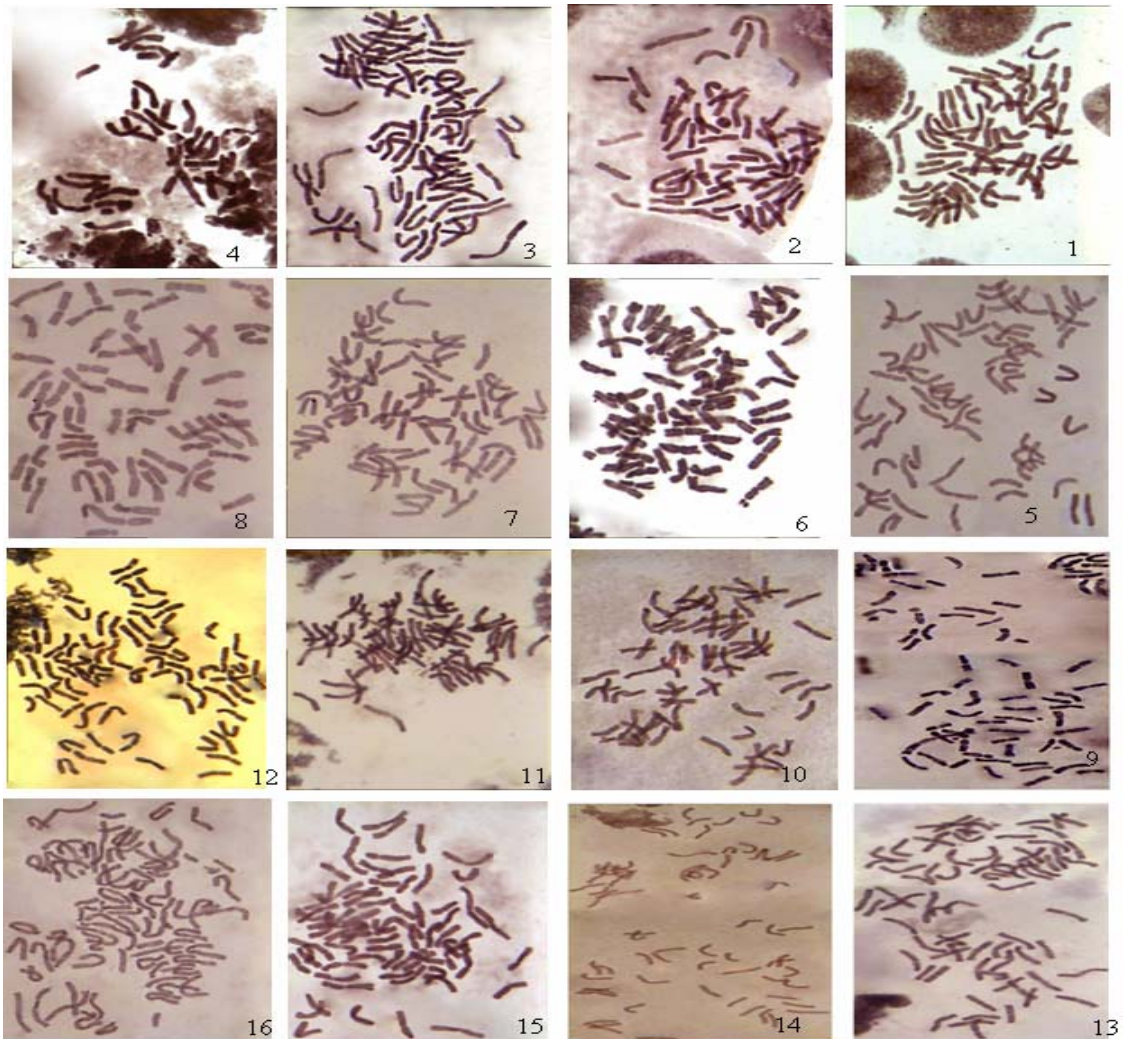
اعداد دارای حروف مشترک در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌دار ندارند

جدول ۵- ضرایب بردار ویژه، مقادیر ویژه و درصد واریانس دو مولفه اول حاصل از تجزیه PCA

فاکتور اول	فاکتور دوم	صفات کاربوتیپی
-۰/۰۲۳	۰/۹۸۳	میانگین طول کل کروموزوم
-۰/۱۶۸	۰/۹۵۷	میانگین طول بازوی بلند
۰/۲۲۸	۰/۹۷۲	میانگین طول بازوی کوتاه
-۰/۵۹۷	۰/۰۲۹	نسبت بازوی بلند به کوتاه
۰/۸۵۴	۰/۳۳۰	نسبت بازوی کوتاه به بلند
-۰/۸۶۱	۰/۲۵۳	ضریب تغییرات
۰/۸۸۴	-۰/۱۷۱	طول نسبی کوتاهترین کروموزوم
-۰/۸۴۹	۰/۲۵۶	درصد کل فرم
-۰/۸۸۴	۰/۱۷۱	اختلاف دامنه طول نسبی کروموزوم‌ها
۴/۱۹	۳/۱۳	مقادیر ویژه
۴۶/۵	۸۱/۳	درصد واریانس
۴۶/۵	۸۱/۳	درصد واریانس تجمعی



شکل ۱- دندروگرام حاصل از بررسی صفات کاربوتیپی در ژنوتیپ‌های مطالعه شده آگروپرون



شکل ۲- کروموزوم‌های متافازی در ژنوتیپ‌های مورد مطالعه

منابع مورد استفاده

- Elymus L. and Agropyron Gaertner (Poaceae: Triticeae). Botanical Journal of the Linnean society. 117-159.
- Benet, M.D. 1976. DNA amount, latitude and crop plant distribution. In: K. Jones and P.E. Brandham (eds). Current chromosome research. Elsevier/North Holland Biomedical Press, Amsterdam, PP. 151-158.
- Bor, N.L. 1970. Gramineous. In: *Flora Iranica*, No. 70, (ed. Rechinger, K.H.). Akademisohe Deyok-II Verlagsonstalt: Graz, Austria, Wien.
- Burr, S.V.E. , F . A . Bur, and J. S. Beckmon, 1983 . The application of RFLP to plant breeding. In : Setlow , J.K. and A. Holoander, (Eds). Genetic engineering principles methods. vol 5 Plenum Press London . PP. 45 – 59.
- Ceccarelli, M., S. Minelli., M. Falcinelli, and P.G. Cionini. 1994. Genome size and plant development in hexaploid *Festuca arundinacea*. *Heredity*, 71: 555-560.
- Mazik-Tokei, K.; T. Lelley, G. Gyulai, E. Kiss, and L. Heszky; 1997. Meiotic and RAPD analysis of dwarf type of *Agropyron repens* L. *Cereal Research Communication*, 25: 127-133.
- Mirzaie-Nodoushan, H. and Shariat, A., 2002. Karyotypic variation within *Bromus* species. *Iranian Journal of Rangelands and Forests Plant Breeding and Genetic Research*, 11: 79-87.
- Mirzaie-Nodoushan, H., Maddah-Arefi, H., Asadi-Corom, F. and Shariat, A. 2005. Variation in ploidy level an obstacle in interspecific hybridization in *Bromus* species. *Iranian Journal of Rangelands and Forests Plant Breeding and Genetic Research*, 13: 177-188
- Price, H.J., Chmber, K.L. and Bachmann, K., 1981. Geographic and ecological distribution of genome DNA content variation in *Microseris douglasii* (Asteracea). *Bot. Gaz.*142: 415-426.
- Smith , J . S. C. and Smith, O.S., 1988. Association among inbred lines of maize using electrophoretic, chromatographic, and pedigree data. 2. Multivariate and cluster analysis of data from Iowa Stiff Stalk Synthetic derived lines. *Appl. Genet.* 76: 39 – 44.
- Xu, J., and Conner, R.L., 1994. Intervarietal variation and C-banded chromosomes of *Agropyron intermedium* ssp. *trichofurum* cv. *Green leaf. Genome*, 37: 305-310.
- آقازاده قولکی، ر.، ب. قره یاضی، ن. بابائیان جلودار و ق. نعمت‌زاده. ۱۳۷۹، طبقه‌بندی ژرم پلاسما برنج ایرانی با استفاده از نشانگر رپید (RAPD). ششمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات ایران. بابلسر، دانشگاه مازندران.
- رجیبی معماری، ح. ۱۳۷۸. بررسی تنوع ژنتیکی ژنوتیپهای آگروپیرون با استفاده از روشهای ژنتیکی، سیتوژنتیکی و تجزیه ترکیبات شیمیایی. پایان نامه کارشناسی ارشد اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی دانشگاه رازی کرمانشاه
- شاهسون حسنی، ح. ۱۳۷۹. معرفی روش جدید و غیر رادیواکتیو سیتوژنتیک مولکولی هیبریداسیون فلورسنت در محل و کاربرد آن در اصلاح نباتات. ششمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات ایران. بابلسر، دانشگاه مازندران.
- شافعی نیا، ع. ۱۳۷۶. بررسی تنوع ژنتیکی در تعدادی از ارقام یونجه مرتعی با استفاده از روشهای سیتوژنتیک و الکتروفوریتیک. پایان نامه کارشناسی ارشد اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس.
- فرشادفر، م.و.ع. فرشادفر ۱۳۸۱. مطالعه سیتوژنتیکی برخی از گونه‌های آگروپیرون در ایران. پژوهش و سازندگی، ۵۵. ۱۸-۱۴.
- عبدی قاضی جهانی، ا.، رزبان حقیقی، ع. ظریفی، ا. طالب پور و ا. برزگر قاضی. ۱۳۷۹. بررسی تنوع ژنتیکی در گونه *Agropyron tauri* ششمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات ایران. بابلسر، دانشگاه مازندران.
- گرچی، ا. ۱۳۷۷. بررسی تنوع ژنتیکی گونه‌های آگروپیرون از نظر سیتوژنتیکی و پروتئین‌های ذخیره‌ای دانه. پایان نامه کارشناسی ارشد اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران.
- معصومی، ع. ا و ا. خسروی. ۱۳۷۳. تکامل کروموزومی گیاهان عالی، بیولوژی معاصر، اصول بنیادین سیستماتیک مدرن، انتشارات مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور.
- Assadi, M. 1995. Meiotic configuration and chromosome number in some Iranian species of

Determination of intra-specific karyotypic variation in 17 genotypes of *Agropyron elongatum* L.

A. Rrafezi¹, M. Farshadfar^{2*} and E. Farshadfar³

1- M.Sc. of plant breeding, Razi University, I.R.Iran

2-*-- Corresponding author, Assis. Prof., Payame Noor University, Kermanshah, I.R.Iran.

E-Mail: farshadfarmohsen@yahoo.com

3- Prof., Razi University, Kermanshah, I.R.Iran

Received: 14.06.2008

Accepted: 25. 03.2009

Abstract

Agropyron is one of the most resistant plants to biotic and abiotic stresses. It has important role to produce forage yield in rangelands. In order to investigate karyotypic variation between seventeen genotypes of *Agropyron elongatum* L., this experiment was performed. Root tip meristems were used for karyotypic evaluation. Alfa-bromo-naphthalene and Levitsky solution were used as pretreatment and fixative, respectively. Chromosomes were stained by hematoxylin. Long arm length (L), short arm length (S), total chromosome length (TL), L/S and S/L, and total form percentage (TF%) were recorded. Genotypes were mainly decaploid ($2n = 10x = 70$) and one genotype was mixoploid ($2n = 6x = 42$, $2n = 10x = 70$, $2n = 2x = 14$). According to cluster analysis the genotypes were classified into 3 clusters. Based on principle components analysis, relative length of chromosome and total chromosome length had the greatest amount of variance.

Keywords: Karyotypic variation, *Agropyron*, Cluster analysis, Principal components analysis.