

بررسی ویژگی‌های کاربولوجیکی در چند جمعیت از گونه *Papaver fugax* مناطق مختلف شمال غرب ایران

Investigation of karyological characteristics in several populations of *Papaver fugax* in North western of Iran

زهرا تقی‌پور^{*}، رسول اصغری زکریا^۱

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران

Taghipour Z^{*1}, Asghary zakaria R¹

1- MSc Student, Associate Professor, Department of Agronomy and plant breeding, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran

* نویسنده مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: ztaghipour22@yahoo.com

(تاریخ دریافت: ۹۵/۳/۴ - تاریخ پذیرش: ۹۵/۱۰/۲۶)

چکیده

خانواده خشخاش از لحاظ ویژگی‌های دارویی و همچنین ارزش‌های غذایی اهمیت زیادی دارد و در طب سنتی و مدرن از آن استفاده‌های بسیاری می‌شود. از ویژگی‌های اصلی جنس *Papaver* سنتز آلکالوئیدهای مختلف با ترکیبات بسیار پیچیده است. گونه *Papaver fugax* به صورت خودرو در رویشگاه‌های شمال غرب کشور وجود دارد. از آنجایی که اطلاعات کمی درباره وضعیت سیتوژنتیکی این جمعیت‌ها موجود است، این تحقیق به منظور مطالعه ویژگی‌های کاربولوجیکی شش توده خشخاش با استفاده از رنگ آمیزی مریستم انتهایی ریشه با استو-فریک-هماتوکسیلین انجام شد. از مریستم نوک ریشه پس از پیش تیمار، تثبیت، هیدرولیز و رنگ آمیزی، انتخاب صفحه گسترش متافازی مناسب صورت گرفت و از نمونه‌ها با فتومیکروسکوپ عکس برداری شد. ویژگی‌های کروموزومی شامل تعداد و طول کروموزوم، طول بازوی بلند و کوتاه، طول کل مجموعه کروموزومی، شاخص نسبت بازو و طول نسبی کروموزوم‌ها بر اساس میاتگین شش سلول متافازی مختلف اندازه‌گیری شدند. نتایج نشان داد که هر شش توده دیپلوئید ($2n=2x=14$) بوده و کاربوتیپ آن‌ها از شش جفت کروموزوم ساب‌متاساتریک و یک جفت کروموزوم متاساتریک تشکیل شده است که بر انتهای بازوی کوتاه کروموزوم شماره یک دارای ماهواره هستند. بر اساس جدول تقارن کاربوتیپی استیبیز کاربوتیپ شش توده مورد مطالعه در گروه ۳A قرار گرفتند که نشانگر متقارن بودن کاربوتیپ این جمعیت‌ها است.

واژه‌های کلیدی

سیتوژنتیک

کاربوتیپ

کروموزوم

Papaver fugax

گونه‌هایی که از لحاظ پارامترهای سیتوژنتیکی و خصوصیات کاربوتیپی بهم شبیه هستند در روابط بین گونه‌ای نیز قرابت بیشتری داشته و در صورت وجود صفات مطلوب در این گونه‌ها، امکان تلاقی بین گونه‌ای برای جمع‌آوری ژن‌های مطلوب وجود خواهد داشت (Hashemzadeh Hejazi and Ziaei Nasab 2006). بررسی تفاوت در تعداد کروموزوم، مورفولوژی آن و همچنین تفاوت سطح پلوئیدی به عنوان شاهدی برای تلاقی بین گونه‌ای و هیبرید سوماتیکی حاصل از ادغام سلولی بکار می‌رود. در بیان اهمیت مطالعات کاربوتیپی یادآوری این نکته لازم است که مورفولوژی کروموزوم می‌تواند به عنوان یکی از مفیدترین معیارها جهت بررسی روابط تاکسونومیکی باشد (Stebbins 1971). پیشرفت سیتوژنتیک مولکولی و امکان استفاده از نرم‌افزارهای کامپیوتری و آنالیز تصویری مربوط به اندازه‌گیری کروموزوم‌ها و روش‌های نوآرندگی باعث افزایش اطلاعات سیتوژنتیکی شده‌اند. پژوهش حاضر به منظور بررسی ویژگی‌های کاربوتیپی گونه *P. fugax* از قبیل تعداد، اندازه و شکل کروموزوم‌ها، شاخص نسبت بازو، تعداد و اندازه کروموزوم‌های ماهواره‌دار و شاخص‌های تقارن کاربوتیپ انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

در این بررسی، بذر شش توده مختلف از گونه *Papaver fugax* از مناطق شمال غرب کشور جمع‌آوری و ویژگی‌های کاربوتیپی آنها در آزمایشگاه سیتوژنتیک دانشکده کشاورزی دانشگاه محقق اردبیلی مورد مطالعه قرار گرفت. بدین ترتیب که از هر جمعیت تعدادی بذر انتخاب شده و بر روی کاغذ صافی در ظروف پتری به منظور تهیه ریشه کشت شدند. پس از اینکه ریشه‌ها به حدود ۱/۵ تا ۲ سانتی‌متر رسیدند با کلشی سین ۰/۰۵ درصد به مدت سه ساعت در دمای آزمایشگاه پیش‌تیمار شدند. سپس ریشه‌ها در محلول لیوتیسکی (۱:۱) به مدت ۳۶-۲۴ ساعت در دمای چهار درجه سانتی‌گراد تثبیت شدند. جهت هیدرولیز، ریشه‌ها در محلول NaOH یک نرمال به مدت ۸ دقیقه در دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد قرار گرفته و سپس در آب مقطر کاملاً شستشو داده شد و در محلول استوفریک-هماتوکسیلین چهار درصد به مدت ۲۴ ساعت

خانواده Papaveraceae دارای شش جنس شامل *papaver* و *Chelidonium*، *Roemeria*، *Glaucium*، *Meconopsis* و *Hypecoum* می‌باشد. جنس *Papaver* در ایران حداقل ۲۸ گونه گیاهی یک‌ساله تا چند ساله دارد (Mozaffarian 1996). این جنس به نه بخش تقسیم شده است که یکی از این بخش‌ها *Miltan thabernh* حاوی ۱۴ گونه شامل *P. fugax* Poir است (Fedde 1909). این گونه بومی آسیا بوده و در مناطق خشک و دامنه‌های سنگلاخی، در ارتفاعات ۲۵۰۰-۱۲۰۰ متری از سطح دریا یافت می‌شود. در ایران در کوه‌های شمال، شمال غرب البرز و کردستان رشد می‌کند (Goldblat 1974; Fairbairn and Helliwel 1977). ویژگی اصلی جنس *Papaver* توانایی آن در سنتز آلکالوئیدهای مختلف و با ترکیبات بسیار پیچیده است. شاید بتوان گفت که به غیر از *Protopine*، *Cryptopine* و *Thebaine* هیچ‌کدام از آلکالوئیدهای خشخاش در هیچ جنس گیاهی به غیر از *Papaver* وجود ندارد. اکثر گونه‌های این جنس از لحاظ دارویی بسیار مفید می‌باشند. از بعضی از آن‌ها مواد موثره بسیار مهمی، مانند تبائین، مورفین، کدئین و پاپاورین استخراج می‌شوند که در پزشکی اهمیت فراوان دارند. عده‌ای از گیاهان جنس *Papaver* زیتتی هستند و به همین منظور پرورش داده می‌شوند (Zargari 1992).

برای اینکه دقیقاً مرزهای بین گونه‌ای در یک جنس مشخص شود، شمارش تعداد کروموزوم‌ها، مشاهده تشابهات کروموزومی و تهیه کاربوتیپ ضرورت پیدا می‌کند (Alishah and Omidi 2008). تجزیه کاربوتیپ و مطالعات سیتوژنتیک ملکولی نشان داده است که گونه‌های جنس *Papaver* دارای عدد پایه کروموزومی (x) ۶، ۷ و ۱۱ می‌باشند.

عدد پایه کروموزومی در گونه‌های *P. pseudo orientale*، *P. bracteatum* و *P. rhoeas dubium* برابر ۷، در گونه *P. pavoninum* برابر ۶ و در گونه *P. somniferum* برابر ۱۱ است (Bara et al. 2007). در اصلاح ژنتیکی هر گونه گیاهی، داشتن اطلاعات کافی در خصوص سطح پلوئیدی و ویژگی‌های کاربوتیپی از مهم‌ترین نیازهای اولیه اصلاح‌گران می‌باشد (Omidi et al. 2011). اطلاعات به دست آمده از مطالعات کروموزومی

کاربوتیپ آن‌ها در جدول ۳ آورده شده‌است. تعداد کروموزوم در شش جمعیت مورد مطالعه $2n=14$ بود. نتایج نشان داد که گونه *P. fugax* دیپلوئید و دارای عدد پایه کروموزومی $x=7$ است. (Lavania and Srivastava (1999) با مطالعه گونه‌های *P. fugax*، *P. rhoeae* L. و *P. bracteatum* Lindl، *P. orientale* L.؛ Poir. گزارش دادند که این گونه‌ها دیپلوئید با عدد پایه کروموزومی $x=7$ هستند. در مجموعه کروموزومی این گونه کروموزوم شماره یک به صورت ماهواره‌دار مشاهده شد (جدول ۲). وجود کروموزوم حاوی فرورفتگی ثانویه در گونه *P. fugax* از این جنس توسط Azimi Motem et al. (2010) گزارش شده‌است. (Farjaminezhad et al. (2011) با مطالعه بر روی *P. bracteatum* Lindl. و همچنین (madadi et al. (2009) با مطالعه بر روی *Papaver dubium* بیان داشتند که هر کدام از این گونه‌ها دیپلوئید و دارای ۱۴ کروموزوم با عدد پایه کروموزومی $x=7$ است که بر روی بازوی کوتاه کروموزوم شماره یک نیز ماهواره دارد. با توجه به میانگین کل در جمعیت‌های مورد بررسی در گونه *P. fugax* بلندترین کروموزوم با $6\mu\text{m}$ کروموزوم شماره ۱ و کوتاه‌ترین آن‌ها با $4/05\mu\text{m}$ کروموزوم شماره ۷ بود (جدول ۲). نتایج حاکی از آن است که بیشترین مقدار طول کل کروموزوم متعلق به جمعیت P5 با $37/3$ میکرومتر و کمترین آن مربوط به جمعیت P2 با $32/87$ میکرومتر است (جدول ۳). شاخص تقارن استیبنز (۱۹۷۱) نیز نشان می‌دهد که جمعیت‌های مختلف مورد مطالعه تفاوت زیادی از این لحاظ با همدیگر ندارند و از نظر درجه تقارن، کل جمعیت‌ها در دسته ۳A به‌عنوان اکوتیپ‌های نامتقارن و تکامل یافته شناخته شدند (جدول ۳).

رنگ‌آمیزی شدند. برای تهیه لام از روش اسکواش استفاده شد. به این صورت که ناحیه مریستمی نوک ریشه به طول یک میلی‌متر بریده شده و به مدت ۲ ساعت با آنزیم سینتاز تیمار شد (Asghari-Zakaria et al. 2002). سلول‌های متافازی با میکروسکوپ لایکا مدل Gallen III مشاهده و عکسبرداری صورت گرفت. از هر جمعیت ۵-۶ سلول متافازی مناسب تهیه شد و صفات طول بازوی کوچک و بزرگ، طول کروموزوم، نسبت بازوی بزرگ به کوچک (شاخص نسبت بازو) و طول نسبی هر کروموزوم با استفاده از نرم‌افزار Micromeasure محاسبه شد. کروموزوم‌های هم‌تا بر اساس محل سانترومر و شاخص نسبت بازوها شناسایی و به منظور تهیه کاربوگرام به ترتیب از بزرگ به کوچک در کنار هم چیده شده و شکل آن‌ها نیز بر طبق روش (Levan et al. 1964) تعیین شد. در این بررسی برای تعیین وضعیت تکاملی و مطالعه تقارن کاربوتیپی جمعیت مختلف از جدول دو طرفه (Stebbins (1971) استفاده شد و ویژگی‌هایی نظیر اختلاف درصد طول نسبی بزرگترین و کوچکترین کروموزوم (DRL)، درصد شکل کلی کاربوتیپ (TF)^۱ و طول نسبی کوتاهترین کروموزوم (S)^۲ محاسبه شد. جمعیت‌های مورد مطالعه برای بررسی‌های کاربوتیپی در جدول ۱ ارائه شده‌است.

نتایج و بحث

تصاویر گستره متافازی جمعیت‌های مورد مطالعه در شکل ۱ و ویژگی‌های کروموزومی آن‌ها در جدول ۲ و پارامترهای تقارن

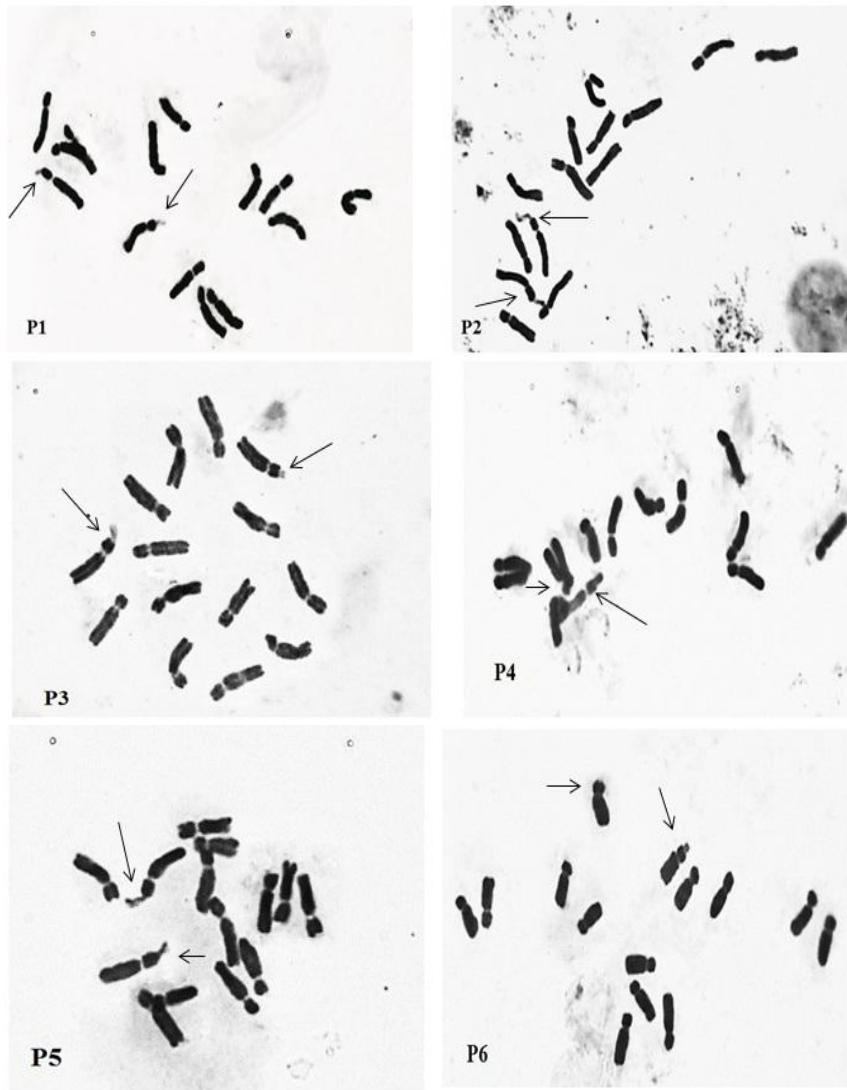
¹ Deference of relative length

² Total form percentage

³ Relative length of the shortest chromosome

جدول ۱- محل جمع‌آوری جمعیت‌های مورد استفاده برای بررسی‌های کاربوتیپی گونه *P. fugax*

| جمعیت | منطقه جمع‌آوری شده | موقعیت جغرافیایی | ارتفاع از سطح دریا (m) |
|-------|--------------------|---|------------------------|
| P1 | نیر | E: $47^{\circ} 59' 79''$ N: $38^{\circ} 02' 42''$ | ۱۴۵۰ |
| P2 | کوهساره | E: $38^{\circ} 04' 22''$ N: $48^{\circ} 34' 55''$ | ۲۳۴۳ |
| P3 | گورگور | E: $38^{\circ} 23' 34''$ N: $47^{\circ} 01' 07''$ | ۱۸۳۰ |
| P4 | قشلاق | E: $48^{\circ} 34' 79''$ N: $38^{\circ} 03' 47''$ | ۲۳۰۲ |
| P5 | قشلاق | E: $48^{\circ} 36' 89''$ N: $38^{\circ} 04' 42''$ | ۲۴۳۸ |
| P6 | شایبل | E: $38^{\circ} 19' 48''$ N: $48^{\circ} 50' 36''$ | ۱۲۲۰ |



شکل ۱- گستره‌های متافازی کروموزوم‌های شش جمعیت مورد مطالعه از *P. fugax*

نوآرایی‌های قابل توجهی در طول تکامل در آن‌ها رخ نداده است (Stebbins 1971; Paszko 2006). دامنه طول نسبی (DRL)، اختلاف بیش‌ترین و کم‌ترین طول نسبی را در یک کاربوتیپ نشان می‌دهد که به‌عنوان پارامتری برای تعیین میزان تقارن استفاده می‌شود. به این ترتیب، ژنوتیپ‌هایی که کم‌ترین دامنه طول نسبی را دارند دارای تقارن کاربوتیپی خواهند بود. بیش‌ترین مقدار دامنه طول نسبی کروموزوم‌ها (DRL) در جمعیت P5 (۲/۷۸) و کم‌ترین آن در جمعیت P6 (۱/۵۳) مشاهده شد (جدول ۳). کاربوتیپ‌های نامتقارن شاخص درصد شکل کلی (TF%) کمتری داشته و نسبت بازوی کروموزومی آن‌ها بیشتر از دو می‌باشد.

با توجه به نسبت طول بازوی بلند به کوتاه و اختلاف طول دو بازوی بلند و کوتاه کروموزومی و بر اساس روش Leván et al. (1964) فرمول کاربوتیپی جمعیت‌ها تعیین شد که به‌صورت $6sm+1m$ گزارش می‌شود. تمام گستره‌های متافازی جمعیت‌ها نیز از فرمول کروموزومی فوق‌الذکر تبعیت می‌کردند. طبق گزارشات قبلی کاربوتیپ گونه *Papaver dubium* از هفت جفت کروموزوم سبب متاسانتریک تشکیل شده بود (madadi et al. 2009). کاربوتیپ‌هایی که غالباً دارای کروموزوم‌های نوع متاسانتریک و سبب متاسانتریک هستند و اندازه نسبتاً یکسانی دارند به‌عنوان کاربوتیپ‌های اولیه محسوب شده و متقارن هستند و کمتر دستخوش تکامل شده‌اند چرا که تغییر در ساختمان ژنتیکی و

جدول ۲- ویژگی‌های کاربیلوژیکی شش توده *P. fugax*

| کروموزوم | توده | نوع | طول کروموزوم (μm) | طول نسبی (%) | بازوی بلند (μm) | بازوی کوتاه (μm) | شاخص نسبت بازو | ماهواره (μm) |
|----------------|------|-----|-------------------|--------------|-----------------|------------------|----------------|--------------|
| ۱ ^۵ | P1 | m | ۶/۳±۰/۴۴ | ۱۷/۳۱±۰/۲۱ | ۳/۷۴±۰/۲۴ | ۲/۵۱±۰/۲۱ | ۱/۵۴±۰/۰۵ | ۱/۵۱±۰/۱۶ |
| | P2 | m | ۵/۹۵±۰/۴۹ | ۱۸/۱۰±۰/۱۲ | ۳/۴۱±۰/۲۷ | ۲/۵۴±۰/۲۲ | ۱/۳۶±۰/۰۶ | ۱/۱۴±۰/۱۳ |
| | P3 | m | ۶/۰۵±۰/۲۲ | ۱۷/۷۷±۰/۱۳ | ۳/۴۹±۰/۱۱ | ۲/۵۶±۰/۱۳ | ۱/۴۳±۰/۰۸ | ۱/۳±۰/۱۰ |
| | P4 | m | ۶/۰۸±۰/۳۲ | ۱۷/۴۳±۰/۱۸ | ۳/۶۳±۰/۱۹ | ۲/۴۴±۰/۱۴ | ۱/۵۲±۰/۰۵ | ۱/۱±۰/۱۳ |
| | P5 | m | ۶/۸۹±۰/۳۷ | ۱۸/۴۷±۰/۱۹ | ۳/۸۱±۰/۱۴ | ۳/۰۸±۰/۲۳ | ۱/۲۸±۰/۰۵ | ۱/۵۷±۰/۱۹ |
| | P6 | sm | | ۵/۲۲±۰/۱۶ | ۱۵/۵۸±۰/۲۲ | ۳/۲۷±۰/۰۹ | ۱/۹۳±۰/۰۸ | ۱/۷۲±۰/۰۵ |
| میانگین | | | | | | | | |
| ۲ | P1 | sm | ۵/۷۲±۰/۳۱ | ۱۵/۷۲±۰/۱۵ | ۴/۲۶±۰/۲۵ | ۱/۴۵±۰/۰۸ | ۳/۰۵±۰/۱۳ | ۱/۲۲±۰/۱۳ |
| | P2 | sm | ۴/۹۴±۰/۳۲ | ۱۵/۰۲±۰/۰۸ | ۳/۴۶±۰/۲۲ | ۱/۴۸±۰/۱۰ | ۲/۳۳±۰/۰۶ | ۳/۰۵±۰/۱۳ |
| | P3 | sm | ۵/۱۴±۰/۳۱ | ۱۵/۱۰±۰/۱۸ | ۳/۵۷±۰/۳۳ | ۱/۲۶±۰/۱۴ | ۲/۳۱±۰/۰۹ | ۱/۳۱±۰/۱۰ |
| | P4 | sm | ۵/۶۳±۰/۳۱ | ۱۶/۱۴±۰/۱۸ | ۴/۰۲±۰/۲۱ | ۱/۶±۰/۱۲ | ۲/۶۴±۰/۱۵ | ۱/۳±۰/۱۰ |
| | P5 | sm | ۵/۸۹±۰/۲۱ | ۱۵/۷۹±۰/۱۱ | ۴/۰۷±۰/۱۵ | ۱/۸۱±۰/۰۶ | ۲/۲۴±۰/۰۲ | ۱/۵۷±۰/۱۹ |
| | P6 | sm | ۵/۲۸±۰/۰۵ | ۱۵/۷۶±۰/۰۶ | ۳/۸۳±۰/۰۳ | ۱/۴۱±۰/۰۳ | ۲/۷۳±۰/۰۶ | ۱/۷۲±۰/۰۵ |
| میانگین | | | | | | | | |
| ۳ | P1 | sm | ۵/۴۲±۰/۲۷ | ۱۴/۸۹±۰/۱۳ | ۳/۹۶±۰/۲۴ | ۱/۴۵±۰/۰۶ | ۲/۷۳±۰/۱۱ | ۱/۵۷±۰/۱۹ |
| | P2 | sm | ۴/۷±۰/۳۷ | ۱۴/۲۹±۰/۰۹ | ۳/۴۴±۰/۳۰ | ۱/۲۵±۰/۰۹ | ۲/۷۷±۰/۱۰ | ۱/۳±۰/۱۰ |
| | P3 | sm | ۵/۰۴±۰/۱۹ | ۱۴/۸۱±۰/۱۱ | ۳/۷۱±۰/۱۳ | ۱/۳۳±۰/۰۷ | ۲/۸۳±۰/۱۰ | ۱/۳±۰/۱۰ |
| | P4 | sm | ۵/۰۴±۰/۲۵ | ۱۴/۴۵±۰/۱۴ | ۳/۶۲±۰/۲۱ | ۱/۴۱±۰/۰۵ | ۲/۵۲±۰/۱۳ | ۱/۳±۰/۱۰ |
| | P5 | sm | ۵/۲۸±۰/۲۸ | ۱۴/۱۵±۰/۱۵ | ۳/۷۲±۰/۲۲ | ۱/۵۶±۰/۰۸ | ۲/۴۲±۰/۱۳ | ۱/۳±۰/۱۰ |
| | P6 | sm | ۴/۷۵±۰/۱۱ | ۱۴/۱۸±۰/۱۴ | ۳/۴۴±۰/۰۹ | ۱/۳۱±۰/۰۱ | ۲/۶۱±۰/۰۴ | ۱/۳±۰/۱۰ |
| میانگین | | | | | | | | |
| ۴ | P1 | sm | ۵/۰۶±۰/۲۵ | ۱۳/۹±۰/۱۲ | ۳/۴۵±۰/۱۳ | ۱/۶±۰/۱۳ | ۲/۳±۰/۱۴ | ۱/۳±۰/۱۰ |
| | P2 | sm | ۴/۶۳±۰/۲۸ | ۱۴/۰۸±۰/۰۷ | ۲/۹۳±۰/۱۸ | ۱/۶۹±۰/۱۱ | ۱/۷۴±۰/۰۴ | ۱/۳±۰/۱۰ |
| | P3 | sm | ۴/۷۲±۰/۳۱ | ۱۳/۸۷±۰/۱۸ | ۳/۱۲±۰/۱۷ | ۱/۴۹±۰/۱۴ | ۲/۲۹±۰/۱۳ | ۱/۳±۰/۱۰ |
| | P4 | sm | ۵/۰۱±۰/۲۱ | ۱۴/۳۸±۰/۱۲ | ۳/۵۵±۰/۱۸ | ۱/۴۶±۰/۱۱ | ۲/۵۶±۰/۲۲ | ۱/۳±۰/۱۰ |
| | P5 | sm | ۵/۴۵±۰/۲۹ | ۱۴/۶۱±۰/۱۵ | ۳/۶۴±۰/۱۵ | ۱/۸۱±۰/۱۳ | ۲/۰۸±۰/۰۷ | ۱/۳±۰/۱۰ |
| | P6 | sm | ۵/۲۱±۰/۰۶ | ۱۵/۵۵±۰/۰۹ | ۳/۳۷±۰/۰۶ | ۱/۸۴±۰/۰۳ | ۱/۸۴±۰/۰۳ | ۱/۳±۰/۱۰ |
| میانگین | | | | | | | | |
| ۵ | P1 | sm | ۴/۸۵±۰/۲۵ | ۱۳/۳۳±۰/۱۲ | ۳/۳۹±۰/۲۰ | ۱/۴۶±۰/۱۰ | ۲/۴±۰/۱۶ | ۱/۳±۰/۱۰ |
| | P2 | sm | ۴/۴±۱/۱۰ | ۱۳/۳۸±۰/۲۸ | ۳/۰۹±۰/۷۹ | ۱/۳۰±۰/۳۲ | ۲/۴۱±۰/۱۳ | ۱/۳±۰/۱۰ |
| | P3 | sm | ۴/۴۸±۰/۲۲ | ۱۳/۱۶±۰/۱۳ | ۳/۱۶±۰/۱۷ | ۱/۳۳±۰/۰۶ | ۲/۴۲±۰/۰۹ | ۱/۳±۰/۱۰ |
| | P4 | sm | ۴/۶۷±۰/۲۰ | ۱۳/۳۹±۰/۱۱ | ۳/۲۷±۰/۱۸ | ۱/۳۹±۰/۰۴ | ۲/۳۹±۰/۱۱ | ۱/۳±۰/۱۰ |
| | P5 | sm | ۴/۹۳±۰/۲۷ | ۱۳/۲۱±۰/۱۴ | ۳/۳۴±۰/۲۳ | ۱/۵۸±۰/۰۵ | ۲/۰۹±۰/۱۱ | ۱/۳±۰/۱۰ |
| | P6 | sm | ۴/۹۲±۰/۱۷ | ۱۴/۶۹±۰/۲۲ | ۳/۵۸±۰/۱۴ | ۱/۳۴±۰/۰۴ | ۲/۷±۰/۰۹ | ۱/۳±۰/۱۰ |
| میانگین | | | | | | | | |
| ۶ | P1 | sm | ۴/۷۱±۰/۲۶ | ۱۲/۹۴±۰/۱۳ | ۳/۳۸±۰/۲۰ | ۱/۳۲±۰/۰۸ | ۲/۶۲±۰/۱۴ | ۱/۳±۰/۱۰ |
| | P2 | sm | ۴/۲۳±۰/۲۴ | ۱۲/۸۶±۰/۰۶ | ۳/۰۶±۰/۱۹ | ۱/۱۶±۰/۰۵ | ۲/۶۳±۰/۰۹ | ۱/۳±۰/۱۰ |
| | P3 | sm | ۴/۳۷±۰/۲۲ | ۱۲/۸۴±۰/۱۳ | ۳/۰۳±۰/۱۶ | ۱/۳۳±۰/۰۶ | ۲/۳۱±۰/۱۰ | ۱/۳±۰/۱۰ |
| | P4 | sm | ۴/۵۳±۰/۲۲ | ۱۲/۹۹±۰/۱۳ | ۳/۲۴±۰/۱۸ | ۱/۲۸±۰/۰۴ | ۲/۵۳±۰/۰۸ | ۱/۳±۰/۱۰ |
| | P5 | sm | ۴/۷۵±۰/۲۲ | ۱۲/۷۳±۰/۱۲ | ۳/۱۸±۰/۱۴ | ۱/۵۶±۰/۰۹ | ۲/۱۰±۰/۱۰ | ۱/۳±۰/۱۰ |
| | P6 | sm | ۴/۳۶±۰/۱۰ | ۱۳/۰۱±۰/۱۳ | ۳/۱±۰/۱۰ | ۱/۲۶±۰/۰۴ | ۲/۴۸±۰/۱۰ | ۱/۳±۰/۱۰ |
| میانگین | | | | | | | | |
| ۷ | P1 | sm | ۴/۳۲±۰/۲۱ | ۱۱/۸۷±۰/۱۰ | ۳/۰۷±۰/۱۶ | ۱/۲۴±۰/۰۵ | ۲/۵±۰/۰۵ | ۱/۳±۰/۱۰ |
| | P2 | sm | ۴/۰۲±۱/۰۵ | ۱۲/۲۳±۰/۲۷ | ۲/۸۲±۰/۸۲ | ۱/۱۹±۰/۲۴ | ۲/۳±۰/۲۹ | ۱/۳±۰/۱۰ |
| | P3 | sm | ۴/۲۳±۰/۱۸ | ۱۲/۴۳±۰/۱۱ | ۳±۰/۱۱ | ۱/۲۲±۰/۰۸ | ۲/۵±۰/۱۲ | ۱/۳±۰/۱۰ |
| | P4 | sm | ۳/۹±۰/۱۶ | ۱۱/۱۸±۰/۰۹ | ۲/۷۸±۰/۱۴ | ۱/۱۱±۰/۰۴ | ۲/۵۱±۰/۱۱ | ۱/۳±۰/۱۰ |
| | P5 | sm | ۴/۱۱±۰/۲۰ | ۱۱/۰۱±۰/۱۰ | ۲/۹±۰/۱۶ | ۱/۲۱±۰/۰۳ | ۲/۳۸±۰/۰۹ | ۱/۳±۰/۱۰ |

| | | | | | |
|-----------|-----------|-----------|------------|-----------|---------|
| ۲/۴۶±۰/۰۳ | ۱/۰۹±۰/۰۱ | ۲/۶۸±۰/۰۶ | ۱۱/۱۹±۰/۱۰ | ۳/۷۵±۰/۰۸ | sm P6 |
| ۲/۴۵±۰/۱۲ | ۱/۱۷±۰/۰۸ | ۲/۸۷±۰/۲۴ | ۱۱/۶۵±۰/۱۳ | ۴/۰۵±۰/۳۱ | میانگین |

*: کروموزوم دارای فرورفتگی ثانویه، sm: کروموزوم ساب‌متاساتریک، m: کروموزوم متاساتریک

جدول ۳- شاخص‌های تقارن، فرمول کاربوتیپی و برخی ویژگی‌های کروموزومی در شش جمعیت از گونه *P. fugax*

| ST | %TF | A ₂ | A ₁ | R | DRL | جمع طول کل کروموزوم | میانگین طول ماهواره | میانگین شاخص نسبت بازو | میانگین طول بازوی کوچک | میانگین طول بازوی بزرگ | میانگین طول کروموزوم | فرمول کروموزومی | جمعیت |
|----|-------|----------------|----------------|------|------|---------------------|---------------------|------------------------|------------------------|------------------------|----------------------|-----------------|-------|
| ۳A | ۳۰/۳۱ | ۰/۰۵ | ۰/۵۶ | ۱/۴۵ | ۱/۹۸ | ۳۶/۳۸ | ۱/۵۱ | ۲/۴۵ | ۱/۵۷ | ۳/۶۰ | ۵/۱۹ | ۶sm+۱m | P1 |
| ۳A | ۳۲/۲۷ | ۰/۱۱ | ۰/۵۲ | ۱/۴۸ | ۱/۹۳ | ۳۲/۸۷ | ۱/۱۴ | ۲/۲۲ | ۱/۵۱ | ۳/۱۷ | ۴/۶۹ | ۶sm+۱m | P2 |
| ۳A | ۳۰/۸۸ | ۰/۰۴ | ۰/۵۴ | ۱/۴۳ | ۱/۸۲ | ۳۴/۰۳ | ۱/۳ | ۲/۳۰ | ۱/۵۰ | ۳/۳۱ | ۴/۸۶ | ۶sm+۱m | P3 |
| ۳A | ۳۰/۶۵ | ۰/۰۸ | ۰/۵۴ | ۱/۵ | ۲/۱۸ | ۳۴/۸۶ | ۱/۱ | ۲/۳۸ | ۱/۵۲ | ۳/۴۴ | ۴/۹۸ | ۶sm+۱m | P4 |
| ۳A | ۳۳/۸۰ | ۰/۰۵ | ۰/۴۹ | ۱/۶۷ | ۲/۷۸ | ۳۷/۳ | ۱/۵۷ | ۲/۰۸ | ۱/۸۰ | ۳/۵۲ | ۵/۳۲ | ۶sm+۱m | P5 |
| ۳A | ۳۰/۳۹ | ۰/۰۳ | ۰/۵۶ | ۱/۳۹ | ۱/۵۳ | ۳۳/۴۹ | ۰/۷۳ | ۲/۳۶ | ۱/۴۵ | ۳/۳۲ | ۴/۷۸ | ۶sm | P6 |

نسبت بلندترین کروموزوم به کوتاهترین کروموزوم (R)، دامنه طول نسبی کروموزوم‌ها (DRL)، درصد فرم کلی کاربوتیپ (TF%)، شاخص تقارن استیبینز (ST)



شکل ۲- کاریوگرام شش جمعیت مورد مطالعه از گونه *P. fugax*

بازوی هر جفت کروموزوم هومولوگ را نشان می‌دهد در حالی که شاخص نامتقارنی بین کروموزومی (A₂) تفاوت طول کروموزوم-ها را نشان می‌دهد. بنابراین روند تغییرات دو شاخص TF% و A₁ (به‌عنوان شاخص‌های عدم تقارن درون کروموزومی) نشان داد که از لحاظ این دو پارامتر جمعیت P1 به‌عنوان کاربوتیپ نامتقارن و جمعیت P5 به‌عنوان کاربوتیپ متقارن در نظر گرفته می‌شود. هم‌چنین از لحاظ شاخص‌های DRL و A₂ (به‌عنوان شاخص‌های عدم تقارن بین کروموزومی) جمعیت P2 نامتقارن‌ترین و جمعیت

به‌عبارت دیگر هر چه TF% به ۵۰ درصد نزدیک‌تر باشد درجه تقارن کاربوتیپی افزایش خواهد یافت (Zuo and Yuan 2001). بنابراین، از این نظر جمعیت P5 با ۳۳/۸۰ درصد کاربوتیپ متقارن و P1 با ۳۰/۳۱ درصد نامتقارن‌ترین کاربوتیپ را دارند (جدول ۳). با استفاده از شاخص‌های عدم تقارن Romero Zarco (1986) می‌توان بین جمعیت‌هایی که از لحاظ کلاس Stebbins (1971) در یک گروه قرار گرفته‌اند، نامتقارن‌ترین جمعیت را شناسایی کرد. شاخص نامتقارنی درون کروموزومی (A₁) نسبت

شاخص قابل اعتمادی در ارزیابی روابط بین گونه‌های یک جنس و گروه‌بندی آن‌ها در جهت پیشبرد برنامه‌های اصلاح نباتات باشد. از طریق بررسی‌های سیتوژنتیکی و ارزیابی تنوع ژنتیکی می‌توان جمعیت‌های مناسب را انتخاب و از طریق برنامه‌های به‌نژادی اقدام به کشت و تولید گونه‌های زراعی با خصوصیات مطلوب کرد که بتوان از تولید بیشتر و کیفیت بهتر مواد دارویی این گونه از گیاهان دارویی بهره‌مند شد.

P6 به عنوان متقارن‌ترین کاریوتیپ انتخاب شد (جدول ۳). به طور کلی، توده‌های مطالعه شده دیپلوئید بوده، دارای ۱۴ کروموزوم و بر روی کروموزوم شماره یک دارای فرورفتگی ثانویه هستند. از نظر شاخص‌های تقارن کاریوتیپی اختلاف زیادی بین این توده‌ها وجود نداشت. با توجه به دامنه وسیع اکولوژیک این جنس در ایران، مطالعات بیش‌تر به‌صورت بررسی‌های ژنتیکی و مورفولوژیکی به‌همراه بررسی‌های کروموزومی می‌تواند

منابع

- Alishah A, Omid M (2008) Laboratory methods in plant cytogenetics. Tehran University Press. (In Farsi)
- Asghari-Zakaria R, Kazemi H, Aghayev YM, Valizadeh M, Moghaddam M (2002). Karyotype and C-banding patterns of mitotic chromosomes in *Henrardia persica*. *Caryologia* 57: 289-293.
- Azimi Motem F, Carapetian J, Bakhshi Khaniki G, Talai R (2010) Karyotypic characteristics of several *Papaver* species in Ardabil province. *Iranian Journal of Plant Biology* 1:77-90. (In Farsi).
- Bara II, Bara C, Capraru G, Truta E (2007) The possible ways of specification in Papaveraceae family. *Analele Stiintifice ale Universitatii "Al.I.Cuza" din Iasi (serie noua), Sectiunea I, Genetica si Biologie Moleculara VIII*. 223- 233 .
- Fairbairn JW, Helliwel K (1977) *Papaver bracteatum* Lindley: thebaine content in relation to plant development. *Journal of Pharmacy and Pharmacology* 29: 65-69.
- Farjaminezhad R, Asghari R, Zare N, Farjaminejad M (2011) Study of karyological characteristics in several accessions of *Papaver bracteatum* Lindl. *Journal of Agricultural Biotechnology* 3: 47-58. (In Farsi).
- Fedde, F (1909) *Papaver bracteatum* var. *pseudo-orientale* Fedde. P. 365 in A. Engler (editor), *Das Pflanzenreich*, Heft 40. W. Engelmann, Leipzig.
- Gahreman A (1993) *Plant Systematics Cormophytes Of Iran*. University Publication Center, Tehran, Iran. (In Farsi).
- Goldblatt P (1974) Biosystematic studies in *Papaver* section *Oxytona*. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 61: 264-296.
- Hesamzadeh Hejazi SM, Ziaei Nasab M (2006) Karyological Study on Some of Species of *Trifolium* genus *Iranian Journal of Biology* 19:299-313. (In Farsi).
- Lavania UC, Srivastava S (1999) Quantitative delineation of karyotype variation in *Papaver* as a measure of phylogenetic differentiation and origin. *current science* 77: 429- 435.
- Levan, A, Fredge, K, Sanderg, A A (1964) Nomenclature for centromeric position on chromosomes. *Hereditas*. 52: 201-220.
- Madadi R, Asghari-zakaria R, Fathi M (2009) Karyotype study in several populations of *Papaver dubium* from North West of Iran. *Biological Diversity and Conservation* 2: 18-22.
- Mozaffarian V (1996) *Dictionary Of Iranian Plant Names: Latin-English-Persian*. Farhang Moaser Press, Tehran, Iran. (In Farsi).
- Omid M, Alishah O, Samanfar B (2011) *Plant Cytogenetics*. University Of Tehran Press, Tehran. Iran. (In Farsi).
- Paszko, B A (2006) Critical review and a new proposal of karyotype asymmetry indexes. *Plant Systematics and Evolution* 258: 39-48.
- Romero Zarco, C. 1986. A new method for estimating karyotype asymmetry. *Taxon*. 35: 526-530.
- Sheidai M, Ahmadian P, Poorseyedi Sh (1996) Cytogenetical studies in Iran Zira three genera: *Bunium*, *Carum* and *Cuminum*. *Cytologia* 61: 19-25.
- Stebbins G L (1971) *Chromosomal Evolution in Higher Plants*. Edward Arnold Pub., London.
- Zargari A. 1992. *Medicinal Plant*. University of Tehran Press. Tehran. Iran. (In Farsi)
- Zuo, L. and Yuan, Q. 2001. The difference between the heterogeneity of the centromeric index and intrachromosomal asymmetry. *Plant Systematics and Evolution* 297:141-145.