

بررسی کروموزومی گونه‌های جنس خَلَر (*Lathyrus sp*) در شمال غربی ایران

محمدحسن صادقی^۱، محسن سبزی نوجه‌ده^{۲*}، محمد اسماعیل پور^۲ و احمد رزبان حقیقی^۳

^۱ ایران، تبریز، دانشگاه تبریز، دانشکده کشاورزی، گروه زراعت و اصلاح نباتات

^۲ ایران، تبریز، دانشگاه تبریز، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی اهر، گروه جنگل‌داری و باغبانی

^۳ ایران، تبریز، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان شرقی

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۱۱/۱۳ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۱/۲۵



چکیده

جنس خَلَر (*Lathyrus*) به سبب مصرف علوفه‌ای، تثبیت نیتروژن هوا، حفاظت از خاک، زبیتی بودن، کشت آن به عنوان کود سبز و خواص دارویی از اهمیت زیادی برخوردار است. سه گونه از جنس خَلَر (*L. pratensis* و *L. incurvus* و *Lathyrus cicera*) از مناطق شمال غربی ایران انتخاب شدند و بر اساس صفات کروموزومی مورد مطالعه قرار گرفتند. از بین این گونه‌ها، ویژگی‌های کاربوتیپی دو گونه *L. incurvus* و *L. pratensis* برای اولین بار مورد بررسی قرار گرفتند. پنج صفحه متافازی برای هر گونه بررسی شد. نتایج این مطالعه نشان داد که هر سه گونه مورد مطالعه دیپلوئید و دارای $2n=2x=14$ می‌باشند. میانگین طول کروموزومی‌های گونه *L. cicera* $7/60$ میکرومتر و فرمول کاربوتیپی آن $5m+2sm$ بود. میانگین طول کروموزومی‌های *L. incurvus* و *L. pratensis* به ترتیب $6/16$ و $6/30$ میکرومتر و هر دو دارای فرمول کاربوتیپی مشابه $1m+6sm$ بودند. از نظر شاخص تقارن استیبنز همه کاربوتیپ‌ها نسبتاً متقارن بودند و در کلاس 2A قرار گرفتند. نتایج تجزیه واریانس برای صفات طول بازوی کوتاه و طول کروموزوم در سطح یک درصد اختلاف معنی‌داری را نشان داد. مقایسه میانگین با استفاده از آزمون دانکن در سطح پنج درصد نشان داد که *L. cicera* دارای بیشترین طول کروموزوم است. دندروگرام حاصل از تجزیه خوشه‌ای، گونه‌ها را در دو خوشه قرار داد. خوشه اول شامل گونه یک‌ساله *L. cicera* و خوشه دوم شامل گونه‌های چندساله *L. incurvus* و *L. pratensis* بود. با توجه به تشابه کاربوتیپی این دو گونه، به نظر می‌رسد تولید دورگه آن‌ها بتواند در برنامه‌های به‌نژادی جنس خَلَر مورد استفاده قرار گیرد.

واژه‌های کلیدی: تعداد کروموزوم، سیتوژنتیک، کاربوتیپ، کاربوتیپ متقارن، جنس خَلَر

* نویسنده مسئول، تلفن: ۰۹۱۴۷۳۴۶۲۵۹، پست الکترونیکی: m.sabzinojedeh@gmail.com

مقدمه

به‌عنوان محصول غذایی صورت گرفته است (۲۸). برخی از گونه‌های این جنس جهت تغذیه انسان مورد استفاده قرار می‌گیرند (۱۷). به سبب دارا بودن سیستم ریشه‌ای گسترده، گیاهان این گونه جهت حفاظت خاک و کنترل فرسایش نیز کشت می‌شوند. باکتری‌های همزیست با ریشه این گیاهان، نیتروژن موجود در هوا را تثبیت می‌کنند. بعضی از گونه‌های این جنس به عنوان گیاه زبیتی به‌کار می‌روند (۱۲). همچنین از این گیاهان به‌عنوان کود سبز

جنس خَلَر (*Lathyrus*) از تیره *Fabaceae* بوده و دارای ۱۶۰ گونه یک‌ساله و چندساله و حدود ۳۰ زیرگونه است (۷ و ۲۳). گونه‌های این جنس در مناطق معتدل نیمکره شمالی پراکنش داشته و تا مناطق گرم‌سیر آفریقای شرقی و آمریکای جنوبی گسترش یافته‌اند. مرکز تنوع اصلی آن مدیترانه شرقی است و دو مرکز کوچک‌تر نیز در شمال و جنوب آمریکا دارد (۷ و ۲۰). به سبب مصرف علوفه‌ای آن، در گذشته تلاش‌های اندکی در جهت اصلاح و توسعه آن

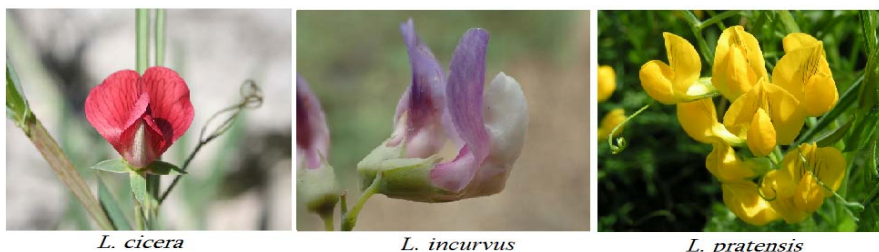
جنس خلر عدد کروموزومی پایه $x=7$ است (۸ و ۱۰ و ۲۶) ولی منابع موجود، غالباً اطلاعات کافی در مورد وضعیت کاریوتیپی گونه‌های مختلف این جنس را مشخص نمی‌کنند. از طرفی انجام مطالعات سیتوژنتیک در گیاهان بومی و وحشی اهمیت زیادی دارد (۱ و ۳ و ۴ و ۵). به منظور شناخت ساختار سیتوژنتیکی گونه‌های مختلف جنس خلر بررسی‌هایی روی سه گونه از این جنس شامل *L. pratensis*، *L. cicerca*، *L. incurvus* انجام گردید (شکل ۱). از سه گونه مورد مطالعه در این تحقیق، ویژگی‌های کاریوتیپی دو گونه *L. incurvus* و *L. pratensis* برای اولین بار در این پژوهش مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روشها

در این تحقیق بذر گونه‌های مورد مطالعه از مناطق شمال غربی ایران جمع‌آوری و از لحاظ ویژگی‌های کاریوتیپی مورد ارزیابی قرار گرفت (جدول ۱).

جهت غنی‌سازی خاک استفاده می‌گردد (۹). خلر با داشتن رشد رویشی سریع، اندام‌های آبدار، نسبت کربن به نیتروژن پایین، نیاز آبی کم، داشتن تحمل به سرما و پرشاخ و برگ بودن از امتیازات ویژه‌ای به‌عنوان کود سبز برخوردار است (۲۱). بسیاری از گونه‌های این جنس به علت مقاوم بودن به محیط‌های کم‌باران، مزیت خوبی جهت استفاده در تناوب زراعی دارند (۱۴). به‌طوری‌که تناوب این گیاهان با جو سبب افزایش عملکرد شده و مخصوصاً زیست‌توده کل را افزایش می‌دهند. افزون‌بر آن، این گیاهان با کاهش بیماری‌ها و تغذیه نیتروژنی باعث پایداری سیستم کشاورزی می‌گردند (۶).

مطالعات سیتوژنتیکی اطلاعات وسیعی در مورد ساختار ژنتیکی گیاهان بدست می‌دهد که به‌عنوان اطلاعات بنیادی در روش‌های به‌نژادی مفید واقع می‌گردند (۲۷). از کاربردهای مطالعات کروموزومی می‌توان به استفاده از این اطلاعات در دورگه‌گیری، یاخته‌آرایه‌شناسی (سیتوتاکنومی)، تعیین سطح پلوئیدی و مطالعه ناهنجاری‌های کروموزومی اشاره کرد. در اکثر گونه‌های



L. cicerca

L. incurvus

L. pratensis

شکل ۱ - گل‌های سه گونه از جنس خلر

جدول ۱ - مشخصات گونه‌های خلر مورد مطالعه

گونه	محل جمع‌آوری شده	فرم رویشی	ارتفاع محل (متر)
<i>Lathyrus cicerca</i>	مرند، روستای پیام، میشوداغی	یک‌ساله	۱۶۰۰
<i>L. incurvus</i>	میانه، بخش مرکزی	چندساله	۱۷۵۰
<i>L. pratensis</i>	خداآفرین، عباس‌آباد	چندساله	۱۸۵۰

پیش‌تیمار آلفابرمونفتالین به منظور مختل کردن فعالیت رشته‌های دوک، صاف و شفاف نمودن سیتوپلاسم، پخش نمودن و وضوح ساختمان کروموزومی‌های منقبض شده، جداسازی تیغه میانی یاخته‌ها و برطرف‌سازی ذرات

برای مطالعه کروموزومی، از یاخته‌های مریستمی در حال تقسیم میتوزی نوک ریشه‌های کمتر از یک سانتی‌متر استفاده شد. بذور جهت ریشه‌دار شدن در پتری‌دیش روی کاغذ صافی مرطوب‌شده قرار داده شدند. در این تحقیق از

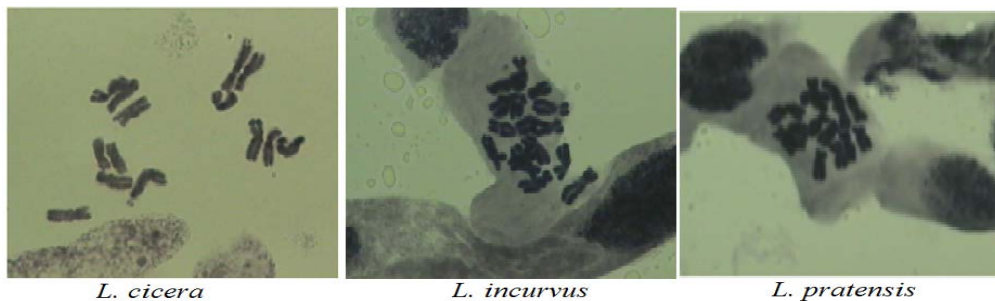
است. در این رابطه n تعداد جفت کروموزوم‌های همولوگ، S_i طول متوسط بازوهای کوچک و L_i طول متوسط بازوهای بزرگ است. شاخص عدم‌تقارن بین کروموزومی با رابطه $(A_2 = Sd / \bar{x})$ محاسبه شد که Sd انحراف استاندارد طول کروموزوم‌ها برای هر گونه و \bar{x} میانگین طول کروموزوم‌ها است (۲۴). شکل کلی کاریوتیپ (TF%) که با رابطه $100 \times$ (مجموع طول کل کروموزوم‌ها / مجموع طول بازوهای کوتاه) محاسبه شد. دامنه طول نسبی کروموزوم (DRL) که بیانگر اختلاف حداقل و حداکثر طول نسبی کروموزوم‌ها در یک کاریوتیپ است. دسته‌بندی کروموزوم‌های هر کاریوتیپ براساس روش لوان (۲۲) انجام شد. همچنین مقایسه تقارن کاریوتیپ به روش جدول دوطرفه استینز (SC) صورت گرفت (۲۹). میزان کروماتین نسبی (value of relative chromatin (VRC)) از تقسیم مجموع طول کل کروموزوم‌ها بر تعداد کروموزوم‌ها بدست آمد. در نهایت تجزیه خوشه‌ای بر اساس صفات کروموزومی به روش Ward انجام شد. برای انجام آنالیزهای آماری و رسم نمودارها از نرم‌افزارهای Excel و SAS نسخه ۹/۱ استفاده شد.

نتایج

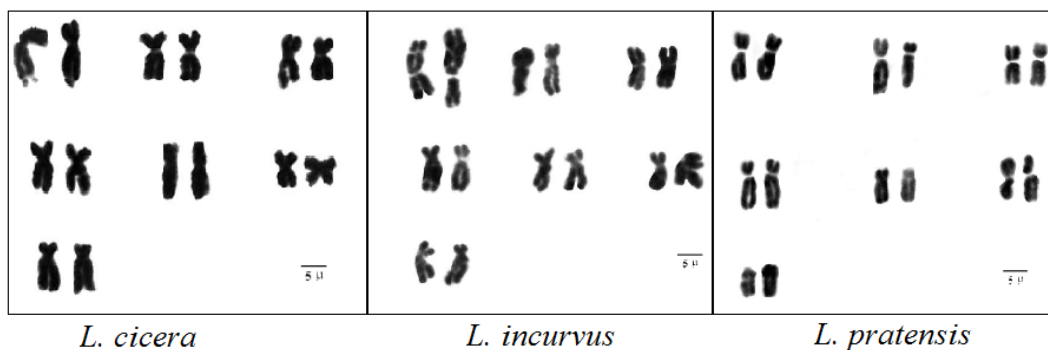
شمارش کروموزومی و تعیین کاریوتیپ: نتایج بررسی میکروسکوپی نشان داد عدد کروموزومی کلیه یاخته‌های مورد بررسی از هر گونه این جنس ۷ و همگی دیپلوئید بودند (شکل ۲ و ۳).

نامطلوب و ناخواسته از سطح بافت‌ها جهت نفوذ و جذب سریع‌تر مواد تثبیت‌کننده استفاده شد (۱۵). ریشه‌ها در محلول تثبیت‌کننده لویتسکی (Lewitsky) به مدت ۲۴ ساعت در یخچال نگهداری شدند. سپس ریشه‌ها به مدت ۲۴-۱۶ ساعت در دمای ۳۰-۳۴ درجه سلسیوس در رنگ هماتوکسیلین قرار داده شدند. برای از بین بردن ضمامم دیواره یاخته‌ای از آنزیم سیتاز استفاده شد. نوک ریشه از آنزیم سیتاز خارج و در روی لام، عمل له‌کردن (squashing) نمونه‌ها در داخل یک قطره اسیداستیک ۴۵٪ انجام گردید. در نهایت، نمونه‌های آماده‌شده با میکروسکوپ نوری مورد مطالعه قرار گرفتند. صفحه‌های متافازی با استفاده از نرم‌افزار Adobe premiere ثبت شدند. اندازه‌گیری طول بازوهای کروموزوم‌ها در برنامه Micro measure انجام شد. ابعاد کروموزوم‌ها از جمله طول بازوی بزرگ، طول بازوی کوچک، طول کل کروموزوم، نسبت بازوها (بازوی بلند به بازوی کوتاه) و شاخص سانترومری (CI) با نسبت طول بازوی کوتاه به مجموع طول بازوها اندازه‌گیری شدند. سپس ایدیوگرام همه گونه‌ها رسم شد. به منظور تشخیص تفاوت بین گونه‌ها از لحاظ صفات مورد مطالعه از تجزیه واریانس و مقایسه میانگین به روش دانکن استفاده شد. برای بررسی تقارن کاریوتیپی از شاخص‌های زیر استفاده شده است:

طول نسبی کوتاه‌ترین کروموزوم (S%) با رابطه $100 \times$ (طول کل کروموزوم‌ها / طول کوتاه‌ترین کروموزوم) محاسبه شد. شاخص عدم‌تقارن درون کروموزومی (A_1) با رابطه $(A_1 = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n \frac{S_i}{L_i}}{n})$ که مقدار آن بین ۰ تا ۱

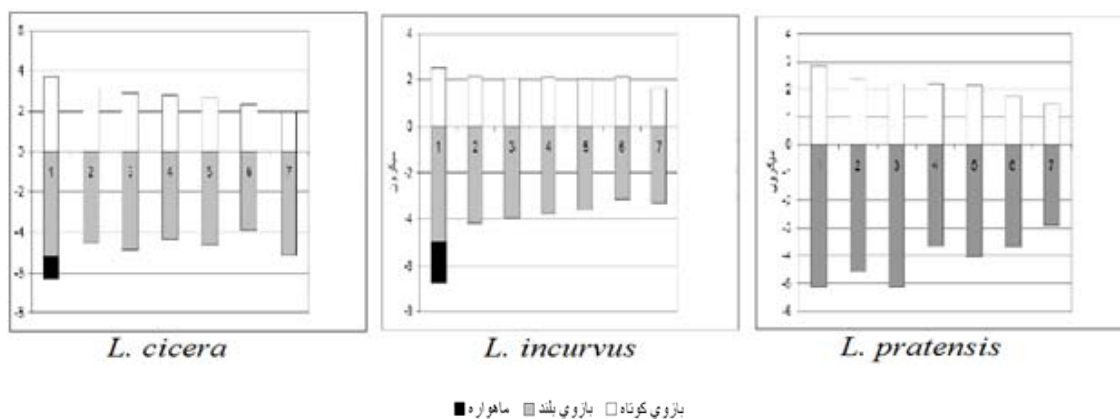


شکل ۲- کروموزوم‌های متافازی گونه‌های جنس خلر



شکل ۳ - کاریوتیپ گونه‌های جنس خلر

ترسیم ایدیوگرام: پس از اندازه‌گیری آماره‌های در هر گونه، ایدیوگرام کروموزومی مربوط به هر گونه کروموزومی، با استفاده از میانگین طول بازوی بلند و کوتاه رسم شد (شکل ۴).



شکل ۴ - ایدیوگرام گونه‌های جنس خلر

تجزیه واریانس و مقایسه میانگین صفات کاریوتیپ: تفاوت معنی‌دار داشتند. اما از نظر طول بازوی بلند، نسبت طول بازوها و شاخص سانترومری تفاوت معنی‌دار مشاهده نشد (جدول ۲).

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌های کاریوتیپی گونه‌های مورد بررسی نشان داد که این گونه‌ها از نظر صفات طول بازوی کوتاه و طول کروموزوم در سطح یک درصد

جدول ۲ - تجزیه واریانس صفات مورفولوژی کروموزوم‌ها در گونه‌های مورد مطالعه

منابع تغییر	L	S	L/S	L + S	CI
بین‌گونه‌ها	۰/۸۲۱۷ ^{ns}	۰/۷۹۶ ^{**}	۰/۱۰۴ ^{ns}	۳/۱۴۱ ^{**}	۰/۳۶ ^{ns}
اشتباه آزمایشی	۰/۰۲۵۸	۰/۰۶۷۵	۰/۰۳۶۹	۰/۵۱۰۴	۰/۰۰۰۸
ضریب تغییرات	۳/۹۴	۱۱/۲۶	۱۰/۳۸	۱۰/۶۷	۸/۳۵

ns و ** به ترتیب اختلاف غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد

دیگر به خود اختصاص داده است (جدول ۳). نتایج همچنین نشان داد که گونه *L. incurvus* با ۶/۱۶ و گونه *L. cicera* با ۷/۶۰ به ترتیب کمترین و بیشترین طول کروموزوم را داشتند. گونه *L. incurvus* نیز با ۳/۸۵ و گونه

مقایسه میانگین گونه‌های مورد مطالعه از لحاظ ویژگی‌های کاریوتیپی توسط آزمون دانکن نشان داد که گونه *L. incurvus* از نظر صفات طول کروموزوم، طول بازوی بلند و طول بازوی کوتاه مقدار کمتری را نسبت به گونه‌های

L. cicera با ۴/۶۵ به ترتیب کمترین و بیشترین طول بازوی بلند را به خود اختصاص دادند و گونه‌های *L. incurvus* و *L. cicera* به ترتیب با ۱/۹۹ و ۲/۷۹ کمترین و بیشترین طول بازوی کوتاه را نشان دادند (جدول ۳).

جدول ۳- مقایسه میانگین گونه‌های مورد مطالعه از نظر صفات کروموزومی

گونه	میانگین طول کروموزوم‌ها (میکرومتر)	میانگین طول بازوی بلند (میکرومتر)	میانگین طول بازوی کوتاه (میکرومتر)	نسبت طول بازوها	شاخص سانترومری
<i>L. cicera</i>	۷/۶۰ ^a	۴/۶۵ ^a	۲/۷۹ ^a	۱/۷۲ ^a	۰/۳۷ ^a
<i>L. incurvus</i>	۶/۱۶ ^b	۳/۸۵ ^b	۱/۹۹ ^b	۱/۸۶ ^a	۰/۳۴ ^a
<i>L. pratensis</i>	۶/۳۰ ^b	۳/۷۴ ^{ab}	۲/۱۳ ^b	۱/۹۶ ^a	۰/۳۴ ^a

گونه‌های *L. incurvus* و *L. pratensis* به فرم ۱m+۶sm بدست آمد. کروموزوم‌ها از نوع متاساتریک و ساب-متاساتریک بوده و همگی در یک سطح از تقارن کاریوتیپی (2A) قرار داشتند. دسته‌بندی بر اساس روش استبینز نیز نشان داد که همه گونه‌ها دارای کلاس تقارن کاریوتیپی 2A بودند (جدول ۴).

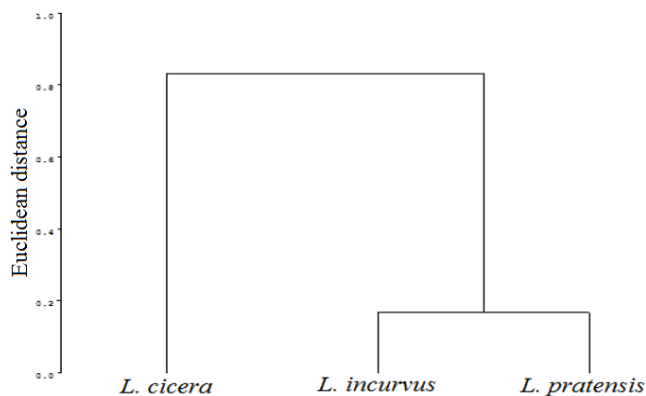
شاخص‌های تقارن کاریوتیپ در هر گونه: شاخص‌های تقارن کاریوتیپی شامل طول نسبی کوتاهترین کروموزوم (%S)، دامنه طول نسبی کروموزوم (DRL)، شاخص‌های A1 و A2، درصد شکل کلی (%TF)، فرمول کاریوتیپی لوان و کلاس تقارن استبینز در هر گونه محاسبه شد (جدول ۴). فرمول کاریوتیپی بر اساس روش لوان در گونه *L. cicera* به صورت ۵m+۲sm و در

جدول ۴ - مشخصات تقارن کاریوتیپی در گونه‌های مورد مطالعه

گونه	طول نسبی کوتاه‌ترین کروموزوم (%S)	فرمول کاریوتیپی (لوان)	دسته‌بندی تقارن کاریوتیپی (SC)	(A ₁)	(A ₂)	(%TF)	DRL	VRC
<i>L. cicera</i>	۱۰/۰۵	۵m+۲sm	۲A	۰/۳۹	۰/۱۷	۳۶/۷۲	۷/۵۹	۷/۶۰
<i>L. incurvus</i>	۱۱/۳۶	۱m+۶sm	۲A	۰/۴۴	۰/۲۳	۳۳/۸۸	۹/۷۷	۶/۱۷
<i>L. pratensis</i>	۱۰/۰	۱m+۶sm	۲A	۰/۴۷	۰/۱۹	۳۳/۹۱	۷/۹۸	۶/۳۱

ساله *L. cicera* در یک گروه و دو گونه *L. incurvus* و *L. pratensis* که چندساله هستند، در گروه دیگر قرار گرفتند.

تجزیه خوشه‌ای گونه‌های مورد مطالعه: نتایج تجزیه خوشه‌ای که با استفاده از صفات کروموزومی مورد مطالعه به روش Wards انجام شد، نشان داد گونه‌های مورد مطالعه در دو خوشه مجزا گروه‌بندی شدند (شکل ۵). گونه یک-



شکل ۵ - دندروگرام حاصل از تجزیه خوشه‌ای بر پایه ویژگی‌های کاریوتیپی در گونه‌های مورد مطالعه

بحث و نتیجه‌گیری

همه گونه‌های مورد مطالعه در این تحقیق دیپلوئید بودند و فرمول ژنومی آن‌ها $2n=2x=14$ می‌باشد. در تحقیقی که بروی کاربوتایپ ۱۶ گونه از جنس *خَلَر* در ترکیه نیز انجام شد، فرمول ژنومی همه گونه‌ها $2n=2x=14$ بود به استثنای *L. palustris* که دارای $2n=2x=42$ بود (۱۶). ماهواره‌ای به طول $1/0.8$ میکرومتر در بازوی بلند کروموزوم شماره یک گونه *L. cicera* وجود داشت (شکل ۴). این گونه دارای پنج کروموزوم متاستریک (m) و دو کروموزوم ساب‌متاستریک (sm) بود. ماهواره‌ای به طول $1/0.71$ میکرومتر در بازوی بلند کروموزوم شماره یک گونه *L. incurvus* مشاهده گردید. در کروموزوم‌های گونه *L. pratensis* ماهواره‌ای مشاهده نگردید. مطالعه سیتوژنتیک گیاهان به‌منظور تعیین سهم هریک از صفات کاربوتایی در ایجاد تنوع گونه‌های مختلف گیاهان انجام می‌گیرد. تجزیه واریانس براساس چهار ویژگی طول بازوی بلند (L)، طول بازوی کوتاه (S)، نسبت بازوها (L/S) و طول کروموزوم ($L+S$) نشان داد در بین گونه‌های جنس *خَلَر* در شمال غربی ایران، در طول بازوی کوتاه (S) و طول کروموزوم ($L+S$) اختلاف معنی‌داری در سطح یک درصد وجود دارد که دلالت بر تنوع ژنتیکی کافی به‌منظور گزینش برای صفات موردنظر می‌باشد.

مقایسه میانگین با آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد برای چهار صفت طول بازوی بلند (L)، طول بازوی کوتاه (S)، نسبت بازوها (L/S) و طول کروموزوم ($L+S$) انجام گردید که از بین این صفات، دو صفت L و L/S غیرمعنی‌دار شدند. در هر دو صفت S و $L+S$ ، گونه *L. cicera* بیشترین مقدار و گونه *L. incurvus* کمترین مقدار را دارا می‌باشد. بنابراین در گزینش براساس دو صفت بازوی کوتاه (L) و طول کروموزوم ($L+S$)، گونه *L. cicera* الویت خواهد داشت.

از لحاظ کلاس تقارن استبینز سه گونه مورد بررسی تفاوتی نشان ندادند و همه در کلاس ۲A قرار گرفتند. از منظر شاخص A_1 که نشان‌دهنده عدم تقارن درون کروموزومی است، بیشترین مقدار ($A_1=0/47$) در *L. pratensis* و کمترین مقدار ($A_1=0/39$) در *L. cicera* مشاهده شد. بنابراین کاربوتایپ *L. cicera* متقارن‌تر از دو گونه *L. incurvus* و *L. pratensis* است. فرمول کاربوتایی نیز این موضوع را تأیید کرده است. گونه *L. cicera* با فرمول کاربوتایی $5m+2sm$ دارای پنج جفت کروموزوم متاستریک و دو جفت کروموزوم ساب‌متاستریک است درحالی‌که گونه‌های *L. incurvus* و *L. pratensis* با فرمول کاربوتایی $1m+6sm$ هر کدام دارای یک جفت کروموزوم متاستریک و شش جفت کروموزوم ساب‌متاستریک هستند. وجود کروموزوم‌های ساب‌متاستریک دلیل بر عدم تقارن کاربوتایپ و حرکت گونه به سوی تکامل بیشتر است.

با توجه به این که هرچه میزان شکل کلی کاربوتایپ ($TF\%$) به عنوان شاخص عدم تقارن درون کروموزومی به عدد ۵۰ نزدیک‌تر باشد نشانگر تقارن بیشتر کاربوتایپ است، بنابراین گونه *L. cicera* با مقدار $36/72$ متقارن‌تر از دو گونه دیگر می‌باشد. از لحاظ شاخص‌های A_2 و DRL که هر دو دلالت بر اختلاف بین کروموزومی گونه‌ها دارند، *L. cicera* متقارن‌تر از سایر گونه‌ها است. هرچه اختلاف دامنه طول نسبی کروموزوم‌ها (DRL) بیشتر باشد کاربوتایپ از تقارن کمتری برخوردار است. در گونه‌های مورد بررسی بین روند تغییرات دو شاخص فوق رابطه مستقیم و مثبتی وجود دارد. از منظر میزان کروماتین نسبی، *L. cicera* بیشترین VRC را داراست که نشان‌دهنده تکامل کمتر و تقارن بیشتر (۱۱ و ۱۹ و ۲۵) گونه بوده و با نتایج سایر شاخص‌های ارزیابی تقارن کاربوتایپ مطابقت دارد. گونه‌های مختلف جنس *Vicia* که با جنس *خَلَر* در تیره *Fabaceae* قرار دارند، نیز از نظر طول کروموزوم و شاخص‌های تقارن کاربوتایپ با هم متفاوت بوده به-

جهت تولید دورگه‌های بین‌گونه‌ای در طرح‌های به‌نژادی، احتمال ناسازگاری کروموزومی این دو گونه کمتر خواهد بود. قرابت نزدیک *L. cicera* با *L. sativus* براساس مطالعات ریخت‌شناختی (۱۸) و نشانگری (۱۲) و امکان تولید دورگه‌های بین‌گونه‌ای *L. sativus* × *L. cicera* (۳۰) و نیز ارتباط نزدیک *L. cicera* با *L. gorgoni* (۱۳) در تحقیقات قبلی گزارش شده است. طبق بررسی‌های انجام شده توسط محققین این پژوهش، در مورد امکان تولید دورگه‌های بین‌گونه‌ای *L. pratensis* و *L. incurvus* گزارشی مشاهده نشده است. بنابراین به نظر می‌رسد مطالعه حاضر بتواند سرآغازی برای تولید موفق دورگه یادشده برای استفاده در برنامه‌های به‌نژادی جنس خنجر باشد.

طوری‌که *V. articulate* متقارن‌ترین و *V. villosa* نامتقارن‌ترین کاربوتایپ را داشت (۲۳).

دندروگرام حاصل از تجزیه خوشه‌ای نشان داد که گونه یک‌ساله *L. cicera* در یک گروه و دو گونه *L. incurvus* و *L. pratensis* که چندساله هستند، در گروه دیگر قرار گرفتند. گونه‌هایی که از لحاظ پارامترهای کاربوتایی و خواص کروموزومی به هم شبیه هستند، در دندروگرام حاصل از تجزیه خوشه‌ای در یک گروه واقع می‌شوند و در بحث روابط بین‌گونه‌ای قرابت بیشتری دارند و در صورت وجود صفات مطلوب در این گونه‌ها امکان تلاقی بین‌گونه‌ای برای جمع‌آوری ژن‌های مطلوب در یک گیاه وجود خواهد داشت (۲ و ۳۰). هم‌گروه شدن دو گونه *L. incurvus* و *L. pratensis* این نکته را می‌رساند که

منابع

- ۱- حیدری پ. ۱۳۹۰. آنالیز کاربوتیپ و بررسی تنوع سیتوژنتیکی توده‌های بومی گیاه دارویی بادرنجبویه در ایران، پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد اصلاح نباتات دانشکده کشاورزی، دانشگاه ایلام.
- ۲- شریعت، آ. ۱۳۸۰. بررسی تنوع ژنتیکی گونه‌هایی از بونجه یک-ساله با تکیه بر مطالعات سیتوژنتیکی، الکتروفورزی و مورفولوژیکی. پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد کشاورزی، دانشگاه سیستان و بلوچستان.
- ۳- قاسمی، ف.، جلیلی، ع.، میرزاده واقفی، س. و کاظمی، س. ۱۳۹۵. بررسی سیتوژنتیک جمعیت‌های گونه *Plantago major* در
- 4- مازوجی ع.، سلیم‌پور، ف. و طلایه‌پور، ف. ۱۳۹۵. مطالعه کاربوتیپ سه ژنوتیپ از گونه (*Achillea millefolium*) در ایران، زیست‌شناسی تکوینی ۴: ۳۹-۴۴.
- ۵- یوسفی، و، نجفی، ع.، زبرجدی، ع.، صفری، ه. ۱۳۹۳. بررسی تنوع کاربوتیپی گونه‌های جنس *Thymus* از نقاط مختلف ایران، پژوهش‌های ژنتیک گیاهی ۱: ۶۵-۷۶.
- 6- Abd El-Moneim, A. M., Cocks, P. S. 1993. Adaptation and yield stability of selected lines of *Lathyrus spp.* under rain fed conditions in West Asia. *Euphytica* 66: 89-97.
- 7- Alkin, R., Goyder, D.G., Bisby F.A., White, R.G. 1986. Names and synonyms of species and subspecies in the Viciae. *Viciae Database Project* 7: 1-75.
- 8- Battistin, A., Biondo, E., Coelho, L. G. M. 1999. Chromosomal characterization of three native and one cultivated species of *Lathyrus* in South Brazil. *Genet. Mol. Biol.* 22 (4): 557-563.
- 9- Brahim, B. N., Combes, D., Marrachi, M. 2001. Autogamy and allogamy in genus *Lathyrus*. *Lathyrus Lathyrism Newsletter* 2.
- 10- Campbell, C.G., Mehra, R. B., Agrawal, S. K., Chen, Y. Z., Abd El Moneim, A. M., Kawaja, H. I. T., Yadov, C. R., Tay, J. V., Araya, W. A. 1994. Current status and future strategy in breeding grass pea (*Lathyrus sativus*). *Euphytica* 73: 167-175.
- 11- Chandola, R. P., Jain, S. N. 1979. Karyomorphological studies in *Pennisetium typhoides* L. *Caryologia* 35: 181-196.
- 12- Chtourou-Ghorbel, N., Lauga Combes, B., Marrakehi, M. 2001. Comparative genetic diversity studies in genus *Lathyrus* using RFLP and RAPD markers. *Lathyrus Lathyrism Newsletter* 2. 61-68.
- 13- Croft, A. M., Pang, E. C. K., Taylor, P.W. J. 1999. Molecular analysis of *Lathyrus sativus* L.

- (grass pea) and related *Lathyrus* species. *Euphytica* 107: 167-176.
- 14- Elci, S. 1965. Determination and comparison of chromosome numbers and morphologies of certain vetch species in Turkey. University of Ankara, Publication of Agriculture Faculty, 254, Research publication, 158: 1-30.
 - 15- Gennur, M.N., Habib, A.F., Kadapa, G. 1988. Karyomorphological studies nine Asiatic cotton I. Karyotypic analysis of species and races of Asiatic cottons based on chromatin content. *Cytologia*, 53:97-106.
 - 16- Gunes, F., Ali, C. 2008. Karyotype analysis of some *Lathyrus* L. species (Fabaceae) from the Thrace region (Turkey-in-Europe), *Caryologia*. 61 (3): 269-282.
 - 17- Hedric, U. P. 1972. *Stutevants edible plants of the world*. Dover Publications, New York, USA, 775 p.
 - 18- Jackson, M.T., Yunus, A. G. 1984. Variation in the grass pea (*Lathyrus sativus* L.) and wild species. *Euphytica*, 33 (2): 549-559.
 - 19- Klamt, A., Schifino-Wittmann, M.T. 2000. Karyotype morphology and evolution in some *Lathyrus* (Fabaceae) species of southern Brazil. *Genet. Mol. Biol.* 23: 463- 467.
 - 20- Kupicha, F.K. 1983. The inferageneric structure of *Lathyrus*. *Notes Roy. Bot. Gard. Edinburgh*. 41(2): 209- 244.
 - 21- Lazanyi, J. 2000. Grass pea and green manure effects in the Great Hungarian Plain. *Lathyrus Lathyrism Newsletter* 1: 28-30.
 - 22- Levan, A., Fredga, K., Sandberg, A. A. 1964. Nomenclature for centromeric position on chromosomes. *Herditas* 52: 201-220.
 - 23- Martin E., Hatice, K. Y., Kahraman, A., Okan, K. B., Eroglu, H. E. 2018. Detailed chromosome measurements and karyotype asymmetry of some *Vicia* (Fabaceae) taxa from Turkey. *Caryologia*. 71 (3): 1-10.
 - 24- Romero Zarco, C. 1980. A new method for estimating karyotype asymmetry. *Taxan* 35: 526-630.
 - 25- Schifino-Wittmann, M. T. 2000. The cytogenetics and evolution of forage legumes from Rio Grande do Sul. *Genet Mol Biol*, 23, 4: 989-995.
 - 26- Senn, H.A. 1938. Experimental data for a revision of genus *Lathyrus*. *Am. J. Bot.* 25: 67-78.
 - 27- Sheidai, M., Massoumii, A. R. Pakravan, M. 1996. Karyotypes of some Astragalus Taxa. *The Nucleus* 39: 111-113.
 - 28- Smartt, J. 1984. Evolution of grain legumes. 1. Mediterranean pluses. *Experimental Agriculture* 20: 275-296.
 - 29- Stebbins, G. L. 1971. *Chromosome evolution in higher plants*. Edward Arnold Publisher. L.T.D. London, PP 216-217.
 - 30- Yunus, A. G., Jackson, M.T. 1991. The gene pools of the grass pea (*Lathyrus sativus* L.). *Plant Breed.* 106: 319-328.

Karyotypic Analysis of *Lathyrus* Species in Northwestern Iran

Sadeghi M. H.¹, Sabzi Nojadeh M.², Esmailpour M.² and Razban Haghghi A.³

¹ Dept. of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Islamic Azad University, Tabriz, I.R. of Iran.

² Dept. of Forestry and Medicinal Plant, Ahar Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Tabriz, Ahar, I.R. of Iran.

³ East-Azərbayjan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Tabriz, I.R. of Iran.

Abstract

The *Lathyrus* genus is important due to forage consumption, nitrogen fixation, soil conservation, ornamentation, cultivation as green manure and its medicinal properties. Three species of *Lathyrus* were selected from northwestern regions of Iran and the properties of chromosomes were studied in *L. cicera*, *L. incurvus* and *L. pratensis*. Of these, karyotypes of *L. incurvus* and *L. pratensis* were analyzed for the first time. Five metaphysical plates were assessed in each species. The results showed that all the three species had diploid chromosome number of $2n = 2x = 14$. Total lengths of haploid chromosome in *L. cicera*, *L. incurvus* and *L. pratensis* were respectively as 7.60, 6.16 and 6.30 micrometer. The karyotype formula of *L. cicera* was $5m+2sm$ while karyotype formula of *L. incurvus* and *L. pratensis* was $1m+6sm$. All species showed relatively symmetrical karyotype and were included in 2A classification of Stebbins. Analysis of variance showed a significant difference in short arm length and total chromosome length at 1% significance level. Duncan test results showed that *L. cicera* had the longest total chromosome length at 5% significance level. Cluster analysis classified the species into two groups; a) *L. cicera* (an annual species) and b) *L. incurvus* and *L. pratensis* (perennial species). Since these two species have similar karyotypes, the hybrids of these two species can be used in *Lathyrus* breeding programs.

Key words: Number of chromosomes, Cytogenetics, Karyotype, symmetrical karyotype, *Lathyrus*