

مطالعه کاربوتیپی چهار گونه از زیرجنس بادام

رضا توکلی بنیزی^{۱*}، علی ایمانی^۲، عیسی ظریفی^۳، محمد جعفرآقایی^۴ و عبدالله محمدی^۵

*۱- نویسنده مسئول مکاتبات، کارشناس ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج

پست الکترونیک: rtavakoli61@gmail.com

۲- استادیار پژوهش، مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، کرج

۳- کارشناس ارشد، مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، کرج

۴- استادیار پژوهش، مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، کرج

۵- استادیار، دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج

تاریخ پذیرش: ۱۳۸۸/۹/۱

تاریخ دریافت: ۱۳۸۸/۳/۱۸

چکیده

به منظور بررسی روابط خویشاوندی بین گونه‌های زیرجنس بادام (*Amygdalus* spp)، مطالعات کاربوسیستماتیکی گونه‌های *Prunus persica* L. و *Amygdalus lycioides* Spach، *A. trichamygdalus* Woronow، *A. communis* L. مریستم ریشه‌چه انجام شد. در هر نمونه ده صفحه متافازی مناسب که مورفولوژی کروموزوم‌ها کاملاً واضح بود انتخاب و عکسبرداری شد. کاربوتیپ استاندارد برای گونه‌ها و جمعیت‌ها به‌طور جداگانه تهیه و پارامترهای کروموزومی شامل طول کل کروموزوم‌ها، طول بازوی بلند، طول بازوی کوتاه، طول نسبی بازوها، طول نسبی کروموزوم‌ها اندازه‌گیری شد. تمامی صفات در گونه‌های مختلف تفاوت معنی‌داری داشتند. تمام گونه‌های مورد مطالعه دیپلوئید، تعداد کروموزوم‌ها در تمام گونه‌ها $2n=16$ و عدد پایه کروموزومی در آنها $X=8$ بود. اندازه متوسط طول کل کروموزوم‌ها در گونه‌های مورد مطالعه $2/39$ میکرومتر بود. همچنین بین تمامی گونه‌ها و جفت کروموزوم‌های همتا یا همولوگ از نظر صفات کاربوتیپی اندازه‌گیری شده تفاوت معنی‌دار وجود داشت. از طرف دیگر، تشابه و تفاوت بین گونه‌ها بر اساس صفات کاربوتیپی (طول کروموزوم، بازوی بلند، بازوی کوتاه، طول نسبی بازوها و شاخص کروموزومی) مورد ارزیابی قرار گرفت که بر این اساس گونه اهلی *A. communis* L. با گونه *A. lycioides* Spach بیشترین شباهت را داشت. دو گونه *A. trichamygdalus* Woronow و *P. persica* L. نیز با یکدیگر بیشترین شباهت را داشتند. در نهایت گونه‌ها از نظر کاربوتیپی در دو گروه طبقه‌بندی شدند.

واژه‌های کلیدی: بادام، کاربوتیپ، کروموزوم.

مقدمه

می‌باشد. جنس *Prunus* در زیرخانواده Prunoidae قرار دارد و دارای ۳ زیرجنس *Amygdalus* (بادام و هلو)، *phoronopora* (آلو و زردآلو) و *Cerasus* (گیلاس و آلبالو) است. بادام، گیلاس، زردآلو و هلو متعلق به جنس

خانواده گل‌سرخ^۱ دارای ۵ زیرخانواده (Prunoidae، Rosoidae و Spiroidae، Petanloidae، Pomoidae)

علم سیتوژنتیک به طور عمومی در تعیین قرابت بین گونه‌ها موثر است (میرزایی ندوشن و ندرخانی، ۱۳۷۹ و Sheidai و همکاران، ۲۰۰۱). به‌طور کلی تحقیقات سیتوتاکسونومیکی، علاوه بر مشخص کردن قرابت و ارتباط بین گونه‌ها، می‌تواند اطلاعات با ارزشی در مورد خزانه ژنی موجود در کشور به‌منظور بهره‌گیری در بانک ژن فراهم آورد (حسام زاده و ضیایی نسب، ۱۳۸۷). بررسی تفاوت در تعداد کروموزوم‌ها و سطح پلوئیدی به‌عنوان شاهدهی برای تلاقی بین‌گونه‌ای و برای هیبریدهای سوماتیکی حاصل از ادغام سلولی به کار می‌رود. از خصوصیات مورفولوژیکی کروموزوم می‌توان به شباهت گونه‌ها پی برد و در برنامه‌های اصلاحی از ترکیب ژن‌های گونه‌های نزدیک به هم سود جست. همین‌طور Gomez و همکاران (۲۰۰۵) در این گونه تعداد کروموزوم‌ها را $2n=16$ تعیین و به صورت متقارن از نوع متاسانتریک گزارش کردند.

مواد و روشها

مواد گیاهی

مواد گیاهی عبارت از ۴ گونه گیاهی جمع‌آوری شده از نواحی مختلف ایران بود و از هر گونه ۱۰ نمونه جهت انجام مطالعات سیتولوژی انتخاب گردید (جدول ۱).

Prunus می‌باشند. زیرجنس بادام، *Amygdalus* نامیده می‌شود، زیرا به واسطه دارا بودن برون بر خشک و کم و بیش خزی و یا گاهی صاف، که پس از رسیدن از یک سمت شکافته می‌شود و همچنین به علت سوراخدار و یا شیاردار بودن هسته، آن‌را از سایر جنس‌های *Prunus* (آلوجه‌ها و گیلاس‌ها) متمایز می‌سازد (ثابتی، ۱۳۵۱).

بادام دارای گونه‌های وحشی فراوانی است که در سرتاسر جنوب غربی (در مرکز آسیا از ترکیه و سوریه تا کوه‌های هندوکش و افغانستان) پراکنده‌اند و تاکنون بیش از ۳۰ گونه آن در چهار ناحیه جغرافیایی شناسایی شده‌اند. برخی گونه‌های مهم بادام که انحصاری کشور ایران هستند عبارتند از:

A. elaeagnifolia Spach, *A. scoparia* Spach, *A. eburnea* Spach, *A. trichamygdalus* woronow, *A. corduchoruom* Bornm, *A. glauca* Browicz, *A. reticulate* Runemark ex Khatamsaz, *A. haussknechtii* Bornm, *A. urumiensis* Browicz and *A. lycioides- sub horrida* Spach (ثابتی، ۱۳۵۱).

سیر تکاملی این گونه‌ها بیشتر در نواحی نیمه‌خشک و استپی می‌باشد (Grigorian, 1972). درختان بادام روی پایه‌های هلو در مقایسه با پایه‌های بادام دارای رشد قوی، زود بارده و همچنین از زنده‌مانی بیشتری برخوردار می‌باشند. زنده ماندن بیشتر به دلیل تحمل آنها به پوسیدگی یقه و رطوبت بیشتر خاک و حساسیت کمتر به گال یقه می‌باشد (ایمانی، ۱۳۷۹).

جدول ۱- اسامی گونه‌های مورد مطالعه از جنس بادام (*Amygdalus*)

نام علمی	نام محلی	محل جمع‌آوری
<i>A. communis</i> . L	بادام شیرین، بادام معمولی	فریدون شهر
<i>A. lycioides sub horrida</i> Spach	تنگرس (بادام خار آلود)	کرج (ارتفاعات البرز)
<i>A. trichamygdalus</i> Woronow	بادام مخملی	استان اصفهان
<i>P. persica</i> (L.) Batsch	هلوی یزدی	کرج

رویاندن بذر

ابتدا بذرها در آب مقطر به مدت ۲۴ ساعت نگهداری و بعد در داخل گلدان‌های دو طبقه کاشته شدند. پس از تهیه مریستم‌های نوک ریشه، ریشه‌ها با محلول $2M \times 10^{-4}$ - هیدروکسی کینولین^۱ به مدت سه ساعت در درون یخچال در دمای $4^{\circ}C$ ، پیش تیمار شدند. پس از خارج کردن ریشه‌چه‌ها از محلول پیش تیمار، این ریشه‌چه‌ها بلافاصله به مدت نیم ساعت با آب مقطر شستشو شده و بعد در محلول لویتسکی (یک قسمت اسید کرومیک ۱٪ و یک قسمت فرمالدئید ۱۰٪) به مدت ۳۶-۴۸ ساعت در دمای $4^{\circ}C$ نگهداری شدند تا کروموزوم‌ها تثبیت شوند. سپس ریشه‌ها به مدت ۳ ساعت در زیر آب جاری شستشو داده شدند. در زمان مطالعه، برای هیدرولیز ریشه‌چه‌ها از محلول هیدروکسید سدیم یک نرمال به مدت ۱۰ دقیقه استفاده شد. پس از پایان این مدت ریشه‌چه‌ها به مدت نیم ساعت با آب مقطر شستشو داده شدند. پس از مرحله هیدرولیز، ریشه‌چه‌ها با استفاده از استوایرون همتوکسیلین^۲ با توجه به اصلاحیه‌های آقاییف (Agayev, 2002; 1998) رنگ‌آمیزی شدند. سپس نمونه‌ها در دمای $30-35^{\circ}C$ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۶ ساعت نگهداری شدند. برای حل شدن دیواره سلول‌ها از آنزیم سیتاز به مدت ۲ ساعت در دمای اتاق استفاده شد. در مرحله اسکواش برای تهیه نمونه، اسید استیک ۴۵٪ روی یک لام ریخته و لامل روی آن گذارده شد و اسکواش شد. سپس برای دائمی کردن، نمونه‌ها از ازت مایع ($196^{\circ}C$) به مدت ۳-۵ دقیقه استفاده شد و عمل انجام داد، به مدت ۳-۵ دقیقه انجام گرفت. پس از بیرون آوردن لام از ازت مایع و جدا کردن لامل از لام چند قطره چسب انتلان روی لام ریخته و بعد لامل تمیزی روی نمونه

قرار داده شد. در نهایت نمونه جهت عکس‌برداری آماده گردید.

نتایج و بحث

بررسی‌های کاربوتیپی نشان داد که سه گونه بادام *A. lycioides* Spach, *A. communis* L., *A. trichamygdalus* Woronow و نیز هلو *Prunus persica* L. همگی دیپلوئید و دارای $2n=16$ کروموزوم بودند (شکل ۱) که موافق با گزارش‌های قبلی (Kliphuis and Barkoudah, 1977; Singh et al., 1984; Soodan et al., 1988) است. در مطالعه گونه *A. communis* از مجموع ۸ جفت کروموزوم، یک جفت کروموزوم بزرگ مشاهده گردید. ماهواره‌ها در یک جفت از کروموزوم‌ها قرار داشت و بر روی جفت کروموزوم شماره ۲ واقع در انتهای بازوی کوتاه مشاهده گردید (شکل ۲). همچنین کروموزوم‌های همولوگ شماره ۷ و ۴ به صورت سواب متاسانتریک و بقیه کروموزوم‌ها به صورت متاسانتریک دیده شدند (جدول ۲). اگرچه تقارن کروموزومی این گونه به صورت قرینه با غالبیت کروموزوم‌های متاسانتریک گزارش شده است (Gomez et al., 2005)، اما دامنه اندازه کروموزوم‌ها از $2/68-1/51 \mu m$ متغیر بود. میانگین طول کل کروموزوم‌های هاپلوئید $1/92 \mu m$ و میانگین طول بازوی بلند به بازوی کوتاه در این گونه $1/39 \mu m$ برآورد گردید (جدول ۳).

در مطالعه زیرگونه *A. lycioides- sub-horrida* Spach از مجموع ۸ جفت کروموزوم، یک جفت کروموزوم بزرگ و دو جفت کروموزوم ریز مشاهده گردید. ماهواره‌ها در یک جفت از کروموزوم‌ها قرار داشت و بر روی جفت کروموزوم شماره ۲ واقع در انتهای بازوی کوتاه مشاهده شدند (شکل ۲). همچنین کروموزوم همولوگ شماره ۴ به صورت سواب متاسانتریک و بقیه کروموزوم‌ها به صورت متاسانتریک بودند

1. 8-Hydroxy quinolin

2. Aceto-Iron-Hematoxline

در مطالعه گونه *P. persica* از مجموع ۸ جفت کروموزوم، یک جفت کروموزوم بزرگ و یک جفت کروموزوم ریز مشاهده گردید. ماهواره نیز بر روی جفت کروموزوم‌های شماره ۲ واقع در انتهای بازوی کوتاه قرار داشت (شکل ۲). همچنین کروموزوم همولوگ شماره ۶ به صورت ساب متاسانتریک و بقیه کروموزوم‌ها به صورت متاسانتریک بودند (جدول ۲). دامنه اندازه کروموزوم‌ها از $1/83-3/58 \mu m$ متغیر بود. میانگین طول کل کروموزوم‌ها $2/49 \mu m$ و میانگین طول بازوی بلند به بازوی کوتاه در این گونه $1/44 \mu m$ برآورد گردید (جدول ۳). نتایج حاصل از بررسی‌های کروموزومی گونه‌های مورد مطالعه در جدولهای ۱، ۲ و ۳ و شکل‌های ۱ و ۲ ارائه شده است.

(جدول ۲). دامنه اندازه کروموزوم‌ها بین $1/82-3/03 \mu m$ متغیر بود. میانگین طول کل کروموزوم‌ها $2/26 \mu m$ و میانگین طول بازوی بلند به بازوی کوتاه در این گونه $1/33 \mu m$ برآورد گردید (جدول ۳). در مطالعه گونه *A. trichamygdalus* Woronow از مجموع ۸ جفت کروموزوم، یک جفت کروموزوم بزرگ و یک جفت کروموزوم ریز مشاهده گردید. ماهواره نیز بر روی جفت کروموزوم‌های شماره ۴ و ۲ در انتهای بازوی کوتاه مشاهده گردید (شکل ۲). همچنین کروموزوم همولوگ شماره ۸ به صورت ساب متاسانتریک و بقیه کروموزوم‌ها به صورت متاسانتریک بودند (جدول ۲). دامنه اندازه کروموزوم‌ها بین $1/89-4/70 \mu m$ متغیر بود. میانگین طول کل کروموزوم‌ها $2/92 \mu m$ و میانگین طول بازوی بلند به بازوی کوتاه در این گونه $1/40 \mu m$ برآورد گردید (جدول ۳).

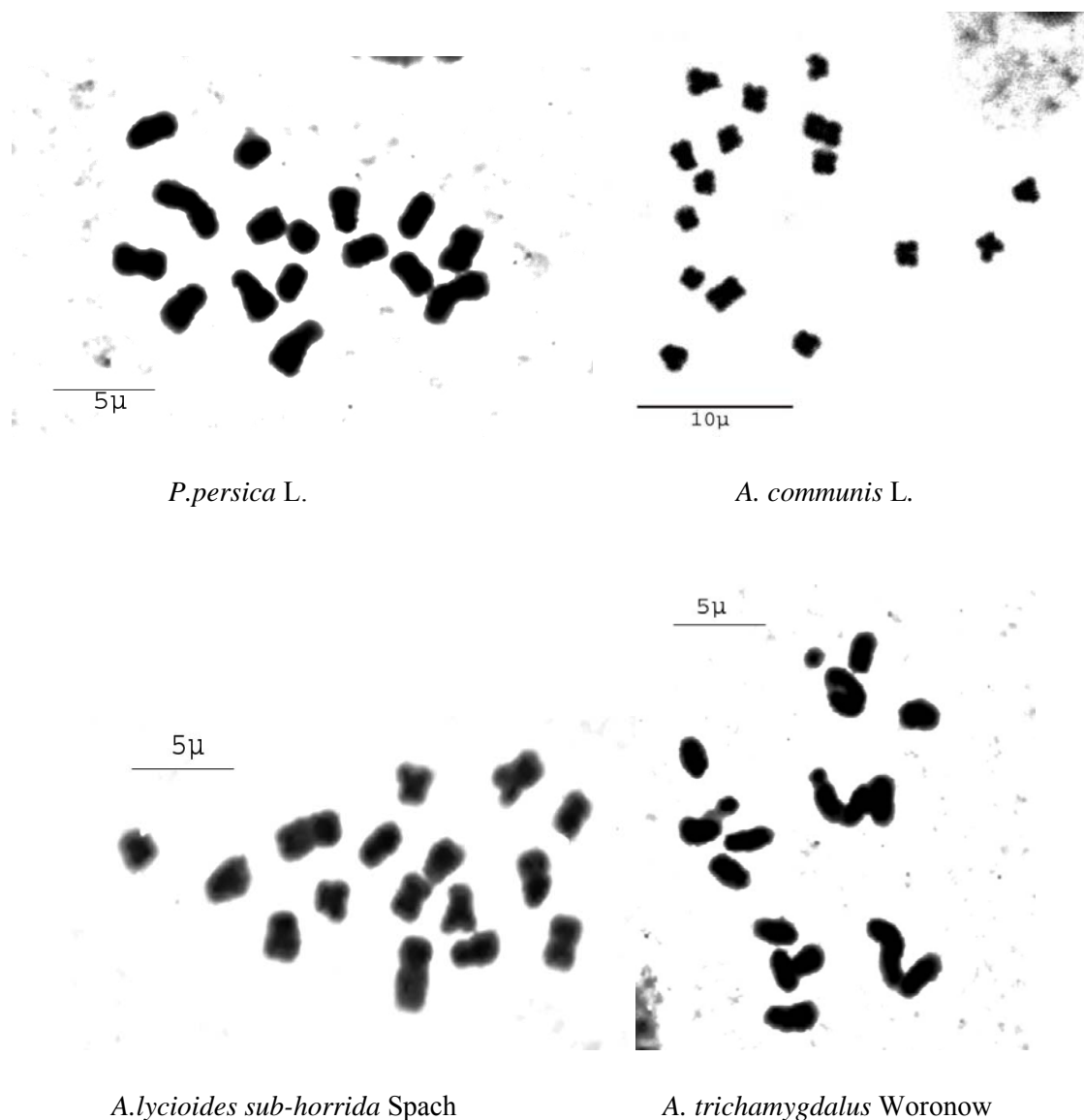
جدول ۲- تعداد کروموزوم و تشریح کاربوتیپ براساس دسته‌بندی استیپیز در برخی از گونه‌های زیرجنس *Amygdalus*

گونه	تعداد کروموزوم	کاربوتیپ	دامنه اندازه (μm)
<i>A. communis</i> L.	$2n=2x=16$	$10m+2m(sc^1)+4sm$	$1/51-2/68$
<i>A. lycioides sub-horrída</i> Spach	$2n=2x=16$	$12m+2m(sc)+2sm$	$1/82-3/03$
<i>A. trichamygdalus</i> Woronow	$2n=2x=16$	$10m+4m(sc)+2sm$	$1/89-4/70$
<i>P. persica</i> L.	$2n=2x=16$	$10m+2m(sc)+2sm$	$1/83-3/58$

جدول ۳- صفات کاربوتیپی اندازه‌گیری شده در برخی از گونه‌های زیرجنس *Amygdalus*

گونه	طول کل کروموزوم‌ها (هاپلوئید)	میانگین بازوی بلند	میانگین بازوی کوتاه	بازوی نسبی (L/S)	CI	L%	S%
<i>A. communis</i> L.	$15/36$	$1/92$	$1/09$	$1/39$	$42/82$	$56/77$	$43/2$
<i>A. lycioides sub-horrída</i> Spach	$18/08$	$2/26$	$1/28$	$1/33$	$43/69$	$56/64$	$43/36$
<i>A. trichamygdalus</i> Woronow	$23/36$	$2/92$	$1/62$	$1/4$	$42/12$	$55/48$	$44/52$
<i>P. persica</i> L.	$19/92$	$2/49$	$1/43$	$1/44$	$42/28$	$57/43$	$42/57$

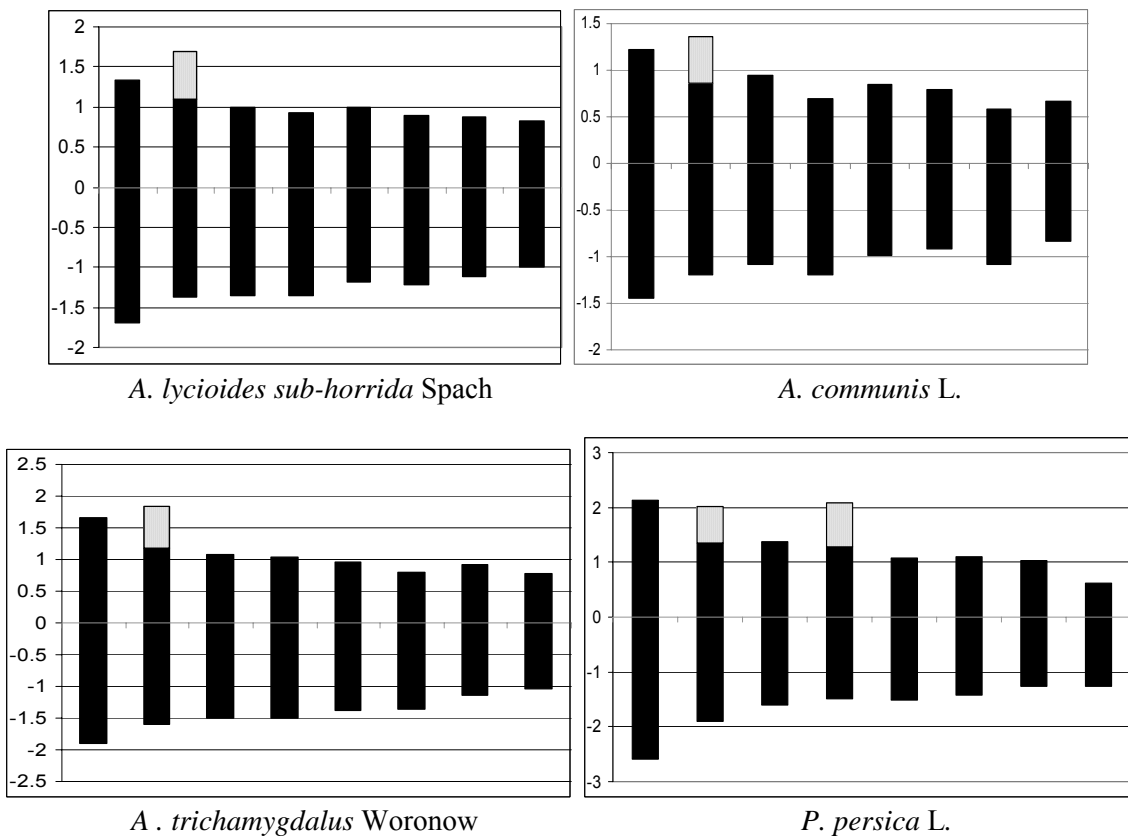
L/S = نسبت بازوی بلند به بازوی کوتاه کروموزوم؛ CI = شاخص ساترومری؛ $L\%$ = درصد بازوی بلند؛ $S\%$ = درصد بازوی کوتاه



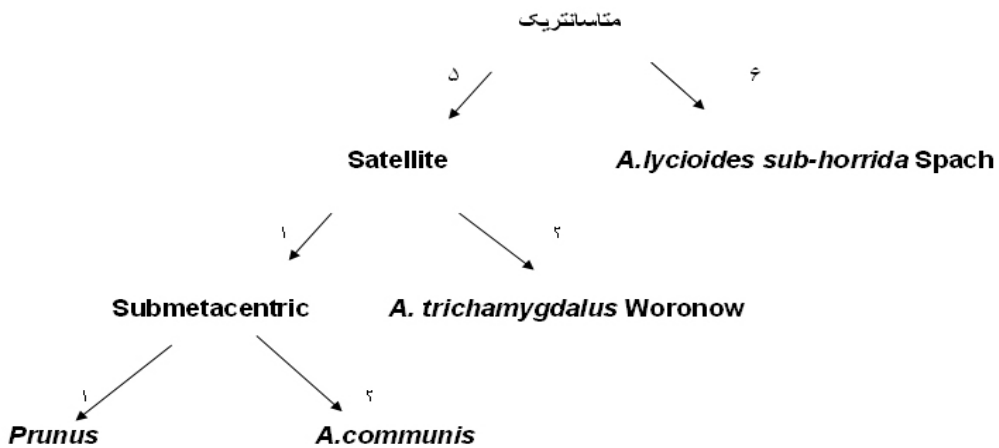
شکل ۱- متافاز میتوز گونه‌های مورد مطالعه

جفت از کروموزوم‌های گونه Woronow *A. trichamygdalus* دارای ماهواره هستند، در حالی که سایر گونه‌ها یک جفت از کروموزوم‌هایشان دارای ماهواره است. به جز *A. communis* L. که دو جفت کروموزوم ساب‌تلوسانتریک دارد سایر گونه‌ها تنها یک جفت کروموزوم ساب‌تلوسانتریک دارند (شکل ۳).

شکل کروموزوم‌ها از لحاظ محل سانترومر و همچنین تعداد ماهواره‌ها در گونه‌های مطالعاتی به‌عنوان یک کلید جهت تمایز گونه‌ها از هم استفاده شده است. شش جفت از کروموزوم‌های گونه *A. lycioides sub-horrída* Spach متاسانتریک هستند، در حالی که سایر گونه‌ها ۵ جفت از کروموزوم‌هایشان متاسانتریک است. دو



شکل ۲- نمودار متافاز میتوزی و محل قرارگیری ماهواره در گونه‌های مورد مطالعه



شکل ۳- کلید شناسایی گونه‌های مطالعاتی بر اساس صفات کاریوتیپی

کوتاه، طول نسبی بازوها و شاخص کروموزومی) از روش تجزیه خوشه‌ای (کلاستر) استفاده شده است (شکل ۴).

برای گروه‌بندی گونه‌های مورد مطالعه، براساس صفات مورد بررسی (طول کروموزوم، بازوی بلند، بازوی

به اهمیت دورگه‌های هلو و بادام، گونه *A. trichamygdalus* می‌تواند در تلاقی با هلو جهت دستیابی به دورگ مناسب قرار گیرد.

A. lycioides sub-horrída Spach و *A. communis* L.

علاوه بر صفاتی نظیر بازوی نسبی و شاخص سانترومری که در یک زیر مجموعه قرار گرفته‌اند در صفاتی نظیر طول کلی کروموزوم، بازوی بلند، بازوی کوتاه در زیر مجموعه‌های جداگانه ولی مجاور یکدیگر قرار گرفته‌اند که نشاندهنده شباهت کروموزومی در بین کروموزوم‌های این دو گونه است. در هر دو گونه بر روی جفت کروموزوم شماره ۲ آنها ماهواره است و یک جفت کروموزوم ساب متاسانتریک بر روی جفت کروموزوم شماره ۴ آنها دیده می‌شود. نتایج تجزیه خوشه‌ای به همراه مقایسه طول کلی کروموزوم، طول بازوی بلند، طول بازوی کوتاه این دو گونه، بیانگر قرابت گونه‌های *A. communis* L و *A. lycioides sub-horrída* Spach می‌باشد. از این رو، *A. communis* L که یک گونه اهلی می‌باشد این احتمال می‌رود که اجداد آن *A. lycioides sub-horrída* Spach باشد. بنابراین در تولید پایه جهت پیوند زدن با بادام اهلی گونه *A. lycioides sub-horrída* Spach می‌تواند نسبت به گونه *A. trichamygdalus* مناسب‌تر باشد.

گونه‌های مورد بررسی با توجه به تجزیه خوشه‌ای و آزمون مقایسه میانگین‌های صفات مورد بررسی (طول کروموزوم، بازوی بلند، بازوی کوتاه، طول نسبی بازوها و شاخص کروموزومی) گونه‌ها براساس روش وارد (شکل ۴)، در دو گروه مجزا تقسیم شدند. در گروه اول گونه‌های *A. lycioides sub-horrída* و *A. communis* L Spach و در گروه دوم گونه‌های *P. persica* L و *A. trichamygdalus* Woronow قرار گرفتند.

گونه‌های *A. trichamygdalus* Woronow و *P. persica* L.

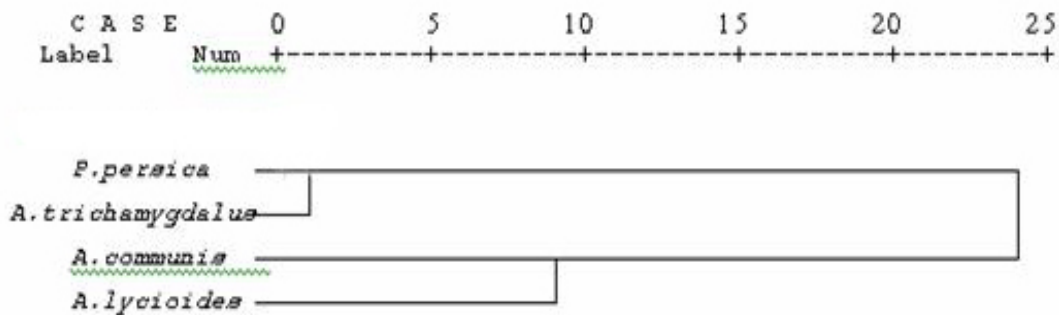
از نظر طول بازوی بلند، طول بازوی کوتاه در یک زیرگروه قرار می‌گیرند و در سایر صفات مثل طول کلی کروموزوم و شاخص سانترومری تقریباً نزدیک هم هستند. از طرف دیگر تجزیه خوشه‌ای بیانگر قرابت گونه‌های *A. trichamygdalus* Woronow و *P. persica* L نسبت به سایر گونه‌های مطالعاتی است (شکل ۴). گونه‌های *P. persica* L و *A. trichamygdalus* Woronow در یک جفت کروموزوم خود دارای کروموزوم ساب متاسانتریک (به ترتیب بر روی جفت کروموزوم شماره ۸ و ۶) می‌باشند. با توجه به این‌که تحقیقات سیتوتاکنونومیکی، می‌تواند کلیدی جهت مشخص کردن قرابت و ارتباط بین گونه‌ها باشد و از طرف دیگر با توجه

جدول ۴- مقایسه میانگین صفات کروموزومی در برخی از گونه‌های زیرجنس *Amygdalus*

گونه	شاخص سانترومری	بازوی نسبی	بازوی کوتاه	بازوی بلند	طول کل کروموزوم
<i>A. communis</i> L,	۴۲/۱۱۷ a	۱/۲۳۶ a	۰/۸۲۵ a	۱/۰۹۲ a	۱/۹۱۸ a
<i>A. lycioides sub-horrída</i> Spach.	۴۲/۲۷۹ a	۱/۳۶۵ a	۰/۹۸۶ b	۱/۲۷۶ b	۲/۲۶۳ b
<i>P. persica</i> L .	۴۲/۵۹۷ a	۱/۳۹۵ a	۱/۰۵۸ c	۱/۴۲۷ c	۲/۴۸۵ c
<i>A. trichamygdalus</i> Woronow.	۴۳/۶۸۸ a	۱/۴۴۰ a	۱/۲۴۱ d	۱/۶۲۳ d	۲/۹۱۹ d

- مقایسه میانگین‌ها براساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن انجام شده

- حروف مشترک دارای اختلاف معنی‌دار نمی‌باشد



شکل ۴- دندروگرام گونه‌های مطالعاتی بادام بر اساس روش وارد

improved technique for counting chromosome in Almond. *Scientia Horticulturae*, 105: 139-143.

- Grigorian, V., 1972. L'embryogenèse chez l'Amandier (*Prunus amygdalus* Batsch) étude comparé de la dormances des graines et de la dormances des bourgerons végétatifs. Ph.D. Dissertation. University of Bourdeaux, Bourdeaux, France, 144 pp.
- Kliphuis, E., and Barkoudah, Y.I., 1977. Chromosome number in some Syrian angiosperms. *Acta Bot. Nederland*, 26: 239-249.
- Sheidai, M., Ahmadian, P. and Poorseyedi, Sh., 2001. Cytological studies in Iran zira from three genera: *Bunium*, *Carum* and *Cuminum*. *Cytologia*, 61: 19-25.
- Singh, R., Singh, A., Koul, A.K., and Wafai, B.A., 1984. Chromosome inventory of some Rosaceous fruits cultivars of Kashmir Valley. *Chrom. Inform. Serv.*, 36: 7-9.
- Soodan, A.S., Koul, A.K., and Wafai, B.A., 1988. Assessment of the germplasm of Rosaceous fruits under cultivation in Kashmir Valley II. Meiotic system and pollen production in almond, peach and their hybrids. *Cytologia*, 53: 665-670.

منابع مورد استفاده

- ایمانی، ع.، ۱۳۷۹. اصلاح بادام. انتشارات معاصر، تهران.
- ثابتی، ح.، ۱۳۵۱. جنگل‌ها، درختان و درختچه‌های ایران، انتشارات سازمان تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی.
- حسام زاده حجازی، م. و ضیایی نسب، م. ۱۳۸۷. بررسی سیتوزنتیکی برخی از جمعیت‌های گونه‌های دیپلوئید جنس *Onobrychis* موجود در بانک ژن منابع طبیعی ایران. تحقیقات ژنتیک و اصلاح گیاهان مرتعی و جنگلی ایران، (۲) ۱۶: ۱۵۸-۱۷۱.
- میرزایی ندوشن، ح. و ندرخانی، ه.، ۱۳۷۹. مطالعه کاریوتیپی جمعیت‌های تتراپلوئید لولیوم. تحقیقات ژنتیک و اصلاح گیاهان جنگلی و مرتعی ایران، ۴: ۸۷-۱۱۵.
- Agayev, Y.M., 1998. Advanced squash methods for investigation of plant chromosomes. Fourth Iranian Congress on Crop Production and Breeding Science, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran. PP. 1-20.
- Agayev, Y.M., 2002. New features in karyotype structure and origin of saffron, *Crocus sativus* L. *Cytologia*, 67: 245-252.
- Gomez, M., Sanchez-Perez, R., Vaknin, Y., Dicenta, F. and Gradziel, T.M., 2005. Short Communication

Cytogenetic studies on four almond subgenera

R. T. Banizi^{*1}, A. Imani², E. Zarifi³, M. Jafaraghaie⁴ and A. Mohamadi⁵

1*– Corresponding author, M.Sc., Karaj Islamic Azad University, Karaj, I.R.Iran. E-Mail: rtavakoli61@gmail.com

2– Assist. Prof., Seed and Plant Improvement Institute (SPII), Karaj, I.R.Iran

3– M.Sc., Seed and Plant Improvement Institute (SPII), Karaj, I.R.Iran

4– Assist. Prof., Seed and Plant Improvement Institute (SPII), Karaj, I.R.Iran

5– Assist. Prof., Karaj Islamic Azad University, Karaj, I.R. Iran.

Received: 08.06.2009

Accepted: 22.11.2009

Abstract

To study the relationship between four wild and domestic species of almond and peach, the karyosystematic studies on the *Amygdalus communis* L., *A. trichamygdalus* woronow, *A. lycioides* spach and *Prunus persica* L. were performed. Root meristem cells were used for the studies. Ten suitable metaphase plates per specimen were selected and photographed. Parameters such as total length of the chromosomes, long arm length, short arm length, and relative length of the arms were estimated. There were significant differences between the studied species. All of the studied species were diploid ($2n=16$). Average size of the chromosomes in the studied species of this genus was 2.43 ± 0.03 micrometer. Also according to the estimated cytological characteristics, *A. communis* L. was similar to *A.lycioides* and *A.trichamygdalus* Woronow, and *Prunus persica* L were highly similar. Finally, the studied species were classified into two groups based on the cytological characteristics.

Keywords: Almond, Karyotype, Chromosome