ژنتیک نوین
دوره دوازدهم، شماره ۱، بهار ۱۳۹۶
صفحه ۱۲۱ - ۱۱۵

بررسی ویژگی‌های کاریولوژیکی در چند جمعیت از گونه *Papaver fugax* مناطق مختلف شمال‌غرب ایران

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

زهرا تقی‌پور*[۱]، رسول اصغری‌زکریا[۱]

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

Taghipour Z*[1], Asghary zakaria R[1]

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: ۹۵/۳/٤ - تاریخ پذیرش: ۹۵/۱۰/۲٦)

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* به‌صورت خودرو در رویشگاه‌های شمال‌غرب کشور وجود دارد. از آنجایی‌که اطلاعات کمی درباره وضعیت سیتوژنتیکی این جمعیت‌ها موجود است، این تحقیق به‌منظور مطالعه ویژگی‌های کاریولوژیکی شش توده خشخاش با استفاده از رنگ‌آمیزی مریستم انتهایی ریشه با استو-فریک-هماتوکسیلین انجام شد. از مریستم نوک ریشه پس از پیش تیمار، تثبیت، هیدرولیز و رنگ‌آمیزی، انتخاب صفحه گسترش متافازی مناسب صورت گرفت و از نمونه‌ها با فتومیکروسکوپ عکس‌برداری 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 میانگین شش سلول متافازی مختلف اندازه‌گیری شدند. نتایج نشان داد که هر شش توده دیپلوئید (۲n=۲x=۱٤) بوده و کاریوتیپ آن‌ها از شش جفت کروموزوم ساب‌متاسانتریک و یک جفت کروموزوم متاسانتریک تشکیل شده‌است که بر انتهای بازوی کوتاه کروموزوم شماره یک دارای ماهواره هستند. بر اساس جدول تقارن کاریوتیپی استیبنز کاریوتیپ شش توده مورد مطالعه در گروه ۳A قرار گرفتند که نشانگر متقارن بودن کاریوتیپ این جمعیت‌ها است.

واژه‌های کلیدی

سیتوژنتیک
کاریوتیپ
کروموزوم
Papaver fugax

[Downloaded from mail.mg.genetics.ir on 2026-11-20]

[DOR: 20.1001.1.20084439.1396.12.1.12.2]

مقدمه

خانواده Papaveraceae دارای شش جنس شامل *papaver*، *Meconopsis*، *Glaucium*، *Roemeria*، *Chelidonium* 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 ١٤ 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، شمال‌غرب 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* زینتی هستند و به‌همین منظور پرورش داده می‌شوند (Zargari 1992).

برای اینکه دقیقا مرزهای بین گونه‌ای در یک جنس مشخص شود، شمارش تعداد کروموزوم‌ها، مشاهده تشابهات کروموزومی و تهیه کاریوتیپ ضرورت پیدا می‌کند (Alishah and Omidi 2008). تجزیه کاریوتیپ و مطالعات سیتوژنتیک ملکولی نشان داده است که گونه‌های جنس *Papaver* دارای عدد پایه کروموزومی (x) ٦، ٧ و ١١ می‌باشند.

عدد پایه کروموزومی در گونه‌های *P. pseudo orientale*، *P. bracteatum* و *P. rhoeas dubium* برابر ٧، در گونه *P. pavoninum* برابر ٦ و در گونه *P. somniferum* برابر ١١ است (Bara et al. 2007). در اصلاح ژنتیکی هر گونه گیاهی، داشتن اطلاعات کافی در خصوص سطح پلوئیدی و ویژگی‌های کاریوتیپی از مهم‌ترین نیازهای اولیه اصلاح‌گران می‌باشد (Omidi et al. 2011). اطلاعات به‌دست آمده از مطالعات کروموزومی گونه‌هایی که از لحاظ پارامترهای سیتوژنتیکی و خصوصیات کاریوتیپی 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 به‌عنوان شاهدی برای تلاقی بین گونه‌ای و هیبرید سوماتیکی حاصل از ادغام سلولی بکار می‌رود. در بیان اهمیت مطالعات کاریوتیپی 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 نواربندی باعث افزایش اطلاعات سیتوژنتیکی شده‌اند. پژوهش حاضر به‌منظور بررسی ویژگی‌های کاریوتیپی گونه *P.fugax* از قبیل تعداد، اندازه و شکل کروموزوم‌ها، شاخص نسبت بازو، تعداد و اندازه کروموزوم‌های ماهواره‌دار و شاخص‌های تقارن کاریوتیپ انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

در این بررسی، بذر شش توده مختلف از گونه *Papaver fugax* از مناطق شمال‌غرب کشور جمع‌آوری و ویژگی‌های کاریوتیپی 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 به‌منظور تهیه ریشه کشت شدند. پس از اینکه ریشه‌ها به حدود ١/٥ تا ٢ سانتی‌متر رسیدند با کلشی‌سین ٠/٠٥ درصد به مدت سه ساعت در دمای آزمایشگاه پیش‌تیمار شدند. سپس ریشه‌ها در محلول لیویتسکی (١:١) به مدت ٣٦-٢٤ ساعت در دمای چهار درجه سانتی‌گراد تثبیت شدند. جهت هیدرولیز، ریشه‌ها در محلول NaOH یک نرمال به مدت ٨ دقیقه در دمای ٦٠ درجه سانتی‌گراد قرار گرفته و سپس در آب‌مقطر کاملاً شستشو داده شد و در محلول استوفریک-هماتوکسیلین چهار درصد به مدت ٢٤ ساعت

[Downloaded from mail.mg.genetics.ir on 2026-11-20]

[DOR: 20.1001.1.20084439.1396.12.1.12.2]

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 سیتاز تیمار شد (Asghari-Zakaria et al. 2002). سلول‌های متافازی با میکروسکوپ لایکا مدل Gallen III مشاهده و عکسبرداری صورت گرفت. از هر جمعیت ٦-٥ 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 کاریوگرام به‌ترتیب 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 کاریوتیپی جمعیت مختلف از جدول دو طرفه Stebbins (1971) استفاده شد و ویژگی‌هایی نظیر اختلاف درصد طول نسبی بزرگترین و کوچکترین کروموزوم (DRL)[1]، درصد شکل کلی کاریوتیپ (TF)[2] و طول نسبی کوتاهترین کروموزوم (S)[3] محاسبه شد. جمعیت‌های مورد مطالعه برای بررسی‌های کاریوتیپی در جدول ۱ ارایه شده‌است.

نتایج و بحث

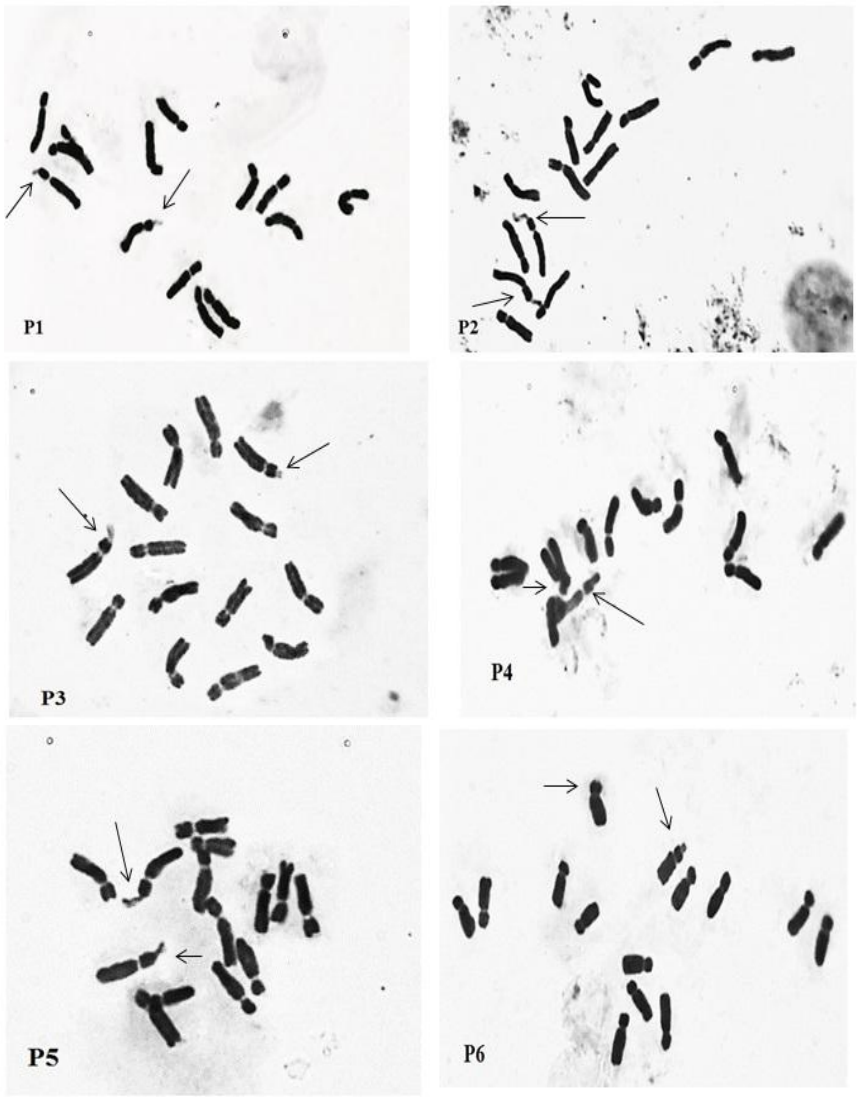
تصاویر گستره متافازی جمعیت‌های مورد مطالعه در شکل ۱ و ویژگی‌های کروموزومی آن‌ها در جدول ۲ و پارامترهای تقارن کاریوتیپ آن‌ها در جدول ۳ آورده شده‌است. تعداد کروموزوم در شش جمعیت مورد مطالعه ۲n=١٤ بود. نتایج نشان داد که گونه *P. fugax* دیپلوئید و دارای عدد پایه کروموزومی x=۷ است. Lavania and Srivastava (1999) با مطالعه گونه‌های *P. fugax* Poir.، *P. orientale* L.، *P. bracteatum* Lind1 و *P. rhoease* L. گزارش دادند که این گونه‌ها دیپلوئید با عدد پایه کروموزومی x=۷ هستند. در مجموعه کرموزومی این گونه کروموزوم شماره یک به‌صورت ماهواره‌دار مشاهده شد (جدول۲). 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* Lind1. و هم‌چنین madadi et al. (2009) با مطالعه بر روی *Papaver dubium* بیان داشتند که هر کدام از این گونه‌ها دیپلوئید و دارای ١٤ کروموزوم با عدد پایه کروموزومی x=۷ 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 ٦µm کروموزوم شماره ۱ و کوتاه‌ترین آن-ها با ٤/٠٥ µm کروموزوم شماره ۷ بود (جدول۲). نتایج حاکی از آن است که بیشترین مقدار طول کل کروموزوم متعلق به جمعیت P5 با ۳۷/۳ میکرومتر و کمترین آن مربوط به جمعیت P2 با ۳۲/۸۷ میکرومتر است (جدول۳). شاخص تقارن استیبنز (۱۹۷۱) نیز نشان می‌دهد که جمعیت‌های مختلف مورد مطالعه تفاوت زیادی از این لحاظ با همدیگر ندارند واز نظر درجه تقارن، کل جمعیت‌ها در دسته ۳A به‌عنوان اکوتیپ‌های نامتقارن و تکامل یافته شناخته شدند (جدول۳).

[1] Deference of releative length
[2] Total form percentage
[3] Releative length of the shortest chromosome

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

جمعیت	منطقه جمع‌آوری‌شده	موقعیت جغرافیایی	ارتفاع از سطح دریا (m)
P1	نیر	E:٤٧ °٥٩' ٧٩" N: ٣٨° ٠٢' ٤٢"	١٤٥٠
P2	کوهساره	E:٣٨ ° ٠٤' ٢٢" N: ٤٨° ٣٤' ٥٥"	٢٣٤٣
P3	گورگور	E:٣٨ ° ٢٣' ٣٤" N: ٤٧° ٠١' ٠٧"	١٨٣٠
P4	قشلاق	E:٤٨ ° ٣٤' ٧٩" N: ٣٨° ٠٣' ٤٧"	٢٣٠٢
P5	قشلاق	E:٤٨° ٣٦' ٨٩" N: ٣٨°٠٤' ٤٢"	٢٤٣٨
P6	شابیل	E:٣٨° ١٩' ٤٨" N: ٤٨°٥٠' ٣٦"	١٢٢٠

[Downloaded from mail.mg.genetics.ir on 2026-11-20]
[DOR: 20.1001.1.20084439.1396.12.1.12.2]



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

با توجه به نسبت طول بازوی بلند به کوتاه و اختلاف طول دو بازوی بلند و کوتاه کروموزومی و بر اساس روش Levan et al. (1964) فرمول کاریوتیپی جمعیت‌ها تعیین شد که به‌صورت ٦sm+١m گزارش می‌شود. تمام گستره‌های متافازی جمعیت‌ها نیز از فرمول کروموزومی فوق‌الذکر تبعیت می‌کردند. طبق گزارشات قبلی کاریوتیپ گونه *Papaver dubium* از هفت جفت کروموزوم ساب متاسانتریک تشکیل شده بود (madadi et al. 2009). کاریوتیپ‌هایی که غالبا دارای کروموزوم‌های نوع متاسانتریک و ساب‌متاسانتریک هستند و اندازه نسبتا یکسانی دارند به‌عنوان کاریوتیپ‌های اولیه محسوب شده و متقارن هستند و کمتر دستخوش تکامل شده‌اند چرا که تغییر در ساختمان ژنتیکی و 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 کاریوتیپ نشان می‌دهد که به‌عنوان پارامتری برای تعیین میزان تقارن استفاده می‌شود. به این ترتیب، ژنوتیپ‌هایی که کم‌ترین دامنه طول نسبی را دارند دارای تقارن کاریوتیپی خواهند بود. بیش‌ترین مقدار دامنه طول نسبی کروموزوم‌ها (DRL) در جمعیت P5 (۲/۷۸) و کم-ترین آن در جمعیت P6 (۱/۵۳) مشاهده شد (جدول۳). کاریوتیپ‌های نامتقارن شاخص درصد شکل کلی (TF%) کمتری داشته و نسبت بازوی کروموزومی آن‌ها بیشتر از دو می‌باشد.

[Downloaded from mail.mg.genetics.ir on 2026-11-20]
[DOR: 20.1001.1.20084439.1396.12.1.12.2]

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

کروموزوم	توده	نوع	طول کروموزوم(µm)	طول نسبی (%)	بازوی بلند (µm)	بازوی کوتاه (µm)	شاخص نسبت بازو	ماهواره(µm)
۱*	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	۰/۷۳±۰/۰۸
	میانگین		۶/۰۸±۰/۳۳	۱۷/۴۴±۰/۱۸	۳/۵۵±۰/۱۷	۲/۵۱±۰/۱۷	۱/۴۷±۰/۰۵	۱/۲۲±۰/۱۳
۲	P1	sm	۵/۷۲±۰/۳۱	۱۵/۷۲±۰/۱۵	۴/۲۶±۰/۲۵	۱/۴۵±۰/۰۸	۳/۰۵±۰/۱۳	
	P2	sm	۴/۹۴±۰/۳۲	۱۵/۰۲±۰/۰۸	۳/۴۶±۰/۲۲	۱/۴۸±۰/۱۰	۲/۳۳±۰/۰۶	
	P3	sm	۵/۱۴±۰/۳۱	۱۵/۱۰±۰/۱۸	۳/۵۷±۰/۳۳	۱/۲۶±۰/۱۴	۲/۳۱±۰/۰۹	
	P4	sm	۵/۶۳±۰/۳۱	۱۶/۱۴±۰/۱۸	۴/۰۲±۰/۲۱	۱/۶±۰/۱۲	۲/۶۴±۰/۱۵	
	P5	sm	۵/۸۹±۰/۲۱	۱۵/۷۹±۰/۱۱	۴/۰۷±۰/۱۵	۱/۸۱±۰/۰۶	۲/۲۴±۰/۰۲	
	P6	sm	۵/۲۸±۰/۰۵	۱۵/۷۶±۰/۰۶	۳/۸۳±۰/۰۳	۱/۴۱±۰/۰۳	۲/۷۳±۰/۰۶	
	میانگین	sm	۵/۴۳±۰/۲۵	۱۵/۵۸±۰/۱۵	۳/۸۶±۰/۲۰	۱/۵۰±۰/۰۹	۲/۵۵±۰/۰۵	
۳	P1	sm	۵/۴۲±۰/۲۷	۱۴/۸۹±۰/۱۳	۳/۹۶±۰/۲۴	۱/۴۵±۰/۰۶	۲/۷۳±۰/۱۱	
	P2	sm	۴/۷±۰/۳۷	۱۴/۲۹±۰/۰۹	۳/۴۴±۰/۳۰	۱/۲۵±۰/۰۹	۲/۷۷±۰/۱۰	
	P3	sm	۵/۰۴±۰/۱۹	۱۴/۸۱±۰/۱۱	۳/۷۱±۰/۱۳	۱/۳۳±۰/۰۷	۲/۸۳±۰/۱۰	
	P4	sm	۵/۰۴±۰/۲۵	۱۴/۴۵±۰/۱۴	۳/۶۲±۰/۲۱	۱/۴۱±۰/۰۵	۲/۵۷±۰/۱۳	
	P5	sm	۵/۲۸±۰/۲۸	۱۴/۱۵±۰/۱۵	۳/۷۲±۰/۲۲	۱/۵۶±۰/۰۸	۲/۴۲±۰/۱۳	
	P6	sm	۴/۷۵±۰/۱۱	۱۴/۱۸±۰/۱۴	۳/۴۴±۰/۰۹	۱/۳۱±۰/۰۱	۲/۶۱±۰/۰۴	
	میانگین	sm	۵/۰۳±۰/۲۴	۱۴/۴۶±۰/۱۳	۳/۶۴±۰/۲۰	۱/۳۸±۰/۰۶	۲/۶۵±۰/۱۰	
۴	P1	sm	۵/۰۶±۰/۲۵	۱۳/۹±۰/۱۲	۳/۴۵±۰/۱۳	۱/۶±۰/۱۳	۲/۳±۰/۱۴	
	P2	sm	۴/۶۳±۰/۲۸	۱۴/۰۸±۰/۰۷	۲/۹۳±۰/۱۸	۱/۶۹±۰/۱۱	۱/۷۴±۰/۰۴	
	P3	sm	۴/۷۲±۰/۳۱	۱۳/۸۷±۰/۱۸	۳/۲۳±۰/۱۷	۱/۴۹±۰/۱۴	۲/۲۹±۰/۱۳	
	P4	sm	۵/۰۱±۰/۲۱	۱۴/۳۸±۰/۱۲	۳/۵۵±۰/۱۸	۱/۴۶±۰/۱۱	۲/۵۶±۰/۲۲	
	P5	sm	۵/۴۵±۰/۲۹	۱۴/۶۱±۰/۱۵	۳/۶۴±۰/۱۵	۱/۸۱±۰/۱۳	۲/۰۸±۰/۰۷	
	P6	sm	۵/۲۱±۰/۰۶	۱۵/۵۵±۰/۰۹	۳/۳۷±۰/۰۶	۱/۸۴±۰/۰۳	۱/۸۴±۰/۰۵	
	میانگین	sm	۵/۰۱±۰/۲۳	۱۴/۳۹±۰/۱۲	۳/۳۶±۰/۱۴	۱/۶۴±۰/۱۱	۲/۱۳±۰/۱۱	
۵	P1	sm	۴/۸۵±۰/۲۵	۱۳/۳۳±۰/۱۲	۳/۳۹±۰/۲۰	۱/۴۶±۰/۱۰	۲/۴±۰/۱۶	
	P2	sm	۴/۴±۱/۱۰	۱۳/۳۸±۰/۲۸	۳/۰۹±۰/۷۹	۱/۳۰±۰/۳۲	۲/۴۱±۰/۱۳	
	P3	sm	۴/۴۸±۰/۲۲	۱۳/۱۶±۰/۱۳	۳/۱۶±۰/۱۷	۱/۳۲±۰/۰۶	۲/۴۲±۰/۰۹	
	P4	sm	۴/۶۷±۰/۲۰	۱۳/۳۹±۰/۱۱	۳/۲۷±۰/۱۸	۱/۳۹±۰/۰۴	۲/۳۹±۰/۱۱	
	P5	sm	۴/۹۳±۰/۲۷	۱۳/۲۱±۰/۱۴	۳/۳۴±۰/۲۳	۱/۵۸±۰/۰۵	۲/۰۹±۰/۱۱	
	P6	sm	۴/۹۲±۰/۱۷	۱۴/۶۹±۰/۲۲	۳/۵۸±۰/۱۴	۱/۳۴±۰/۰۴	۲/۷±۰/۰۹	
	میانگین	sm	۴/۷۰±۰/۳۷	۱۳/۵۲±۰/۱۷	۳/۳۰±۰/۲۸	۱/۳۹±۰/۱۰	۲/۴۰±۰/۱۱	
۶	P1	sm	۴/۷۱±۰/۲۶	۱۲/۹۴±۰/۱۳	۳/۳۸±۰/۲۰	۱/۳۲±۰/۰۸	۲/۶۲±۰/۱۴	
	P2	sm	۴/۲۳±۰/۲۴	۱۲/۸۶±۰/۰۶	۳/۰۶±۰/۱۹	۱/۱۶±۰/۰۵	۲/۶۳±۰/۰۹	
	P3	sm	۴/۳۷±۰/۲۲	۱۲/۸۴±۰/۱۳	۳/۰۳±۰/۱۶	۱/۳۳±۰/۰۶	۲/۳۱±۰/۱۰	
	P4	sm	۴/۵۳±۰/۲۲	۱۲/۹۹±۰/۱۳	۳/۲۴±۰/۱۸	۱/۲۸±۰/۰۴	۲/۵۳±۰/۰۸	
	P5	sm	۴/۷۵±۰/۲۲	۱۲/۷۳±۰/۱۲	۳/۱۸±۰/۱۴	۱/۵۶±۰/۰۹	۲/۱۰±۰/۱۰	
	P6	sm	۴/۳۶±۰/۱۰	۱۳/۰۱±۰/۱۳	۳/۱±۰/۱۰	۱/۲۶±۰/۰۴	۲/۴۸±۰/۱۰	
	میانگین	sm	۴/۴۹±۰/۲۱	۱۲/۸۹±۰/۱۲	۳/۱۶±۰/۱۶	۳/۳۱±۰/۰۶	۲/۴۴±۰/۱۰	
۷	P1	sm	۴/۳۲±۰/۲۱	۱۱/۸۷±۰/۱۰	۳/۰۷±۰,۱۶	۱/۲۴±۰/۰۵	۲/۵±۰/۰۵	
	P2	sm	۴/۰۲±۱/۰۵	۱۲/۲۳±۰/۲۷	۲/۸۲±۰/۸۲	۱/۱۹±۰/۲۴	۲/۳۵±۰/۲۹	
	P3	sm	۴/۲۳±۰/۱۸	۱۲/۴۳±۰/۱۱	۳±۰/۱۱	۱/۲۲±۰/۰۸	۲/۵۲±۰/۱۲	
	P4	sm	۳/۹±۰/۱۶	۱۱/۱۸±۰/۰۹	۲/۷۸±۰/۱۴	۱/۱۱±۰/۰۴	۲/۵۱±۰/۱۱	
	P5	sm	۴/۱۱±۰/۲۰	۱۱/۰۱±۰/۱۰	۲/۹±۰/۱۶	۱/۲۱±۰/۰۳	۲/۳۸±۰/۰۹	

[Downloaded from mail.mg.genetics.ir on 2026-11-20]
[DOR: 20.1001.1.20084439.1396.12.1.12.2]

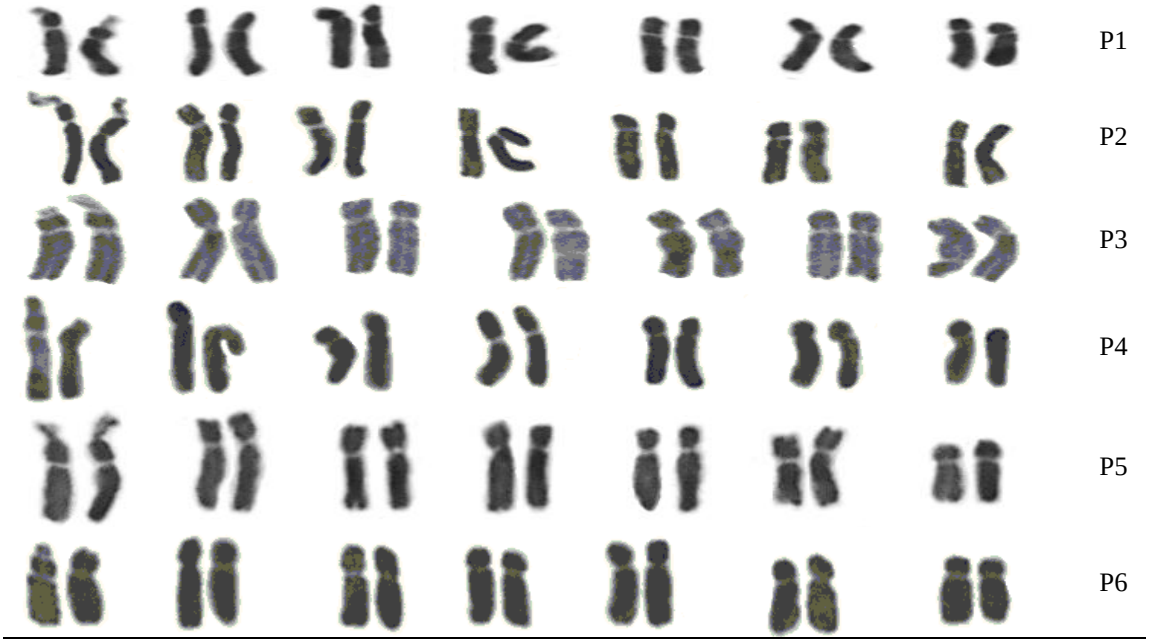
P6	sm	۳/۷۵±۰/۰۸	۱۱/۱۹±۰/۱۰	۲/٦۸±۰/۰٦	۱/۰۹±۰/۰۱	۲/٤٦±۰/۰۳
	میانگین	٤/۰۵±۰/۳۱	۱۱/٦۵±۰/۱۳	۲/۸۷±۰/۲٤	۱/۱۷±۰/۰۸	۲/٤۵±۰/۱۲

*: کروموزوم دارای فرورفتگی ثانویه،sm: کروموزوم ساب‌متاسانتریک، m: کروموزوم متاسانتریک

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

جمعیت	فرمول کروموزومی	میانگین طول کروموزوم	میانگین طول بازوی بزرگ	میانگین طول بازوی کوچک	میانگین شاخص نسبت بازو	میانگین طول ماهواره	جمع طول کل کروموزوم	DRL	R	A_1	A_2	%TF	ST
P1	٦sm+۱m	۵/۱۹	۳/٦۰	۱/۵۷	۲/٤۵	۱/۵۱	۳٦/۳۸	۱/۹۸	۱/٤۵	۰/۵٦	۰/۰۵	۳۰/۳۱	۳A
P2	٦sm+۱m	٤/٦۹	۳/۱۷	۱/۵۱	۲/۲۲	۱/۱٤	۳۲/۸۷	۱/۹۳	۱/٤۸	۰/۵۲	۰/۱۱	۳۲/۲۷	۳A
P3	٦sm+۱m	٤/۸٦	۳/۳۱	۱/۵۰	۲/۳۰	۱/۳	۳٤/۰۳	۱/۸۲	۱/٤۳	۰/۵٤	۰/۰٤	۳۰/۸۸	۳A
P4	٦sm+۱m	٤/۹۸	۳/٤٤	۱/۵۲	۲/۳۸	۱/۱	۳٤/۸٦	۲/۱۸	۱/۵	۰/۵٤	۰/۰۸	۳۰/٦۵	۳A
P5	٦sm+۱m	۵/۳۲	۳/۵۲	۱/۸۰	۲/۰۸	۱/۵۷	۳۷/۳	۲/۷۸	۱/٦۷	۰/٤۹	۰/۰۵	۳۳/۸۰	۳A
P6	٦sm	٤/۷۸	۳/۳۲	۱/٤۵	۲/۳٦	۰/۷۳	۳۳/٤۹	۱/۵۳	۱/۳۹	۰/۵٦	۰/۰۳	۳۰/۳۹	۳A

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



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

به‌عبارت دیگر هر چه TF% به ۵۰ درصد نزدیک‌تر باشد درجه تقارن کاریوتیپی افزایش خواهد یافت (Zuo and Yuan 2001). بنابراین، از این نظر جمعیت P5 با ۳۳/۸۰ درصد کاریوتیپ متقارن و P1 با ۳۰/۳۱ درصد نامتقارن ترین کاریوتیپ را دارند (جدول۳). 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 (A_1) نسبت بازوی هر جفت کروموزوم هومولوگ را نشان می‌دهد در حالی‌که شاخص نامتقارنی بین کروموزومی (A_2) تفاوت طول کروموزوم-ها را نشان می‌دهد. بنابراین روند تغییرات دو شاخص TF% و A_1 (به‌عنوان شاخص‌های عدم تقارن درون کروموزومی) نشان داد که از لحاظ این دو پارامتر جمعیت P1 به‌عنوان کاریوتیپ نامتقارن و جمعیت P5 به‌عنوان کاریوتیپ متقارن در نظر گرفته می‌شود. هم‌چنین از لحاظ شاخص‌های DRL و A_2 (به‌عنوان شاخص‌های عدم تقارن بین کروموزومی) جمعیت P2 نامتقارن‌ترین و جمعیت

[Downloaded from mail.mg.genetics.ir on 2026-11-20]

[DOR: 20.1001.1.20084439.1396.12.1.12.2]

P6 به عنوان متقارن‌ترین کاریوتیپ انتخاب شد (جدول ۳). به طورکلی، توده‌های مطالعه شده دیپلوئید بوده، دارای ١٤ 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 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.

منابع

Alishah A, Omidi M (2008) Laboratory methods in plant cytogenetics. Tehran University Press. (InFarsi)

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 characterics 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 lasi (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 Lind1. 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.

Ghahreman 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 centromieric 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).

Omidi 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 *Cuminium*. 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.

[Downloaded from mail.mg.genetics.ir on 2026-11-20]
[DOR: 20.1001.1.20084439.1396.12.1.12.2]