

میکسوپلوئیدی و آنیوپلوئیدی در گونه‌هایی از لولیوم *Lolium* spp.

حسین میرزایی ندوشن^۱ و هاجر ندرخانی^۲

چکیده

جمعیت‌هایی متعلق به سه گونه از جنس لولیوم به نامهای *L. rigidum*، *L. perenne* و *L. multiflorum* جهت تعیین سطوح پلوئیدی و استفاده از آنها در طرح‌های اصلاحی این جنس مورد مطالعات سیتوژنتیکی قرار گرفتند. به این منظور پس از ریشه‌دار کردن بذر جمعیت‌های مورد نظر، از مرستمهای فعال و تازه روئیده انتهایی ریشه نمونه‌گیری شده و مراحل پیش‌تیمار، تثبیت، هیدرولیز و رنگ‌آمیزی به ترتیب با استفاده از آلفابرومونفتالین، محلول فارمر، اسید کلریدریک یک نرمال و همتوکسیلین به انجام رسید. با یافتن سلولهای متافازی مناسب، این سلولها به وسیله میکروسکوپ نوری از نظر سطوح پلوئیدی و ویژگیهای کاریوتیپی مورد بررسی قرار گرفتند. بر اساس نتایج حاصل، تعدادی از جمعیتها تتراپلوئید و تعدادی دیپلوئید بودند. آنچه که در این مقاله مورد توجه قرار گرفته است این است که از میان جمعیت‌های مورد مطالعه پدیده‌های میکسوپلوئیدی و آنیوپلوئیدی مشاهده گردید. در دو جمعیت از گونه‌های *L. perenne* و *L. rigidum* پدیده آنیوپلوئیدی از نوع تری‌سومیک ($2n+1$ کروموزوم) مشاهده شد. همچنین میکسوپلوئیدی در جمعیت‌هایی از گونه‌های *L. multiflorum* و *L. rigidum* با سطوح مختلف یوپلوئیدی مشاهده شد که در هر سه جمعیت سطح پلوئیدی غالب، تتراپلوئیدی بود.

واژه‌های کلیدی: لولیوم، سیتوژنتیک، میکسوپلوئیدی، آنیوپلوئیدی.

۱ - عضو هیأت علمی مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع، تهران، صندوق پستی ۱۱۶-۱۳۱۸۵.

۲ - دانشجوی دانشگاه پیام نور - تهران.

مقدمه

از جنس لولیوم تاکنون ۱۰ گونه در جهان گزارش شده که ۶ گونه آن به نامهای *L. temulentum*، *L. multiflorum*، *L. persicum*، *Lolium rigidum* و *L. perenne* در ایران می‌رویند (مظفریان، ۱۳۷۵). نقش اصلی گراسها از جمله گونه‌های مختلف لولیوم، تولید علوفه مورد نیاز دام و نیز حیات وحش می‌باشد. علاوه بر این نقش از لحاظ حفاظت و کنترل فرسایش خاک نیز اهمیت دارند و به بهبود ساختمان خاک نیز کمک می‌کنند. همچنین دارای موارد استفاده تفریحی در چمنها، پارکها و زمینهای ورزش می‌باشند. لولیوم به‌عنوان گیاهی مرتعی از لحاظ تولید علوفه و هم از نظر سایر موارد کاربردی گراسها نقش ویژه‌ای داشته و دارای اهمیت اقتصادی زیادی می‌باشد. لولیوم از جمله جنسهایی است که تاکنون تحقیقات گسترده‌ای در سطح بین‌المللی در آن صورت گرفته است. دلیل این امر فراگیر بودن این جنس و گونه‌های مختلف آن در مناطق مرطوب جهان به ویژه اروپا است.

به همین ترتیب مطالعات سیتوژنتیک متعددی در ارتباط با گونه‌های مختلف این جنس و نیز دورگهای حاصل از تلاقیهای بین گونه‌ای این جنس با جنس *Festuca* صورت گرفته است. به عنوان نمونه، Deniz (۱۹۹۷)، مطالعاتی را درباره رفتارهای کروموزومی *Lolium perenne* L. و *Festuca pratensis* Huds. و دورگ تریپلوئید آنها، انجام داده و مشاهده نمود که لولیوم دیپلوئید دارای رفتارهای میوزی بسیار منظمی بود و دورگهای تریپلوئید بین جنسی همبستگی کروموزومی خوبی از خود نشان دادند. به طور کلی در این مطالعات هیچ گونه دورگی با رفتارهای میوزی منظم و پایدار مشاهده نگردید. میرزایی ندوشن و ندرخانی (۱۳۷۹) تعدادی از جمعیت‌های تتراپلوئید گونه‌های *L. rigidum* و *L. perenne* را از نظر ویژگیهای کاریوتیپی مورد مطالعه قرار داده و ضمن ارائه مشخصات کلیه کروموزومهای جمعیت‌های مورد مطالعه، مولفه‌های سنجش تقارنی لازم جهت مقایسه جمعیتها و گونه‌های مورد نظرشان را نیز ارائه نمودند. همچنین

میرزایی ندوشن و ندرخانی (۱۳۸۰) تعداد ۹ جمعیت از گونه‌های *Lolium multiflorum* و *L. rigidum* را مورد مطالعات کاربوتیپی قرار دادند و مشاهده نمودند که از میان جمعیت‌های مورد مطالعه، دو جمعیت تتراپلوئید و پنج جمعیت دیپلوئید بودند. کاربوتیپ تعدادی از جمعیت‌ها دارای یک تا دو جفت ماهواره بود. بیشتر کروموزومها در تمامی جمعیت‌های مورد مطالعه آنها از نوع متاساتریک بودند که ساترومر آنها در منطقه میانی قرار داشت.

جمعیت‌های متعلق به یک گونه هر یک سازش ژنومی خاص خود را با محیطی که در آن می‌رویند، نشان می‌دهند. با افزایش اختلافات سازشی، ممکن است واریته‌های جدید و حتی گونه‌های جدید در جوامع گیاهی بوجود آیند (مقدم و همکاران، ۱۳۷۳). از طرفی، اختلافات موجود بین گونه‌های مختلف، انعکاسی مستقیم از محتوای ژنتیکی آنهاست. اختلاف در اندازه کروموزومها، نشان دهنده اختلافات موجود در انواع محصولات ژنی یا پروتئینی آنهاست و اختلاف در تعداد کروموزومها، نشان دهنده اختلافات موجود در آرایش ژن یا مضاعف شدن ژن و یا هر دو می‌باشد. همچنین اختلافات مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی بیانگر تفاوت در محصولات عمل ژن است که با اثرات محیطی تغییر می‌کند (معصومی، ۱۳۶۴).

پلی‌پلوئیدی و اهمیت آن در لولیوم

موجوداتی با بیش از دو مجموعه کروموزومی پلی‌پلوئید هستند. پلی‌پلوئیدی یک پدیده نسبتاً عمومی در گیاهان بشمار می‌رود. گیاهان به دلیل داشتن مجموعه‌های کروموزومی با منشأهای متفاوت به پلی‌پلوئیدی بهتر واکنش نشان داده و به راحتی قادرند با گونه‌های خویشاوند خود تلاقی پیدا کنند. علل متعددی وجود دارند که بر مزیت پلی‌پلوئیدها بر دیپلوئیدها دلالت دارند. شاید مهمترین آنها این باشد که پلی‌پلوئیدها می‌توانند بیش از دیپلوئیدها هتروزیگوت باشند. هر تتراپلوئید می‌تواند

دارای چهار آلل از یک ژن در یک مکان ژنی باشد. درجه هتروزیگوتی می‌تواند عامل اساسی در رشد، عملکرد و سازگاری بهتر یک پلی‌پلوئید باشد (میرزایی ندوشن، ۱۳۸۰). در لولیوم پلی‌پلوئیدی موجب افزایش عملکرد علوفه (Casler، ۱۹۹۰)، افزایش کربوهیدراتهای محلول در آب نسبت به ارقام دیپلوئید (Lantinga و همکاران، ۱۹۹۵)، کاهش مقاومت به شوری (Lee و همکاران، ۱۹۹۵)، کاهش تشکیل بذر و ناهنجاری در رفتارهای کروموزومی (Clarke، ۱۹۸۵) و قدرت کمتر در استقرار (Roegiers و همکاران، ۱۹۸۸) می‌شود.

میکسوپلوئیدی

انواع تنوعهای کروموزومی که به طور مکرر در گیاهان مشاهده شده‌اند ممکن است از گونه‌ای به گونه دیگر متفاوت باشند و تخمین طبیعت ژنتیکی^۱ این تنوعهای اغلب مشکل است. یکی از انواع بسیار شایع آن، تفاوت در تعداد کروموزومهاست مانند آنیوپلوئیدی، پلی‌پلوئیدی یا میکسوپلوئیدی.

ژنوتیپهایی که سلولهای تشکیل دهنده آنها در تعداد کروموزومهایشان متفاوت هستند، بدون در نظر گرفتن اینکه این تفاوتها به علت سطوح مختلف یوپلوئیدی بوده یا شامل طبقات مختلف آنیوپلوئیدی به همراه یوپلوئیدی باشد میکسوپلوئید گویند. بنابراین واژه میکسوپلوئید شامل همه انواع موزائیکها (وجود دو یا چند دودمان سلولی با ترکیب کروموزومی مختلف در پیکر یک فرد که همه این دودمانها از یک زیگوت سرچشمه گرفته‌اند) و یا شیمرها^۲ (ادغام دودمانهای سلولی حاصل از زیگوت‌های مختلف) است. میکسوپلوئیدی ممکن است از نوعی ناهنجاری میتوزی یا الحاق

1 - Genetic nature

2 - Chimera

سیتوپلاسمی یا هسته‌ای یا حتی از فرایندهای غیر میتوزی منشأ گرفته باشد.

آنیوپلوئیدی

آنیوپلوئید به افراد یا جمعیت‌هایی گفته می‌شود که یک یا چند کروموزوم کامل از مجموعه کامل کروموزومی افراد یوپلوئید بیشتر یا کمتر داشته باشند. اهمیت آنیوپلوئیدی در تکامل گیاهان کمتر از پلی‌پلوئیدی بوده و زمان لازم برای تکامل و اهلی شدن گیاهان آنیوپلوئید بسیار طولانیتر از گیاهان پلی‌پلوئید می‌باشد. به همین دلیل پدیده آنیوپلوئیدی اهمیت قابل توجهی در اهلی نمودن گیاهان زراعی نداشته است. توزیع نامنظم کروموزومها در تقسیمات میوزی پلی‌پلوئیدها به ویژه زمانی که تعداد کروموزومها فرد باشد، یکی از منابع ایجاد آنیوپلوئیدی است. فرایند عدم جفت شدن کروموزومها در نتیجه وقوع اشتباه در جدا شدن کروموزومها از دیگر منابع مهم آنیوپلوئیدی است. این حوادث طی تقسیمات سلولی در اثر عدم تفرق کروموزومی ایجاد می‌شود.

این تحقیق با هدف مطالعه عمومی تعدادی از جمعیت‌های سه گونه مختلف از جنس لولیوم و ارزیابی قرابت و خویشاوندی جمعیتها و گونه‌های مورد نظر صورت گرفت. از این رو علاوه بر ارزیابی این جمعیتها از نظر ویژگیهای کاربوتیپی که در جای دیگر منتشر شده است (میرزایی ندوشن، وندرختانی، ۱۳۸۰)، پدیده‌هایی نظیر میکسوپلوئیدی و آنیوپلوئیدی نیز مورد بررسی قرار گرفتند. از این پدیده‌ها تا کنون به وفور در مطالعه ژنتیکی و تعیین نقشه ژنومی گونه‌های مهم زارعی نظیر گندم و ذرت استفاده شده است.

مواد و روشها

بذر لازم از بانک ژن منابع طبیعی وابسته به مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع تهیه شد که شامل گونه‌های *L. perenne* و *L. multiflorum* و *L. rigidum* بودند (جدول

شماره ۱). تعدادی از بذرهاى هر گونه پس از ضد عفونى با سوسپانسیونى از قارچ‌کش بنومیل، روى کاغذ صافى مرطوب داخل پتری‌دیش و در دمای آزمایشگاه (۲۵ درجه سانتیگراد) جوانه‌دار شده و وقتى طول ریشه‌هاى تولیدى به حدود یک سانتیمتر رسید در ساعات اولیه صبح نمونه‌گیرى از ریشه‌ها انجام شده و بعد به مدت دو ساعت داخل پیش‌تیمار آلفا-برومونفتالین نگهدارى شدند. پس از این مدت ریشه‌ها را به خوبى شسته و به محلول تثبیت کننده با نسبت ۱ به ۳ اسید استیک خالص و اتانول به مدت ۲۴-۵ ساعت منتقل شدند. پس از این مرحله و شستشوى کامل، در اسید کلریدریک یک نرمال به مدت ۵ دقیقه در دمای ۶۰ درجه سانتیگراد هیدرولیز شدند. مى‌توان ریشه‌ها را در اسید کلریدریک یک نرمال به مدت ۱۵-۱۰ ساعت در دمای آزمایشگاه هیدرولیز کرد. بعد نمونه‌ها در رنگ هماتوکسیلین به مدت ۴۰-۳۰ دقیقه قرار گرفتند تا کروموزومها به خوبى رنگ بگیرند. پس از این مرحله مرستم انتهایى ریشه را روى لام گذاشته و قطره‌ای اسید استیک ۴۵٪ به عنوان فاز مایع و برای از بین بردن رنگهای اضافی روى آن قرار داده و پس از قرار دادن لامل و له کردن مرستم، سلولهای متافازى مناسب، از نظر سطوح پلوئیدی بررسى شده و به وسیله میکروسکوپ نوری عکسبرداری از این سلولها انجام شد.

نتایج

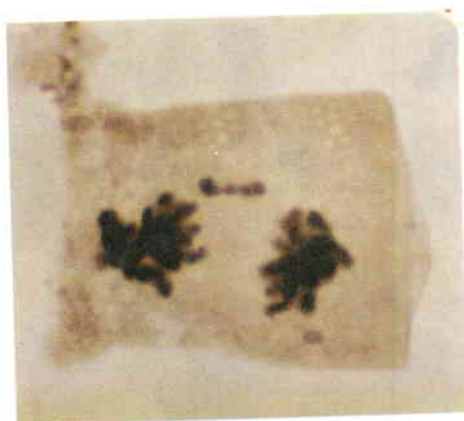
از نظر سطح پلوئیدی جمعیت‌های LP1، LP2، LM1، LM2، LR1، LR4 و LR5 تتراپلوئید ($2n=2x=28$) و جمعیت‌های LR2، LR3، LM3، LM4 و LM5 دیپلوئید ($2n=2x=14$) بودند که ویژگیهای تعدادی از جمعیت‌های پلی‌پلوئید و دیپلوئید مورد مطالعه در جایی دیگر مورد بررسی قرار گرفت (میرزایی ندوشن و ندرخانی، ۱۳۷۹). در جمعیت‌های LP1 و LR3 پدیده آنیوپلوئیدی از نوع تری‌سومیک ($2n+1$) کروموزوم) مشاهده شد و در نتیجه، این جمعیتها در دسته میکسوپلوئیدها قرار گرفتند.

همچنین میکسوپلوئیدی در جمعیت‌های LM1، LM2 و LR4 با سطوح مختلف یوپلوئیدی مشاهده شد که در هر سه جمعیت سطح پلوئیدی غالب، تتراپلوئیدی بود. تعدادی از این ویژگیها در شکل‌های شماره ۱ تا ۴ ارائه گردیده است.

یکی از کاربردهای اساسی اطلاعات کاربوتیپی استفاده از آنها در سیستماتیک گیاهی است. در سالهای گذشته تنها صفات مورد توجه گیاه‌شناسان، صفات مورفولوژیکی بوده است. در حال حاضر با گسترش بیوسستماتیک، تعداد زیادی از صفات مورد بررسی قرار می‌گیرند که طبیعت آنها بسیار متنوع است. خصوصیات سلولی از قبیل تعداد و شکل کروموزومها و همچنین ویژگیهای پروتئینی و آنزیمی، از جمله این صفات هستند. عده‌ای معتقدند که کروموزومها تنها عوامل مناسبی هستند که می‌توان بر اساس آنها، نحوه روند تکاملی را دریافت. از این رو سیتوتاکنونومی می‌تواند علاوه بر طبقه‌بندی، ارتباط بین گیاهان را نیز نشان دهد. به کمک اطلاعات کروموزومی امکان مقایسه گونه‌ها و جمعیت‌های آنها فراهم می‌گردد. از طرفی همه گونه‌های جنس لولیوم دارای تعداد کروموزوم پایه با مضربی از هفت می‌باشند که از نظر اندازه و ابعاد شباهت زیادی با یکدیگر دارند. شناخت دقیق قرابت و ارتباط فیلوژنی این گونه‌ها مستلزم اطلاعات وسیعتر کاربوتیپی می‌باشد که وجود میکسوپلوئیدی و نیز آنیوپلوئیدی می‌تواند در این زمینه کمک شایانی بنماید. پدیده آنیوپلوئیدی همچنین جهت تعیین نقش کروموزومی و محل قرار گرفتن ژنهای مورد نظر روی کروموزومها نقش تعیین کننده‌ای دارد. ژنوتیپها و جمعیت‌هایی که در این تحقیق آنیوپلوئید تشخیص داده شدند نیز می‌توانند در این زمینه تحقیقاتی به کار گرفته شوند.

جدول شماره ۱: مشخصات جمعیت‌های مورد مطالعه در بررسی کاربوتیپی.

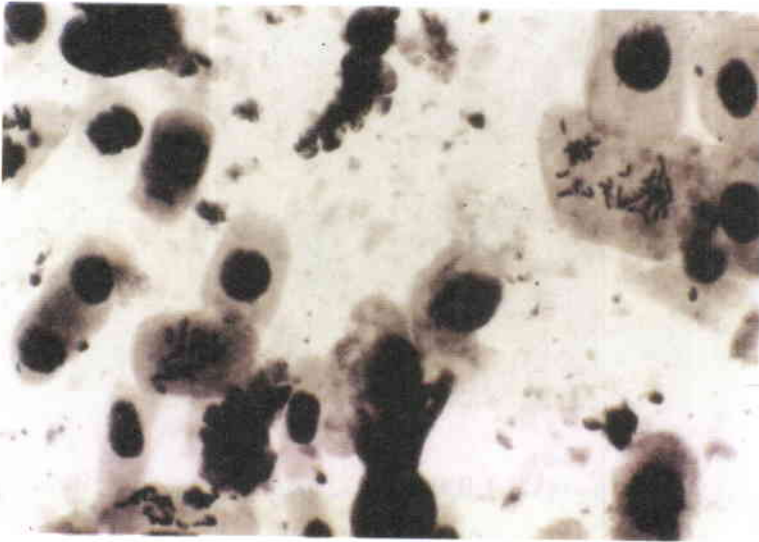
| ردیف | کداختصاصی | منشأ | کد بانک ژن | گونه |
|------|----------------|--------------------|------------|-----------------------|
| ۱ | P ₁ | مرکز تحقیقات البرز | = | <i>Lolium perenne</i> |
| ۲ | P ₂ | ژرم پلاسم گراسها | ۱۷۶۴ | <i>L. perenne</i> |
| ۳ | M ₁ | ژرم پلاسم کرج | ۷۷۵ | <i>L. multiflorum</i> |
| ۴ | M ₂ | مرکز تحقیقات البرز | ۱۷۶۶ | <i>L. multiflorum</i> |
| ۵ | M ₃ | مرکز تحقیقات البرز | ۱۲۵۳ | <i>L. multiflorum</i> |
| ۶ | M ₄ | مرکز تحقیقات البرز | ۱۵۵۷ | <i>L. multiflorum</i> |
| ۷ | M ₅ | مرکز تحقیقات البرز | ۸۲۶۸ | <i>L. multiflorum</i> |
| ۸ | R ₁ | خوزستان (قیطاس) | ۱۱۶ | <i>L. rigidum</i> |
| ۹ | R ₂ | خوزستان (شوشتر) | ۱۱۲ | <i>L. rigidum</i> |
| ۱۰ | R ₃ | گرگان (گمیشان) | - | <i>L. rigidum</i> |
| ۱۱ | R ₄ | مرکز تحقیقات البرز | ۱۰۴۶۹ | <i>L. rigidum</i> |
| ۱۲ | R ₅ | اصفهان (شهید فزوه) | ۵۲ | <i>L. rigidum</i> |



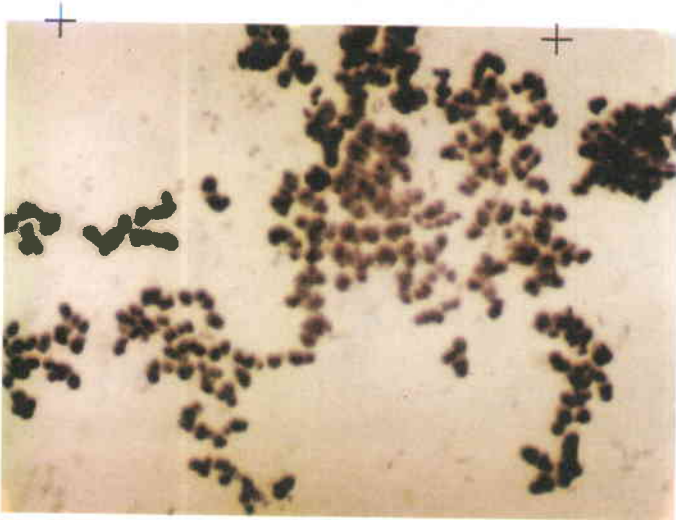
شکل شماره ۱: آنیوپلوئیدی در جمعیت دیپلوئید LR3 ($2n=2x=14+1$) و کروموزوم سرگردان در مرحله آنافاز.



شکل شماره ۲: یک مریستم از جمعیت میکسوپلوئید LP1. سطح پلوئیدی غالب در این جمعیت تتراپلوئیدی است ($2n=4x=28$).



شکل شماره ۳: میکسوپلوئیدی در جمعیت LM2. درصد سلولهای دیپلوئید و پلی پلوئید در این جمعیت تقریباً یکسان است.



شکل شماره ۴: تصاویر متعلق به یک مریستم از جمعیت میکسوپلوئید LR4. سطح پلوئیدی غالب در این جمعیت تتراپلوئیدی است ($2n=4x=28$).

منابع

مظفریان، ولی...، ۱۳۷۵. فرهنگ نامهای گیاهان ایران. انتشارات فرهنگ معاصر، تهران.
 معصومی، علی اصغر، ۱۳۶۴. گوناگونی و پیدایش انواع در گیاهان عالی، اصول بنیادی
 تاکسونومی مدرن، انتشارات جهاد دانشگاهی، ترجمه، (نوشته: بیدول، میشل).
 مقدم، محمد، سید ابوالقاسم محمدی شوطی و مصطفی آقایی سربرزه، ۱۳۷۳. آشنایی
 با روشهای آماری چند متغیره، انتشارات پیشتاز علم تبریز، ترجمه، (نوشته:
 مانلی، بی.اف.جی).

میرزایی ندوشن، حسین و هاجر ندرخانی، ۱۳۷۹. مطالعه کاربوتیپی جمعیت‌های
 تتراپلوئید لولیوم. تحقیقات ژنتیک و اصلاح گیاهان مرتعی و جنگلی ایران، ۴: ۸۷
 - ۱۱۶.

میرزایی ندوشن، حسین و هاجر ندرخانی، ۱۳۸۰. کاربوتیپ جمعیت‌های مختلف دو گونه
 از لولیوم. تحقیقات ژنتیک و اصلاح گیاهان مرتعی و جنگلی ایران، ۸: ۱ - ۲۸.
 میرزایی ندوشن، حسین، ۱۳۸۰. تولید ژنوتیپ‌های اتوتتراپلوئید در لولیوم و مقایسه آنها با
 لولیوم‌های دیپلوئید. تحقیقات ژنتیک و اصلاح گیاهان مرتعی و جنگلی ایران، ۶:
 ۲۵ - ۴۲.

Casler, M. D. 1990. Cultivar and cultivar X environment effects on relative feed value of temperate perennial grasses. *Crop Science*, 30: 722-728.

Clarke, J., 1985. Meiotic behaviour in autotetraploid ryegrass (cultivar Sabalan). In: Report, Welsh Plant Breeding Station. Aberystwyth, UK: University College of Wales.

Deniz, B., 1997. Meiotic behaviour in perennial ryegrass (*Lolium*

- perenne* L.), meadow fescue (*Festuca pratensis* Huds.) and their triploid hybrids. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 21: 557-563.
- Lantinga, E. A., J. C. J. Groot and J. van. Bruchem, 1995. Optimization of grassland production and herbage feed quality in an ecological context. In: Groen, A. F., Utilization of local feed resources by dairy cattle: perspectives of environmentally balanced production systems. Proceedings of a symposium of the Wageningen Institute of Animal Science, Wageningen. Netherlands.
- Lee, K. S., SunYoung, Choi, CholWon, Choi, K. S., Lee, S. Y., Choi, C. W. 1995. Choi, Effect of NaCl concentration on germination and seedling growth of Italian ryegrass (*Lolium multiflorum* L.). Korean Journal of Crop Science. 40(3): 340-350.
- Roegiers, P., D. Reheul, G. Van, Bogaert, G., Van-Bogaert, 1988. The persistence of tetraploid perennial ryegrass in a mixture with diploid perennial ryegrass. Journal of Agronomy and Crop Science, 161(1): 40-44.

Mixoploidy and Aneuploidy in *Lolium* species.

Mirzaie-Nodoushan, H.¹, and H. Nadarkhani²

Abstract

A number of populations of three *Lolium* species including *L. multiflorum*, *L. rigidum* and *L. perenne*, were investigated for cytogenetic characteristics, such as ploidy level, in order to be used in breeding projects of the species. Seeds were germinated and fresh grown root tips were treated with alpha bromonaphtalin, Farmer solution, 1N HCl and hematoxilin as pretreatment, fixative, hydrolize agent and chromosome staining dye, respectively. Mitotic cells were captured at metaphase stage and karyotypic characteristics such as ploidy level were investigated. A number of populations were tetraploid and the rest diploid. The phenomenon focused in this article was mixoploidy and aneuploidy in the studied populations. Two populations of *L. rigidum* and *L. perenne* trisomic phenomenon was observed. Also mixoploidy was observed in *L. rigidum* and *L. multiflorum*, by two levels of polyploidy.

Key words: *Lolium*, Cytogenetics, Mixoploidy, Aneuploidy.

1 - Research Institute of Forests and Rangelands, P.O.Box 13185-116.

2 - Payam Noor University, Tehran, Iran.

Islamic Republic of Iran
Ministry of Jihad-e-Agriculture
Research and Education Organization
Research Institute of Forests and Rangelands

Iranian Rangelands and Forests Plant Breeding and Genetic Research (10)

- 1- Relationship between RuBisCO and photosynthetic efficiency of tissue cultured plantlets
S. Karamzadeh
- 2- Optimizing DNA extraction procedure in case of *Amygdalus* spp.
S. Kadkhodaie and S. R. Tabaie-Aghdaie
- 3- Sexual propagation of *Argania spinosa* L. Skeels using ovary culture
A. Jafari-Mofidabadi and A. Eghtesadi
- 4- Effects of CaCO₃ on alfalfa salinity tolerance
M. Yarnia, H. Heidari and F. Rahimzadeh Khoiy
- 5- Hybridization between *Secale cereale* and *Hordeum spontaneum*
F. Kazemi-Saeed
- 6- A sexual regeneration of *Castanea sativa* (chestnut) by shoot tip culture
T. S. Naraghi
- 7- Evaluation of seed yield and seed yield components in 29 accessions of cocksfoot (*Dactylis glomerata*)
A. A. Jafari A. Bashirzadeh and H. Heidari Sharifabad
- 8- Mixoploidy and Aneuploidy in *Lolium* species
H. Mirzaie-Nodoushan and H. Nadarkhani

ISBN: 964-473-150-6