Archive of SID

مجله علوم و فنون باغبانی ایران جلد ۱۱ شماره ۳ صفحه های ۲۴۷ تا ۲۵۶ (۱۳۸۹)

بررسی سیتوژنتیکی و مورفولوژیکی برخی از گونه‌های بادام[1]

CYTOGENETICAL AND MORPHOLOGICAL ANALYSIS OF SOME ALMOND SPECIES

رضا توکلی بنیزی، علی ایمانی، عیسی ظریفی، محمد جعفر آقایی، عبداله محمدی و منصوره ابراهیمی[2]

چکیده

به منظور بررسی روابط خویشاوندی بین چهار گونه وحشی و اهلی بادام، ارزیابی مورفولوژیکی و سیتولوژیکی روی *Amygdalus lycioides* var. *horrida* Spach ، *A. communis* L. ، *A. corduchorum* Bornm و *A. trichamygdalus* Woronow با استفاده از روش‌های کاریولوژی انجام گرفت. پس از جمع آوری و ثبت ویژگی‌های مورفولوژی بذرهای گونه‌های یاد شده از یاخته های مریستم ریشه آن ها جهت ارزیابی سیتوژنتیکی استفاده شد. در هر نمونه ده صفحه متافازی مناسب که در آن ها مورفولوژی کروموزم‌ها به طور کامل روشن بود انتخاب و عکس برداری شد. کاریوتیپ استاندارد برای گونه‌ها و جمعیت‌ها به طور جداگانه تهیه شد و پارامترهای کروموزم‌ها شامل طول کل کروموزم‌ها، طول بازوی بلند، طول بازوی کوتاه، طول نسبی بازوها و شاخص سانترومری اندازه‌گیری شد. در بین تمامی گونه‌ها تفاوت معنی‌داری وجود داشت. تمام گونه‌های مورد بررسی دوگان (دیپلوئید) بوده و تعداد کروموزم‌ها در تمام گونه‌ها برابر ۲n=۱۶ و عدد پایه کروموزمی در آن ها n=۸ بود. اندازه متوسط کروموزم‌ها در گونه‌های این جنس در ایران ۲/۴۳ میکرون بود. همچنین بین تمامی گونه‌ها و جفت کروموزم‌های همتا یا همولوگ از نظر ویژگی های سیتولوژی اندازه‌گیری شده تفاوت معنی‌دار وجود داشت. از طرف دیگر تشابه و تفاوت بین گونه‌ها بر اساس ویژگی های سیتولوژی (طول کروموزم، بازوی بلند، بازوی کوتاه، طول نسبی بازوها و شاخص سانترومری) بررسی گردید که بر این اساس گونه اهلی *A.communis* L. با *A. lycioides* var. *horrida* Spach بیشترین شباهت را داشتند، این در حالی بود که *A. corduchorum* Bornm و *A. trichamygdalus* Woronow نیز با یکدیگر بیشترین شباهت را داشتند. نتایج یاد شده مطابق با آزمون مقایسه میانگین‌ها به روش دانکن نیز بود و دو گروه کلاس بندی شده به لحاظ سیتولوژی بر اساس ویژگی های فوق با هم متفاوت بودند.

واژه های کلیدی: گونه‌های بادام، سیتوژنتیک، مورفولوژیک.

مقدمه

منابع ژنتیکی یا ذخایر توارثی گیاهی به دلیل اهمیت فراوانی که دارند یکی از ارزشمندترین ثروت‌های ملی و منابع پایه‌ای در هر کشور محسوب می شوند. در کشورهایی مثل ایران به علت محدود بودن منابع آب و خاک زراعی، امکان افزایش سطح زیرکشت بسیار کم است. برای بهره برداری بهینه از همین منابع محدود و

۱- تاریخ دریافت: ۸۸/۸/۱۳ تاریخ پذیرش: ۸۹/۴/۳۰

۲- به ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد (rtavakoli61@gmail.com) دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج، پژوهشگران بخش تحقیقات باغبانی مؤسسه اصلاح و تهیه نهال و بذر، استادیار و کارشناس دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج، کرج، جمهوری اسلامی ایران.

www.SID.ir

Archive of SID

رسیدن به کشاورزی پایدار و امنیت غذایی باید سرمایه گذاری کافی و برنامه ریزی جامعی در این مورد صورت گیرد تا تولید در واحد سطح افزایش یابد. بدون شک امروزه مهمترین و اقتصادیترین راه دستیابی به افزایش تولید در واحد سطح استفاده از ارقام گیاهی اصلاح شده با عملکرد کمی و کیفی مطلوب و سازگار به شرایط محدود زراعی مانند کم آبی، گرما، سرما، شوری، فقر غذائی خاک و مقاوم به بیماری ها و آفات می باشد. دستیابی به چنین ارقامی با ویژگی ها مربوط به خود، تنها از طریق برنامه‌های پژوهشی و استفاده از منابع ژنتیکی گیاهی مقاوم و دارای پتانسیل تولید بالا میسر می باشد. در حال حاضر برنامه های اصلاحی مختلفی در دنیا جهت انتقال برخی از ژن‌های مطلوب از گونه‌های وحشی گیاهان مختلف به گیاهان زراعی انجام شده و یا درحال انجام است. بدون شک موفقیت این برنامه‌های اصلاحی مستلزم در دسترس بودن منابع ژنتیکی اولیه و ژرم پلاسم کافی و متنوع و شناخت کافی از آن ها است که براساس اصول علمی شناسایی و مورد بهره برداری قرار گرفته باشند. در این میان گونه‌های بادام به دلیل داشتن ژن‌های ارزشمند، قابل توجه می‌باشند که در مورد این منابع با ارزش بررسی های کمتری صورت گرفته است (۲). بادام از تیره وردسانان Rosaceae، زیرتیره Prunoideae، جنس *Prunus* و زیرجنس *Amygdalus* می‌باشد که تاکنون بیش از ۳۰ گونه آن در چهار ناحیه جغرافیایی شناسایی شده‌اند (٦). جنس *Prunus* دارای سه زیر جنس *Amygdalus* (بادام وهلو)، *Phoronopora* (آلو و زردآلو) و *Cerasus* (گیلاس و آلبالو) است. سیر تکاملی این گونه‌ها بیشتر در نواحی نیمه خشک و استپی بوده است (۱۱). بادام دارای گونه‌های وحشی فراوانی است که در سرتاسر جنوب غربی در مرکز آسیا از ترکیه و سوریه تا کوه‌های هندوکش و افغانستان پراکنده اند و تاکنون بیش از ۳۰ گونه آن در چهار ناحیه جغرافیایی شناسایی شده اند. برخی گونه‌های مهم بادام که بومی کشور ایران هستند شامل *A.elaeagnifolia* ، *A. scoparea* ، *A. horrida* ، *A. eburnea* ، *A. glauca* ، *A. reticulata* ، *A. hussknechti* ، *A. urumiensis* و *A. lycioides Spach* می‌باشند (٤). امروزه دانش سیتوژنتیک با بررسی هسته یاخته (سلول) و محتویات آن به ویژه بررسی و شمارش کروموزم‌ها و همچنین با بررسی سطوح مختلف چندگانی[1] گیاهان نقش مهمی را در طبقه بندی گیاهان ایفا می نماید. بررسی تفاوت در تعداد کروموزوم ها و سطح چندگانی به عنوان شاهدی برای تلاقی بین گونه ای و برای دورگه های سوماتیکی به دست آمده از ادغام یاخته ای به کار می رود (۱۰). از ویژگی های مورفولوژیکی کروموزوم ها می توان به شباهت و تفاوت بین گونه‌ها پی برد و در برنامه های اصلاحی از ترکیب ژن های گونه‌های نزدیک به هم سود جست (۱، ۳، ۱۲). به طور کلی بررسی های سیتوژنتیکی اطلاعات مفیدی را از سیر تکاملی گیاه و تعیین خویشاوندی گونه‌ها می دهد (١٤). با بررسی کروموزم‌های بادام (*A. communis* L.) تعداد آن ها ١٦ عدد، به صورت دوگان و متقارن از نوع متاسانتریک گزارش شده است (۱۳). نتایج بررسی بر روی سه گونه بادام (*A. lycioides* Spach , *A. communis* L. و *A. trichamygdalus* Woronow و یک گونه هلو *A. persica* L.) نشان داد که تمامی گونه‌های بررسی شده از نوع دوگان، دارای ١٦ عدد کروموزم بودند و به لحاظ تشابه کاریوتیپیکی دو گونه *A. communis* L. و *A. lycioides* Spach در یک مجموعه و دو گونه *A. trichamygdalus* Woronow و *A. persica* L. در مجموعه دیگر خوشه بندی شدند توکلی و همکاران (۱۵). بررسی تنوع ژنتیکی ۱۲ توده بادام وحشی استان اصفهان نشان داد که هم در داخل گونه و هم در بین توده های بادام وحشی تنوع به نسبت بالایی مشاهده می شود. بر اساس میانگین ضریب‌های تشابه درون گونه ای، گونه *A. haussknechti* Bornm از گوناگونی بیشتری نسبت به دیگر گونه‌ها برخوردار بودند

۱- Polyploidy

www.SID.ir

Archive of SID

ولی در مورد گوناگونی بین گونه ای بیشترین فاصله ژنتیکی بین گونه *A. haussknechtii* Bornm و *A. lycioide*s Spach تشخیص داده شد (۵). هدف بررسی سیتوژنتیکی ومورفولوژیکی برخی از گونه‌های وحشی و اهلی بادام در این پژوهش طبقه بندی گونه‌های بررسی شده بر اساس ویژگی های سیتولوژیکی و تعیین میزان ارتباط آن با ویژگی های مورفولوژیکی بوده است.

مواد و روش ها

بذرهای مورد بررسی شامل *Amygdalus lycioides* var. *horrida* Spach, *A. communis* L., *A. corduchorum* Bornm , *A. trichamygdalus* Woronow, به ترتیب از شهرستان های کرج (ارتفاعات البرز)، سمیرم، فریدون شهر و کرج جمع آوری گردید. جهت ارزیابی مورفولوژی و سیتولوژی از درختان بالغ در تابستان ۱۳۸٦ استفاده شد.

1. *Amygdalus communis* L.

بادام معمولی (بادام شیرین) درختی بی خار و با شاخه های کوتاه صاف و سبز تیره است که رفته رفته به رنگ قهوه ای تیره در می‌آید (٤).

2. *Amygdalus lycioides* var.*horrida* Spach

بادام کوهی، بادام خارآلود یا تنگرس در دامنه های جنوب البرز دره کرج و شهرستانک، رودبار، شاهرود، دامغان، ارتفاعات کرمانشاه از بیستون تا قصر شیرین، لرستان، اصفهان، یزد و کرمان دیده می شود. در کرمان تا ۲۹۰۰ متر ارتفاع از سطح دریا می روید (٤).

3. *Amygdalus trichamygdalus* Worom

بادام مخملی در آذربایجان غربی در سردشت و بین ارومیه و نقده و دره قاسملو در ارتفاع ۱۵۹۰ متر ارتفاع از سطح دریا و ارتفاعات زاگرس سمیرم می روید (٤).

4. *Amygdalus corduchorum* Bornm

بادام رواندوزی یا چغالک به صورت درختچه، به ارتفاع ۰/۵ تا ۱ متر، تا حدودی خاردار است (٤).

ویژگی های مورفولوژیکی گونه‌های بادام مورد بررسی در این پژوهش بر اساس توصیفگر بادام مورد بررسی قرار گرفت (۹). جهت بررسی سیتولوژیکی از هر گونه ۱۰ نمونه بذر انتخاب گردید. برای شکستن خفتگی بذرهای انتخابی، به مدت ۲٤ ساعت در آب مقطر خیسانده شدند و به دنبال آن درون گلدان‌های دو طبقه کاشته شدند. پس از برداشت مریستم‌های نوک ریشه‌ای، ریشه‌ها با محلول ۰/۰۰۲ مولار ۸- هیدروکسی کینولین[۱] به مدت سه ساعت در درون یخچال با دمای چهار درجه سلسیوس، پیش تیمار شدند. سپس ریشه‌ها به مدت نیم ساعت با آب مقطر شستشو داده شدند و در محلول لویتسکی (یک قسمت اسید کرومیک ۱٪ و یک قسمت فرمالدئید ۱۰٪) به مدت ٤۸-۳٦ ساعت در دمای چهار درجه سلسیوس جهت تثبیت کروموزم‌ها نگه داشته شدند. سپس ریشه‌ها به مدت ۳ ساعت توسط آب شسته شدند. جهت هیدرولیز ریشه ها از محلول هیدروکسید سدیم یک نرمال به مدت ۱۰ دقیقه استفاده شد. پس از پایان این مدت ریشه‌ها به مدت نیم ساعت با آب مقطر شستشو داده شدند و ریشه‌ها با استفاده از استوآیرون هماتوکسیلین[۲] با روش آقایف (۷، ۸) رنگ آمیزی شدند. سپس نمونه ها در دمای ۳۵-۳۰ درجه سلسیوس به مدت ۱٦ ساعت نگهداری شدند. برای حل شدن دیواره یاخته ها از آنزیم سیتاز به مدت ۲ ساعت در دمای اتاق استفاده شد. در مرحله اسکواش برای تهیه نمونه، استیک اسید ٤۵٪ را

۱- 8-Hydroxy quinolin ۲- Aceto-Iron-Hematoxline

www.SID.ir

Archive of SID

روی یک لام ریخته و پس از گذاردن نوک ریشه روی آن، لامل روی آن گذارده شد. دایمی کردن نمونه‌ها با فاز گازی نیتروژن مایع به مدت ۵-۳ دقیقه انجام شد و با ریختن چند قطره چسب انتلان روی نمونه، آماده عکسبرداری شد. اندازه‌گیری کروموزم‌های به دست آمده از عکسبرداری با استفاده از نرم افزار میکرومژر[۱] و اکسل صورت گرفت. تجزیه پارامترهای به دست آمده از کروموزم‌ها با استفاده از نرم‌افزارهای مینی تب و SPSS انجام شد و در نهایت طراحی کاریوگرام کروموزم‌ها با استفاده از اکسل صورت گرفت.

نتایج و بحث

ویژگی های گونه‌های بادام مورد بررسی در این پژوهش از نظر مورفولوژیکی و سیتولوژیکی بررسی و در زیر ارایه شده است:

ویژگی‌های مورفولوژیکی

بادام معمولی (*Amygdalus communis* L.) شاخه های آن با ساقه زاویه حاده و یا قائمه تشکیل می داد. برگ‌های آن تخم مرغی، نیزه ای تا بیضی، با انتهای کشیده یا کند و قاعده ای گوه‌ای یا گرد، به تقریب چرمی، روی آن صاف و پشت آن خزی و حاشیه آن دندانه دار اره‌ای و ابعاد آن ۹-۱۲×۳ سانتی‌متر بود و دمبرگ آن ۳-۲ سانتی‌متر طول داشت و دارای ۳-٤ غده بود. گل ها سفید یا صورتی و درشت در حدود ٤ سانتی‌متر بود و پایک آن ٥ میلی‌متر طول داشت. بادام کوهی (*A. lycioides* var. *horrida* Spach) به صورت درختچه ای با شاخه های زیاد و خارهای سفید مایل به خاکستری و برگ‌هایش نیزه‌ای خیلی باریک، نوک تیز و بدون دمبرگ بود و طول آن به ۳ سانتی‌متر می رسید. بادام مخملی (*A. trichamygdalus* Woronow) درختچه‌ای بی‌خار با شاخه های قطور صاف و متعدد بود. در جوانی سبز و سپس به رنگ قهوه‌ای سبز و قهوه‌ای سرخ و خاکستری در می آمد و دارای عدسک‌های متعدد شیری رنگ و جوانه های درشت گرد بود. این گونه برگ هایش چرمی، بیضی شکل، با نوک تیز و قاعده گوه‌ای یا به تقریب گرد و حاشیه‌ای با دندانه‌های هلالی و غده‌ای کوچک بود. روی برگ سبز رنگ، صاف و رگبرگ میانی آن شیاردار و رگبرگ‌های شبکه ای داشت و پشت آن کمی دارای کرک های نقره ای رنگ بود. ابعاد برگ ٤-٥/٣×٣-٢ سانتی‌متر بود. دمبرگ آن قطور به طول ٥ میلی‌متر و ٣- ١ غده زرد رنگ داشت. بادام رواندوزی یا چغالک (*A. corduchorum* Bornm) دارای شاخه های جوان باریک کمی کرک‌دار که بعد به تدریج به طور کامل کرک‌دار می شد. شاخه های سال گذشته آن قهوه‌ای متمایل به خاکستری، برگ‌ها نیزه‌ای کشیده یا واژ تخم مرغی کشیده، به طول ١٥ تا ٤٠ و عرض ٣ تا ٦ میلی‌متر، قاعده تا حدودی نوک تیز یا نوک باریک، سطح فوقانی برگ دارای کرک های پراکنده یا بدون کرک، سطح تحتانی دارای کرک‌های پراکنده، حاشیه برگ ساده یا با دندانه هلالی و یا اره‌ای، فاقد دمبرگ. گل به قطر١٠ تا ١٥ میلی‌متر، صورتی و بدون دمگل بود.

ویژگی های میوه چهار گونه یاد شده در جدول ١ آورده شده است.

١- Micromeasure

www.SID.ir

Archive of SID

جدول۱- ویژگی های مورفولوژیکی میوه گونه‌های بادام مورد بررسی در این پژوهش.

Table 1. Fruit morphological characteristics of almond species used in this experiment.

ویژگی های اندازه‌گیری شده Trait	*A .corduchorum* Bornm	*A .lycioides* var. *horrida* spach	*A. trichamygdalus* Woronow	*A.communis* L.
شکل میوه خشک Nut shape	گرد Round	گرد مایل به بیضی Round to ovate	تخم مرغی Ovate	تخم مرغی-کشیده Long-ovate
عرض میوه خشک(سانتی‌متر) Nut wide (cm)	1.11	1.02	1.29	1.6
ضخامت میوه خشک(سانتی‌متر) Nut diameter (cm)	0.77	0.75	0.78	1.02
وزن میوه خشک Nut Weight	0.31	0.27	0.51	1.09
سختی پوسته هسته Hard shell	سخت Hard	سخت Hard	سخت Hard	به نسبت سخت Semi hard
رنگ پوسته هسته Shell color	قهوه ای روشن Light brown	قهوه ای Brown	قهوه ای تیره Dark brown	قهوه ای روشن Light brown
نقوش پوسته هسته Shell pores	دانه ای – تراکم کم Low density point	به نسبت صاف با شیار های خفیف Smooth relative with split low	دانه ای با تراکم متوسط Average density point	دانه ای – تراکم متوسط Average density point
درز پوسته هسته Shell split	1	1	ندارد No	ندارد No
دوام پوسته هسته Shell stable	پایدار Stable	پایدار Stable	پایدار Stable	پایدار Stable
اندازه مغز Kernel size	ریز Small	ریز Small	متوسط Medium	به نسبت درشت Medium to large
وزن مغز Kernel weight (g)	0.1	0.12	0.17	0.26
رنگ اصلی مغز Kernel color	قهوه ای Brown	قهوه ای Brown	قهوه ای تیره Dark brown	قهوه ای Brown
ضخامت مغز (سانتی‌متر) Kernel diameter (cm)	0.48	0.54	0.46	0.55
طول مغز (سانتی‌متر) Kernel length (cm)	1.02	1.04	1.5	1.83
عرض مغز (سانتی‌متر) Kernel width (cm)	0.54	0.69	0.83	1.02
چین و چروک مغز Kernel rough	چین و چروک با تراکم متوسط Average density split	چین و چروک زیاد High rough	چین و چروک با تراکم متوسط Average density split	چین و چروک با تراکم به نسبت بالا Average density split
میزان کرک مغز Kernel cork	ریز کرک با تراکم زیاد Small & high density	ریز کرک با تراکم به نسبت زیاد Small & medium to high	تراکم بالای کرک High density	کرک ریز و زیاد Small & high
دو قلوئی مغز Double kernel	–	–	–	–

www.SID.ir

Archive of SID

ویژگی‌های سیتولوژیکی

نوع کروموزم‌ها از لحاظ محل سانترومر و همچنین تعداد ماهواره‌ها در گونه‌های مورد بررسی به عنوان یک کلید جهت تمایز گونه‌ها از هم استفاده شده است. بررسی‌های سیتولوژیکی نشان داد که ٤ گونه جنس بادام , *Amygdalus lycioides* var. *horrida* Spach, *A. communis* L., *A. trichamygdalus* Woronow *A. corduchorum* Bornm همگی دوگان و دارای ١٦ کروموزم بودند که موافق با گزارش‌های قبلی (١٥). مارتینز گومز و همکاران (١٣) است. نتایج به دست آمده از بررسی‌های کروموزمی گونه‌های مورد بررسی در جدول های ٢ و ٣ و شکل‌های ١ و ٢ ارایه شده است.

جدول ٢- تعداد کروموزم و تشریح کاریوتیپ مربوط به گونه‌های بادام.

Table 2. Chromosome number and karyotype description of the almond species.

گونه Species	تعداد کروموزم Chromosome number	نوع کاریوتیپ Karyotipic description	دامنه اندازه (میکرومتر) Lenght range (μm)
A.communis	2n=2x=16	10m+2m (sc[1])+4sm	1.51-2.68
A.lycioides var. *horrida* Spach	2n=2x=16	12m+2m (sc)+2sm	1.82-3.03
A. trichamygdalus Woronow	2n=2x=16	10m+4m (sc)+2sm	1.89-4.7
A. corduchoruom	2n=2x=16	10m+4m (sc)+2sm	1.86-3.73

جدول٣- ویژگی های کاریوتیپی اندازه‌گیری شده مربوط به گونه‌های بادام.

Table 3. Morphometric parameters of the karyotypes in the almond species.

گونه Species	مجموع اندازه کروموزم‌ها (نیمگان) (میکرومتر) Haploid complement (μm)	بازوی بلند (میکرومتر) Long arm (μm)	بازوی کوتاه (میکرومتر) Short arm (μm)	بازوی نسبی (L/S) (میکرومتر) Arm ratio (μm)	شاخص سانترومری (درصد) CI (μm)	L%	S%
A.communis	15.36	1.92	1.09	1.39	42.82	56.77	43.2
A.lycioides var. *horrida* Spach	18.08	2.26	1.28	1.33	43.69	56.64	43.36
A. trichamygdalus Woronow	23.36	2.92	1.62	1.4	42.12	55.48	44.52
A. corduchorum	20.64	2.58	1.45	1.37	42.60	54.06	20.64

L/S= Long arm/ Short arm =نسبت بازوی بلند به بازوی کوتاه کروموزم; CI=(S/L+S ×100) ; L%, S% = = شاخص هایی جهت تعیین سهم هر بازوی کروموزم به طول کروموزم نشان می دهد. L/ (L+S) ×100

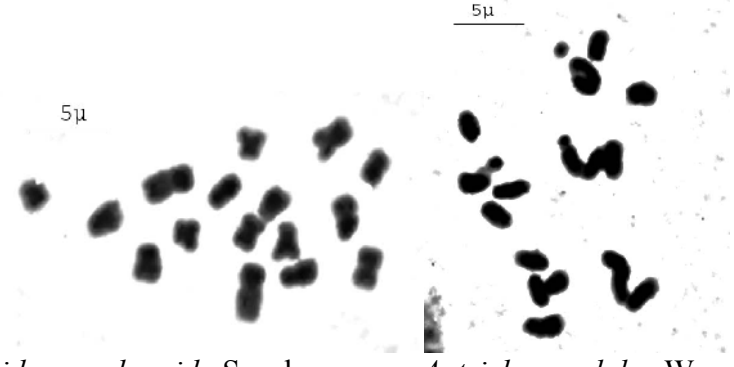
در *A. communis* L. از مجموع ٨ جفت کروموزم، یک جفت کروموزم بزرگ مشاهده گردید. ماهواره‌ها در یک جفت از کروموزم‌ها قرار داشت و روی جفت کروموزم شماره ٢ واقع در انتهای بازوی کوتاه مشاهده گردید (شکل٢).

١- Secondry constriction

www.SID.ir

Archive of SID

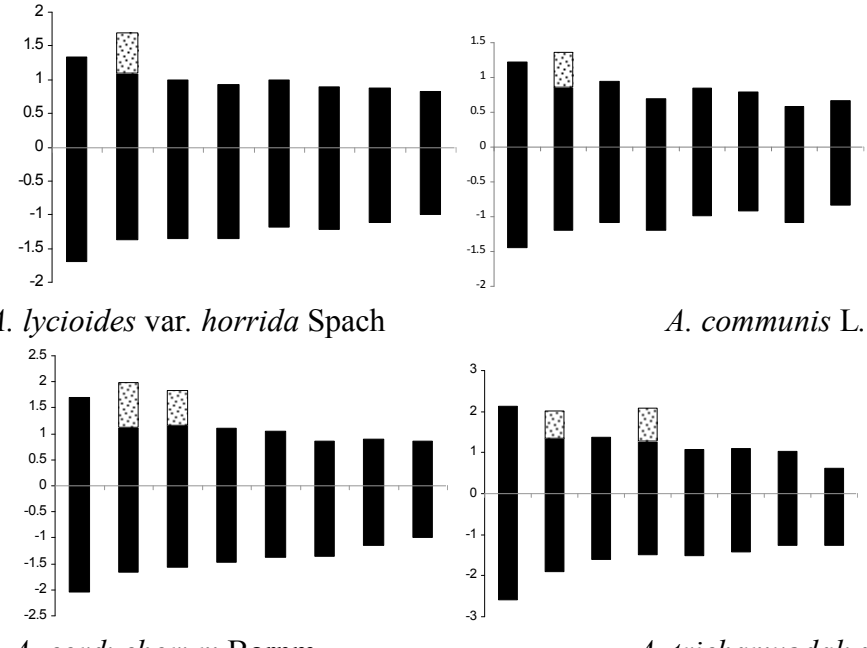
A. communis L. *A .corduchorum* Bornm



A. lycioides var. *horrida* Spach *A. trichamygdalus* Woronow

Fig 1. Chromosomes of almond species in mitotic metaphase.

شکل۱- کروموزوم های گونه های مختلف بادام در متافاز میتوز.



A. lycioides var. *horrida* Spach *A. communis* L.

A .corduchorum Bornm *A. trichamygdalus* Woronow

Fig. 2. Miotic metaphase idiogram of almond species.

شکل ۲- ایدیوگرام متافاز میتوزی گونه‌های بادام.

همچنین کروموزم‌های همولوگ شماره ٤ و ۷ به صورت ساب‌متاسانتریک و بقیه کروموزم‌ها به صورت متاسانتریک دیده شدند (جدول ۲). دامنه اندازه کروموزم‌ها از ۲/٦۸-۱/۵۱ میکرومتر متغیر بود. میانگین طول کل

www.SID.ir

Archive of SID

کروموزم‌های نیمگان ۱/۹۲ میکرومتر و میانگین طول بازوی بلند به بازوی کوتاه در این گونه ۱/۳۹ میکرومتر برآورد گردید (جدول ۳). در *A. lycioides* var. *horrida* Spach از مجموع ۸ جفت کروموزم، یک جفت کروموزم بزرگ و دو جفت کروموزم ریز مشاهده گردید. ماهواره‌ها در یک جفت از کروموزم‌ها و روی جفت کروموزم شماره ۲ واقع در انتهای بازوی کوتاه قرار داشت. همچنین کروموزم همولوگ شماره ٤ به صورت ساب‌متاسانتریک و بقیه کروموزم‌ها به صورت متاسانتریک بودند (جدول ۲). دامنه اندازه کروموزم‌ها بین ۳/۰۳–۱/۸۲ میکرومتر متغیر بود. میانگین طول کل کروموزم‌های نیمگان ۲/۲٦ میکرومتر و میانگین طول بازوی بلند به بازوی کوتاه در این گونه ۱/۳۳ میکرومتر برآورد گردید (جدول ۳). در *A. trichamygdalus* Woronow از مجموع ۸ جفت کروموزم، یک جفت کروموزم بزرگ و یک جفت کروموزم ریز مشاهده گردید. ماهواره‌ها در دو جفت از کروموزم‌ها و روی جفت کروموزم‌های شماره ۲ و ٤ واقع در انتهای بازوی کوتاه قرار داشت (شکل ۲). همچنین کروموزم همولوگ شماره ۸ به صورت ساب‌متاسانتریک و بقیه کروموزم‌ها به صورت متاسانتریک بودند (جدول ۲). دامنه اندازه کروموزم‌ها ٤/۷۰–۱/۸۹ میکرومتر متغیر بود. میانگین طول کل کروموزم‌های نیمگان ۲/۹۲ میکرومتر و میانگین طول بازوی بلند به بازوی کوتاه در این گونه ۱/٤۰ میکرومتر برآورد گردید (جدول ۳). در *A. corduchorum* Bornm از مجموع ۸ جفت کروموزم، یک جفت کروموزم بزرگ و یک جفت کروموزم ریز مشاهده گردید. ماهواره‌ها در دو جفت از کروموزم‌ها و روی جفت کروموزم‌های شماره ۲ و ۳ واقع در انتهای بازوی کوتاه قرار داشتند. همچنین کروموزم همولوگ شماره ٦ به صورت ساب‌متاسانتریک و بقیه کروموزم‌ها به صورت متاسانتریک بودند (جدول ۲). دامنه اندازه کروموزم‌ها از ۱/۸٦–۳/۷۳ میکرومتر متغیر بود. میانگین طول کل کروموزم‌های نیمگان ۲/۵۸ میکرومتر و میانگین طول بازوی بلند به بازوی کوتاه در این گونه ۱/۳۷ میکرومتر برآورد گردید (جدول ۳).

آزمون مقایسه میانگین های گونه‌ها بر اساس دانکن در جدول ٤ نشان می دهد که *A. trichamygdalus* Woronow در تمامی ویژگی های ارزیابی شده (طول کروموزوم، بازوی بلند، بازوی کوتاه، طول نسبی بازوها و شاخص کروموزومی) نزدیک به *A. corduchorum* Bornm قرار گرفته است. همچنین این دو گونه دارای دو جفت ماهواره و یک جفت کروموزوم ساب‌متاسانتریک نیز می‌باشند که *A. corduchorum* Bornm در جفت کروموزوم شماره ٦ خود دارای کروموزوم ساب‌متاسانتریک بوده در حالی که *A. trichamygdalus* Woronow روی جفت کروموزوم شماره ۸ خود به صورت ساب‌متاسانتریک است. از طرف دیگر ویژگی های مورفولوژیکی *A. corduchorum* Bornm و *A.trichamygdalus* Woronow نشان می دهد که دو گونه به لحاظ سختی پوسته هسته، ضخامت مغز، چین و چروک مغز و ضخامت میوه خشک مشابه یکدیگر می‌باشند ولی در ویژگی هایی نظیر طول، عرض و وزن مغز، شکل و وزن میوه خشک، سختی، رنگ، نقوش و درز پوسته هسته همبستگی با مورفولوژی کروموزم های دو گونه یاد شده ندارد.

A. communis L. و *Amygdalus lycioides* var. *horrida* Spach افزون بر ویژگی هایی مانند بازوی نسبی و شاخص سانترومری که در یک زیر مجموعه قرار گرفته اند در ویژگی هایی مانند طول کلی کروموزوم، بازوی بلند، بازوی کوتاه در زیر مجموعه های جداگانه ولی مجاور یکدیگر قرار گرفته‌اند که نشانگر شباهت کروموزومی در بین کروموزوم های این دو گونه است. با مقایسه طول کلی کروموزوم، طول بازوی بلند، طول بازوی کوتاه این دو گونه، ملاحظه می شود که هر دو گونه به لحاظ ویژگی های فوق نسبت به گونه‌های دسته دیگر از اندازه کوتاهتری برخوردار هستند (جدول٤).

www.SID.ir

Archive of SID

جدول٤- مقایسه گونه‌های مورد بررسی به لحاظ ویژگی های کروموزمی بر اساس آزمون دانکن.

Table 4. The comparison of the chromosome traits base on Duncan test in almond species.

گونه Species	ویژگی ها Traits				
	طول کل کروموزم (میکرومتر) Chromosome length (µm)	بازوی بلند (میکرومتر) Long Arm (µm)	بازوی کوتاه (میکرومتر) Short Arm (µm)	بازوی نسبی (L/S) (میکرومتر) Arm Ratio (µm)	شاخص سانترومری (درصد) CI
Amygdalus communis L.	1.9182a	1.0923a	0.8259a	1.3259a	42.1174a
A. lycioides var. *horrida* Spach	2.2631b	1.2768b	0.9863b	1.3653a	42.2798a
A.corduchorum Bornm	2.5771c	1.4488c	1.0951c	1.3987a	42.8184a
A. trichamygdalus Woronow	2.9196d	1.6236d	1.2410d	1.4402a	43.6880a

در هر دوی آن ها بر روی جفت کروموزوم شماره ۲ آن ها ماهواره است. از طرفی در هر دو گونه یک جفت کروموزوم ساب‌متاسانتریک روی جفت کروموزوم شماره ٤ آن ها دیده می شود. نتایج به دست آمده به لحاظ کاریوتیپیک با نتایج مارتینز گومز و همکاران (۱۳) مبنی بر این که تمام کروموزم ها از نوع متاسانتریک بوده و به صورت متقارن می‌باشند، مغایرت دارد. از طرف دیگر ویژگی های مورفولوژیکی *A.communis* L. و *A. lycioides* var. *horrida* Spach نشان می دهد که هر دوی آن ها به لحاظ سختی پوسته هسته، ضخامت مغز، چین و چروک مغز و میزان کرک مغز مشابه یکدیگر می‌باشند ولی در ویژگی هایی مانند طول، عرض و وزن مغز، شکل و وزن میوه خشک، رنگ، نقوش و درز پوسته هسته همبستگی با مورفولوژی کروموزم‌های دو گونه یاد شده ندارد. مقایسه پژوهش های سیتوتاکسونومیکی و مورفولوژیکی، می‌تواند کلیدی جهت مشخص کردن خویشاوندی و ارتباط بین گونه‌ها باشد. با توجه به اهمیت پایه‌های بادام برای پیوند با گونه‌های اهلی، تشابه کروموزمی دو گونه یاد شده ممکن است بیانگر شباهت های ژنی آن ها نیز باشد، از این رو *A. lycioides* var. *horrida* Spach می‌تواند به عنوان یک پایه مناسب جهت پیوند با گونه اهلی (*A.communis* L.) مورد استفاده قرار گیرد.

گروه بندی گونه‌های مورد بررسی بر اساس ویژگی های سیتولوژیکی (طول کروموزوم، بازوی بلند، بازوی کوتاه، طول نسبی بازوها و شاخص کروموزومی) با استفاده از روش تجزیه کلاستر به روش وارد[۱] صورت گرفته است (شکل۳). دندروگرام به دست آمده، گونه‌های مورد بررسی را در دو گروه مجزا قرار می دهد. در گروه اول *A. communis* L. و *A. lycioides* var. *horrida* Spach و در گروه دوم *A. corduchorum* Bornm و *A. trichamygdalus* Woronow قرار گرفتند. با توجه به دو کلاس به دست آمده، از تلاقی گونه‌های گروه اول (*A. communis* L. و *A. lycioides* var. *horrida* Spach) با گونه‌های موجود در کلاس دوم (*A. trichamygdalus* Woronow و *A. corduchorum* Bornm)، می توان از تنوع و هتروزیس ایجاد شده در برنامه های بهنژادی و تولید گونه‌هایی با ویژگی های جدید استفاده کرد.

۱- Ward's method

www.SID.ir

Archive of SID

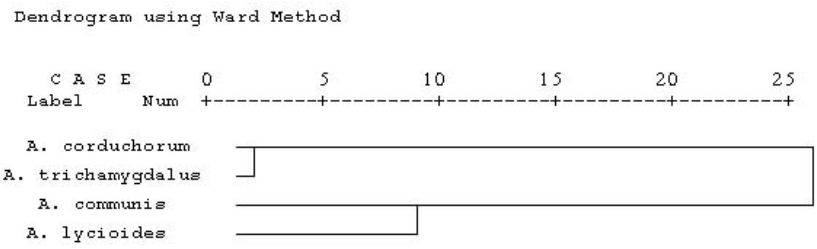


Fig. 3. Dendrogram of studied species based on Ward's method.

شکل۳- دندروگرام گونه‌های مورد بررسی بادام بر اساس روش وارد.

REFERENCES منابع

۱. احمدیان تهرانی، پ. ۱۳۷٦. سیتوژنتیک کروموزم در حال تقسیم، توارث و تکامل. انتشارات دانشگاه تهران. صفحه ٤١٥.

۲. ایمانی، ع. ۱۳۷۹. اصلاح بادام. انتشارات فرهنگ معاصر. صفحه های ۱۵۸-۱٦۱.

۳. بخشی خانیکی، غ. ۱۳۸۳. سیتوژنتیک گیاهی. انتشارات پیام نور. صفحه ۳۱۳-۳۱۷.

٤. ثابتی ، ح. ۱۳۸۲. جنگل ها و درختچه های ایران. مرکز انتشارات دانشگاه علوم و صنعت ایران.

۵. کدخدائی،س.، د. طبائی عقدائی، و. گریگوریان، م.مقدم و م. مدرس هاشمی. ۱۳۸۱. بررسی گوناگونی ژنتیکی توده های وحشی بادام استان اصفهان با استفاده از نشانگرهای RAPD، مجله علوم وفنون باغبانی ایران ۳٦-۲۵: ۳.

۶. مظفریان، و. ۱۳۸۴. درختان و درختچه های ایران. انتشارات فرهنگ معاصر. صفحه۶۴۴.

7. Agayev, Y.M. 1998. Advanced squash methods for investigation of plant chromosomes. Fourth Iran. Cong. Crop Prod. Breed. Sci. Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran. 1-20.

8. Agayev, Y.M. 2002. New features in karyotype structure and origin of saffron, *Crocus sativus* L. Cytologia 67:245-252.

9. Anonymous. 1984. Almond Descriptors. IBPGR, International Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italy.

10. Buchan, J.C. and R. L.Curley. 1998. Nodulation and nitrogen fixation in sainfoin (*Onobrychis sativa* L.) as influenced by strains of *Rhizobia*. Montana State Agr. Export Standard Bull. 627:3-7.

11. 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 p.

12. Martinez Gomez, P., R. Sanchez-Perez, Y. Vaknin, F. Dicenta, T.M. Gradziel. 2005. Improved technique for counting chromosome in almond. Sci. Hort. 105:139-143.

13. Lewis, H.L. 1980. Polyploidy in species. In: W.H. Lewis (ed.). Polyploidy. Basic Life Sci. 65-90.

14. Sheidai, M., P. Ahmadian and S. Poorseyedi. 2001. Cytological studies in Iran zira from three genera: *Bunium*, *Carum* and *Cuminium*. Cytologia 61:19-25.

www.SID.ir

Archive of SID

15. Tavakoli, R., E. Zarifi, A. Imani and M. Jafaraghaee. 2009. Investigation of cytogenetic in some of almond species and peach in Iran. V Int. Symp. Pistachios and Almonds. Sanliurfa, Turkey (Abst.).

www.SID.ir

Archive of SID

Iranian Journal of Horticultural Science and Technology 11 (3): 247-256 (2010)

CYTOGENETICAL AND MORPHOLOGICAL ANALYSIS OF SOME ALMOND SPECIES

TAVAKOLI R. A. IMANI, E.ZARIFI M. JAFARAGHAIE A.MOHAMMADI AND M.EBRAHIMI[1]

To study the relationship between four wild and domestic species of almond, the karyosistematic and morphologic assessments on the *A. communis* L., *A. corduchoruom* Bornm, *A. trichamygdalus* Woronow and *A. lycioides v*ar. *horrida* Spach were performed by the karyological methods. After collecting and recording the seeds morphological features, the meristem cells of the root tip was used for cytological assessments. In each specimen, ten suitable metaphase plates were chosen and photographed until the morphology of the chromosomes was completely obvious. The standard karyotype was prepared for the species separately and the parameters of the chromosomes including the complete length of the chromosomes, the length of the long arm, the relative of the length long arm to short arms (AR) etc. were calculated. There was significant difference between all of the species that can be employed to recognize the species. All of the studied species were diploid and the numbers of the chromosomes was 2n=16. The base number of the chromosomes in all of the species was X=8. Average size of chromosomes in species of this genus was 2.42 micrometer. *A.communis* L. had the most similarity with the species of *A. lycioides* Var. *horrida* Spach. *A. trichamygdalus* Woronow and *A. corduchoruom* Bornm. also had the most similarity with each other. Finally, the studied species were classified in two groups cytologically. These results were consistent with mean comparison test based on Duncan's method. The two groups were different in cytologically traits terms.

Keywords: Cytogenetic, Morphologic, Wild species of almond.

1. Graduate Student (rtavakoli61@gmail.com), Karaj Azad University, Researches, Department of Horticulture, Seed and Plant Improvement Institute, Assistant Professor, Karaj Azad University, Karaj, I.R. Iran.

www.SID.ir