مقاله پژوهشی، صفحات ۱۸۲-۱۹۶
DOI :10.22034/jpr.2024.8431.3343

کاریومورفولوژی چهار جمعیت از جنس *Tanacetum* L (Asteraceae -Anthemideae) در ایران

نیره اولنج[1*]، علی سنبلی [2]

[1].گروه زیست شناسی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه ملایر، ملایر

[2].پژوهشکده گیاهان و مواد اولیه دارویی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۲/۱۰ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۷/۱۰

چکیده

در این بررسی، جزئیات کاریومورفولوژی چهار جمعیت از دو گونه *Tanacetum* L. (Asteraceae) بخش *Xylopyrethrum* با استفاده از رنگ‌آمیزی مریستم انتهای ریشه با استواورسئین مورد مطالعه قرار گرفت. کاریومورفولوژی این چهار جمعیت برای اولین بار گزارش شده است. ایدیوگرام هر جمعیت تهیه و ویژگی‌های کروموزومی آنها شامل تعداد کروموزوم، طول کل کروموزوم (TKL)، شاخص تقارن درون کروموزومی (A_1) و میان کروموزومی (A_2)، درصد فرم کلی کاریوتایپ (TF %)، طول نسبی (RL)، میانگین شاخص سانترومر (CI)، نسبت بازوهای کروموزوم (AR)، تقارن کاریوتایپ با توجه به دسته‌بندی استبینز اندازه‌گیری گردید. نتایج نشان داد که، جمعیت‌های مختلف گونه *T. kotschyi* و گونه*T. joharchii* تریپلوئید، 2n=3x=27 هستند. در متافاز میتوز انواع کروموزوم متاسانتریک (m)، ساب‌متاسانتریک (sm) و ساب‌تلوسانتریک (st) مشاهده شد. تقارن کاریوتیپ به رده 2A تعلق دارد که نشان دهنده تقارن ابتدایی در این چهار جمعیت می-باشد. با توجه به فرمول کاریوتایپ، درصد فرم کلی کاریوتایپ TF % و اندیس درون کروموزومی (A1)، گونه *T. kotschyi*، جمعیت مرند نسبت به سایر جمعیت‌ها دارای کاریوتیپ نامتقارن‌تر و پیشرفته‌تر و گونه *T. kotschyi*، جمعیت زنجان دارای کاریوتایپ متقارن‌تر و ابتدایی‌تر است.

واژه‌های کلیدی: عدد کروموزومی، کاریوتایپ، تقارن، تریپلوئید، *Tanacetum*.

*نویسنده مسئول، پست الکترونی:n.olanj@malayeru.ac.ir

مقاله پژوهشی، صفحات ۱۸۲-۱۹۶
DOI :10.22034/jpr.2024.8431.3343

مقدمه

جنس *Tanacetum* L. متعلق به خانواده Asteraceae، قبیله Anthemideae است که با حدود ۱۶۰ گونه سومین جنس بزرگ از این قبیله بعد از جنس *Artemisia* L. (با حدود ۵۲۲ گونه) و *Anthemis* L. (با حدود ۱۷۵ گونه) است. اعضای این جنس عمدتا در آسیا، اروپا، امریکای شمالی و شمال آفریقا یافت می شوند (۱۸، ۱۹ و ۲۰). این جنس شامل ۱۸ بخش و ۵۴ گونه در منطقه فلور ایرانیکا است (۲۵) و در ایران بر اساس آخرین اطلاعات دارای ۳۷ گونه است (۶، ۱۲، ۱۳، ۱۶، ۱۷، ۲۱، ۲۵، ۲۹، ۳۰ و ۳۱). در این بررسی ما کاریومورفولوژی دو گونه *T. joharchii* Sonboli & Kazempour و *T.* (Boiss.) Grierson و Osaloo *kotschyi* را بطور کامل بررسی کرده‌ایم. گونه *T. joharchii* در سال ۲۰۱۰ توسط سنبلی و همکاران بعنوان گونه جدید از شمال شرق ایران، استان خراسان معرفی شد، خویشاوند نزدیک این گونه *T. kotschyi* است که در شمال غرب، غرب و جنوب غرب ایران، همچنین کشورهای ارمنستان، ترکیه و عراق پراکنش دارد. *T. joharchii* گیاهی علفی، پشته‌ای- خشبی، بارتفاع ۶-۳ سانتی‌متر و پوشیده از کرک‌های دو شاخه است، دارای برگ‌های ساقه‌ای و قاعده‌ای ساده، ۳ (۴ تا ۵) قطعه‌ای جدا، بطول تا ۱۵ میلیمتر است، کپه‌ها ناجور جنس و منفرد، نهنج کمی محدب، گلهای کناری زبانه‌ای سفید و گلهای طبقی لوله‌ای زرد، و میوه فندقه مستطیلی شکل است.

تقریبا بیشتر مطالعات سیتولوژیک جنس *Tanacetum* بر تعیین تعداد کروموزوم متمرکز بوده است، اما برخی دیگر از مطالعات بخصوص مطالعات اخیر علاوه بر تعیین تعداد کروموزوم به ویژگی‌های کاریومورفولوژی آنها نیز پرداخته است، برای مثال در یک بررسی پنج تاکسون از جنس *Tanacetum* بخش *Xanthoglossa* مطالعه و دو سطح پلوئیدی همراه با ویژگی‌های کاریومورفولوژی آنها گزارش شد (۲۲)، در مطالعه‌ای دیگر کاریومورفولوژی نه تاکسون از جنس مطالعه و دو سطح پلوئیدی (دیپلوئید و تتراپلوئید) مشخص شد (۲۴). در گزارش جدید گونه *T. tenuissimum* (Trautv.) Grossh

مقاله پژوهشی، صفحات ۱۸۲-۱۹۶
DOI :10.22034/jpr.2024.8431.3343

از ایران، توسط اولنج و سنبلی نیز، مشخص شد که این گونه تتراپلوئید است (۲۱). با بررسی دقیق تمامی مطالعات کروموزومی که تا کنون برای جنس *Tanacetum* انجام گرفته، مشخص شد سطوح مختلف پلوئیدی از دیپلوئید (۲n=۱۸)، تتراپلوئید (۲n=۴x=۳۶)، هگزاپلوئید (۲n=۶x=۵۴)، اکتاپلوئید (۲n=۸x=۷۲)، تا دکاپلوئید (۲n=۱۰x=۹۰) در این جنس گزارش شده است، که اکثر گونه های آن دیپلوئید با عدد کروموزوم پایه x=۹ می باشد (۳، ۴، ۵، ۷، ۱۰، ۱۱، ۱۴، ۲۲، ۲۳، و ۲۴). از آنجایی‌که هیچ گونه مطالعه کاریومورفولوژی دقیقی برای گونه *T. joharchii* و *T. kotschyi* یافت نشد، در این بررسی ما کاریومورفولوژی چهار جمعیت مختلف از این دو گونه را به طور کامل بررسی کرده و آنها را با داده های موجود در مطالعات قبلی مقایسه کرده‌ایم.

مواد و روش ها

چهار جمعیت از دو گونه *T. joharchii* و *T. kotschyi* از جنس *Tanacetum* L. بخش *Xylopyrethrum* در شمال غرب و شمال شرق ایران مورد مطالعه قرار گرفت. نمونه های گیاهی و بذر آنها در سالهای ۱۳۹۰-۱۳۸۶ جمع آوری و در هرباریوم گیاهان دارویی دانشگاه شهید بهشتی (MPH) نگهداری شد. گونه‌ها بر اساس فلور و کتاب‌های مختلف (۸، ۱۷، ۲۵ و ۳۵) شناسایی شدند. در جدول شماره ۱ موقعیت جغرافیایی، ارتفاع، نام جمع آوری کننده و شماره هرباریومی تمامی تاکسون‌های مورد مطالعه خلاصه شده است. بذرها در دمای ºC ۲۴ روی کاغذ صافی مرطوب در ظروف پتری ریشه زدند، پس از جوانه‌زنی، بذرها با طول ریشه‌چه ۱ سانتیمتر بمنظور پیش تیمار در محلول ۰/۰۰۲ مولار ۸ هیدروکسی کینولین بمدت ۳/۵-۳ ساعت در دمای اتاق نگهداری شده، پس از آن ریشه‌ها شسته شده و ۲۴ ساعت در محلول اتانول-اسیداستیک گلاسیال (۱-۳) قرار گرفتند، در مرحله نگهداری ریشه‌ها به اتانول ۷۰ درصد منتقل شده و در یخچال در دمای۴C º نگهداری شدند. ریشه‌ها جهت هیدرولیز به محلول یک نرمال هیدروکسید سدیم در حمام بخار آب با دمای ۶۰C º و بمدت ۱۰ دقیقه انتقال داده شده و پس از هیدرولیز بمدت ۳-۲ دقیقه با آب

مقاله پژوهشی، صفحات ۱۸۲-۱۹۶
DOI :10.22034/jpr.2024.8431.3343

شستشو شده و سپس با رنگ استواورسئین ۲ درصد رنگ آمیزی شده و اسکواش شدند. از هر جمعیت ۵ لام تهیه شده و با میکروسکوپ نوری Bx51 مجهز به دوربین SSCD58AP مورد بررسی قرار گرفت و متافازهای مناسب با بزرگنمایی ۱۰۰ میکروسکوپ، شناسایی و از آنها عکس تهیه گردید. جهت نامگذاری انواع کروموزوم‌ها از روش لوان (۱۵) استفاده شد. در این روش با استفاده از مؤلفه نسبت طول بازوی بلند به بازوی کوتاه (r-value) انواع مختلف کروموزومها مشخص و نامگذاری شدند. برای هر جمعیت پس از تعیین تعداد کروموزوم ایدیوگرام تهیه و پارامترهای زیر در مرحله متافاز اندازه گیری شد: طول کل کروموزوم (TKL)، شاخص تقارن درون کروموزومی (A_1) و میان کروموزومی (A_2) به روش رومر و زارکو (۱۹۸۶) و درصد فرم کلی کاریوتایپ (TF %)، طول نسبی (RL)، میانگین شاخص سانترومر (CI)، نسبت بازوهای کروموزوم (AR)،تقارن کاریوتایپ با توجه به دسته‌بندی استبینز (۳۲).

نتایج

Tanacetum* sect. *Xylopyrethrum

Tanacetum. joharchii Sonboli & Kazempour Osaloo

این گونه اندمیک ایران است و با توجه به عدد پایه کروموزومی ۹ تریپلوئید می‌باشد، عدد کروموزوم بدست آمده برای این گونه 2n=3x=27 است، که این عدد گزارش اولیه اولنج و همکاران (۲۳) را تایید می‌کند. فرمول کاریوتیپ، ۲n=۳x=۲۷=۱۸m+۶sm+۳st می‌باشد، قمر کروموزومی حضور ندارد، نسبت بزرگترین کروموزوم به کوچکترین آن ۱/۶۶ می‌باشد، طول نسبی کروموزوم (RL) بین µm ۸/۸۱-۱۴/۶۴ است. با توجه به جدول استبینز (۳۲) نسبت بازوهای کروموزومی≤ ۲:۱، ۰/۲۲ بود. تقارن کاریوتایپ به رده ۲A تعلق دارد (جدول ۲ و ۳، شکلهای ۱A و ۲A)

Tanacetum kotschyi (Boiss.) Grierson

سه جمعیت مختلف از گونه *T. kotschyi* (ارومیه، زنجان و مرند) مورد بررسی قرار گرفت که هر سه جمعیت با توجه به عدد پایه کروموزومی ۹ تریپلوئید بودند و عدد کروموزومی

مقاله پژوهشی، صفحات ۱۸۲-۱۹۶
DOI :10.22034/jpr.2024.8431.3343

بدست آمده برای آنها 2n=3x=27 بود. این سطح پلوئیدی برای این گونه توسط اولنج و همکاران گزارش شده بود (۲۳). چهرگانی ومهانفر در سال ۲۰۰۸، ۲n=2x=۱۸ را گزارش کردند (۴). کاریوتیپ و ایدیوگرام کروموزوم‌های متافازی سوماتیکی جمعیت‌ها در شکلهای ۱ (B,C,D) و ۲ (B,C,D) و جزئیات کاریوتیپی هر یک از جمعیت‌ها و همچنین مقایسه فرمول کاریوتیپ به تفکیک درجداول ۲ و۳ ارائه شده است که با توجه به این نتایج مشخص می شود که، جمعیت‌ها از لحاظ فرمول کاریوتیپ با هم تفاوت دارند.

برای جمعیت زنجان فرمول کاریوتیپ بدست آمده ۲n=۳x=۲۷=۱۸m+۹sm می‌باشد که این فرمول نشان‌دهنده تقارن زیاد این گونه می‌باشد. حضور قمر کروموزومی در هیچ یک از این کروموزوم‌ها مشاهده نشد. نسبت بزرگترین کروموزوم به کوچکترین آن ۱/۹۱ می‌باشد، طول نسبی کروموزوم (RL) بین µm ۱۴/۵۹-۷/۶۳ است و با توجه به جدول استبینز (۳۲) نسبت بازوهای کروموزومی≤ ۲:۱، ۰/۱۱ بود. تقارن کاریوتایپ به رده ۲A تعلق دارد (جدول ۲ و ۳، شکلهای ۱B و ۲B)

فرمول کاریوتیپ بدست آمده برای جمعیت ارومیه ۲n=۳x=۲۷=۲۱m+۶st می باشد که روی ۲ تا از کروموزومهای ۰سه‌تایی کروموزوم ششم قمر کروموزومی دیده می‌شود. نسبت بزرگترین کروموزوم به کوچکترین آن ۱/۴ می‌باشد، طول نسبی کروموزوم (RL) بین µm ۱۳/۲۷-۹ است و با توجه به جدول استبینز (۳۲) نسبت بازوهای کروموزومی≤ ۲:۱، ۰/۲۲ بود. تقارن کاریوتیپ به رده ۲A تعلق دارد (جدول ۲ و ۳، شکلهای ۱C و ۲C).

آخرین بررسی از این گونه جمعیت مرند بود که دارای فرمول کاریوتیپ ۲n=۳x=۲۷=۱۸m+۳sm+۶st می باشد که روی ۲ تا از کروموزومهای سه‌تایی کروموزوم هفتم قمر کروموزومی دیده۰می‌شود. نسبت بزرگترین کروموزوم به کوچکترین آن ۱/۶۹ می‌باشد، طول نسبی کروموزوم (RL) بین µm ۱۴/۲۰-۸/۳۷ است و با توجه به جدول استبینز (۳۲) نسبت بازوهای کروموزومی≤ ۲:۱، ۰/۲۲ بود. تقارن کاریوتیپ به رده ۲A تعلق دارد (جدول ۲ و ۳، شکلهای ۱D و ۲D). هر سه جمعیت به رده ۲A تعلق دارند. جمعیت زنجان با TF % بیشتر (۴۲)

مقاله پژوهشی، صفحات ۱۸۲-۱۹۶
DOI :10.22034/jpr.2024.8431.3343

و فورمول کاریوتیپ ۱۸m+۹sm تقارن بیشتری و جمعیت مرند با TF % کمتر (۳۹) و فورمول کاریوتیپ ۱۸m+۳sm+۶st تقارن کمتری در مقایسه با دو جمعیت دیگر دارد.

جدول ۱- مشخصات رویشگاهی و شماره هرباریومی تاکسون‌های مطالعه شده از جنس *Tanacetum* L.

شماره هرباریومی	محل جمع‌آوری	تاکسون
MPH-۱۶۲۰	خراسان: چناران به سمت باغ میش، کیلومتر ۳۲، کوه‌های هزار مسجد، ارتفاع ۲۷۹۰ متر، سنبلی و قلی‌پور	*T. joharchii* Sonboli & Kaz. Osaloo
MPH-۱۴۱۹	زنجان: سلطانیه به سمت قیدار، کوه‌های قلعه‌بایر، ارتفاع ۲۲۰۰ متر، سنبلی و قلی‌پور	*T. kotschyi* (Boiss.) Grierson
MPH-۱۱۲۹	آذربایجان غربی: ارومیه، جاده اهر، اطراف روستای سلوک، ارتفاع ۲۳۰۰-۱۸۰۰ متر، سنبلی و همکاران	*T. kotschyi*
MPH-۱۳۳۹	آذربایجان شرقی: مرند، میشوداغ، نزدیک یام، ارتفاع۲۲۰۰-۱۳۳۹ متر، سنبلی، قلی‌پور و کاظم‌پور	*T. kotschyi*

جدول ۲- صفات کروموزومی اندازه‌گیری شده در تاکسون‌های مطالعه شده از جنس *Tanacetum* L..

Taxon	محل جمع‌آوری	2n	سطح پلوئیدی	فرمول کاریوتایپ	دامنه اندازه کروموزوم (میکرومتر)	TKL (میکرومتر)	A_1	A_2	SC	TF%
T.	مشهد	۲۷	۳x	۱۸m+۶sm+۳st	3/07-۱	۳۴/۸	۰/۳۱	۰/۱۸	۲A	۴۰
T.	زنجان	۲۷	۳x	۱۸m+۹sm	2/82-۱	۳۷	۰/۲۸	۰/۱۹	۲A	۴۲
T.	ارومیه	۲۷	۳x	۲۱m+۶st	4/17-۱	۴۶/۳	۰/۲۸	۰/۱۵	۲A	۴۱
T.	مرند	۲۷	۳x	۱۸m+۳sm+۶st	3/68-۱	۳۸/۱	۰/۳۴	۰/۱۶	۲A	۳۹

TKL: طول کل کروموزوم، A_1: اندیس نامتقارن بودن درون کروموزومی، A_2: اندیس نامتقارن بودن بین کروموزومی،SC: دسته‌بندی استبینز، TF % :درصد فرم کلی کاریوتایپ.

مقاله پژوهشی، صفحات ۱۸۲-۱۹۶
DOI :10.22034/jpr.2024.8431.3343

جدول۳- پارامترهای کاریومورفولوژی تاکسون‌های مطالعه شده از جنس *Tanacetum* L.

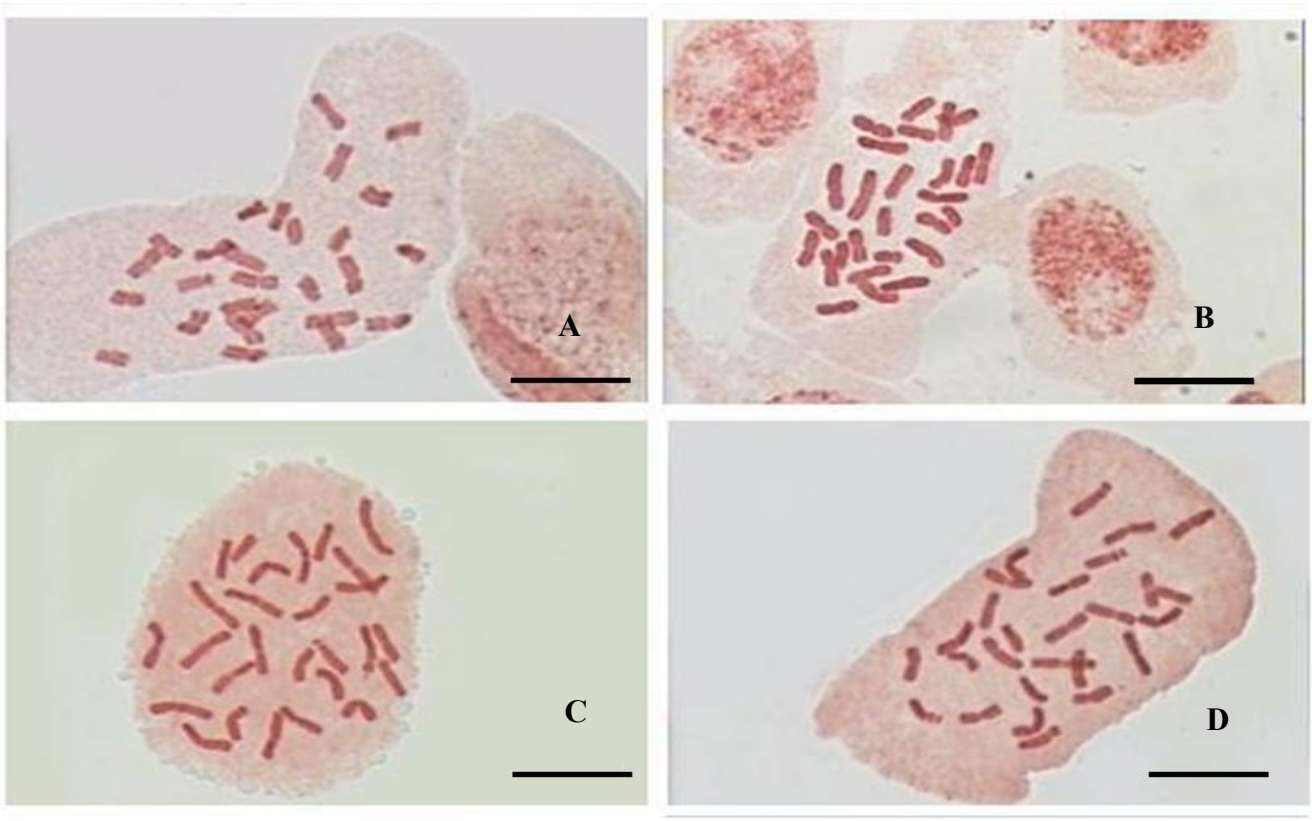
شماره کروموزوم تریپلوئید	RL	AR	CI	نوع	شماره کروموزوم تریپلوئید	RL	AR	CI	نوع
T. joharchii					*T. kotschyi* (Zanjan)				
I	۱۴/۶۴	۱/۳۶	۴۲/۳	m	I	۱۴/۵۹	۱/۱۴	/۷۵ ۴۶	m
II	۱۲/۸۶	۱/۲۶	۴۴/۲۰	m	II	۱۳/۱۰	۱/۷	/۹۸ ۳۶	sm
III	۱۲/۸۹	۱/۷۰	۳۶/۹۷	sm	III	۱۲/۲۴	۱/۵۳	/۶۰ ۳۹	m
IV	۱۱/۴۸	۱/۱۲	۴۷/۲۵	m	IV	۱۱/۴۲	۱/۱۷	/۹۷ ۴۵	m
V	۱۰/۸۵	۱/۱۰	۴۷/۶۲	m	V	۱۱/۱۵	۱/۱۹	/۶۳ ۴۵	m
VI	۱۰/۴۲	۱/۳۹	۴۱/۸۷	m	VI	۱۰/۴۵	۱/۰۵	/۷۰ ۴۸	m
VII	۹/۰۷	۱/۱۸	۴۵/۸۹	m	VII	۱۰/۳۷	۱/۷۲	/۸۱ ۳۶	sm
VIII	۸/۹۶	۳/۸۸	۲۰/۵۱	st	VIII	۹/۰۴	۱/۲۸	/۰۱ ۴۴	m
IX	۸/۸۱	۲/۳۷	۲۹/۶۴	sm	IX	۷/۶۳	۲/۵۹	/۰۱ ۲۸	sm
T. kotschyi **(Urmia)**					*T. kotschyi* (Marand)				
I	۱۳/۲۷	۱/۲۳	۴۴/۸۷	m	I	۱۴/۲۰	۱/۱۰	/۶۹	m

مقاله پژوهشی، صفحات ۱۸۲-۱۹۶
DOI :10.22034/jpr.2024.8431.3343

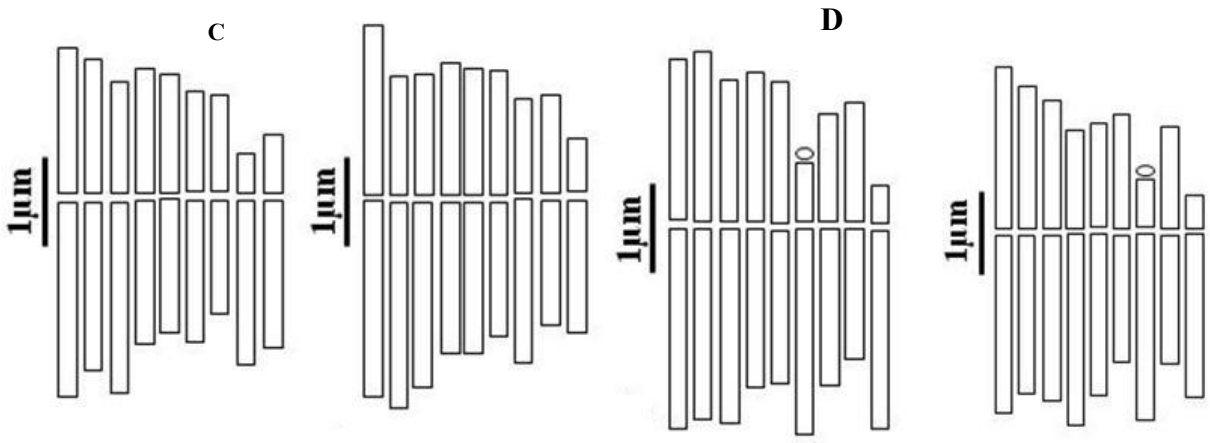
								۴۷	
II	۱۳/۱۹	۱/۱۳	۴۶/۹۷	m	II	۱۲/۵۰۰	۱/۱۳	/۸۵۴۶	m
III	۱۲/۵۲	۱/۳۶	۴۲/۴۱	m	III	۱۲/۲۱	۱/۲۸	/۸۷۴۳	m
IV	۱۱/۵۱	۱/۰۶	۴۸/۴۱	m	IV	۱۲/۱۶	۱/۹۲	/۱۳۳۴	sm
V	۱۱/۱۹	۱/۰۷	۴۸/۴۶	m	V	۱۱/۰۸	۱/۵۷	/۸۶۳۸	m
VI	۱۰/۰۰	۳/۳۴	۲۳/۱۱	st	VI	۱۰/۱۳	۱/۱۲	/۱۵۴۷	m
VII	۹/۷۶	۱/۴۷	۴۰/۴۹	m	VII	۹/۶۹	۳/۷۴	/۱۴۲۱	st
VIII	۹/۳۵	۱/۰۷	۴۸/۵۰	m	VIII	۹/۶۶	۱/۲۲	/۱۱۴۵	m
IX	۹/۰۰	۴/۶۶	۱۷/۷۵	st	IX	۸/۳۷	۴/۴۱	/۵۰۱۸	st

RL: طول نسبی کروموزوم، AR: نسبت طول بازوی بزرگ به بازوی کوچک، CI: اندیس سانترومر (طول کل کروموزوم/۱۰۰×طول بازوی کوتاه)، m متاسانتریک، sm: ساب‌متاسانتریک، st: ساب‌تلوسانتریک.

مقاله پژوهشی، صفحات ۱۸۲-۱۹۶
DOI :10.22034/jpr.2024.8431.3343



شکل ۱- کروموزوم‌های متافازی تاکسون‌های مطالعه شده از جنس *Tanacetm* L. .A، *T. joharchii* .B، *T. kotschyi* (زنجان)، C، *T. kotschyi* (ارومیه)، D، *T. kotschyi* (مرند). مقیاس، ۱۰ میکرومتر.



شکل ۲- ایدیوگرام کروموزوم‌های متافازی میتوز تاکسون‌های مطالعه شده از جنس *Tanacetm* L. .A، *T. joharchii* .B، *T. kotschyi* (زنجان)، C، *T. kotschyi* (ارومیه)، D، *T. kotschyi* (مرند).

مقاله پژوهشی، صفحات ۱۸۲-۱۹۶
DOI :10.22034/jpr.2024.8431.3343

بحث

تصاویر گستره متافازی و ایدیوگرام کروموزوم‌های میتوزی تاکسون‌های مورد مطالعه در شکل‌های ۱ A و B ۲ و ویژگی‌های کروموزومی آنها در جدول ۳ و پارامترهای تقارن کاریوتیپ آنها در جدول ۲ آورده شده است. عدد پایه کروموزومی در این تاکسون‌ها x=۹ و تعداد کروموزوم در چهار تاکسون مورد مطالعه ۲n=۳x=۲۷ و تریپلوئید بود. یکی از مکانیسم‌های مهم و قابل ذکر در تکامل گیاهان پلی‌پلوئید می‌باشد (۲، ۲۷ و ۲۸). سطوح مختلف پلوئیدی در جنس *Tanacetum* گزارش شده است (۳، ۴، ۵، ۷، ۱۰، ۱۱، ۱۴، ۲۲، ۲۳، و ۲۴)، که می‌تواند منجر به تنوع و گونه‌زایی شود (۷ و ۳).

بطور کلی یک تریپلوئید از طریق هیبرید شدن یک گونه دیپلوئید و یک گونه تتراپلوئید ایجاد میشود (۳۲ و ۳۳)، با توجه به این مطلب اغلب گونه‌های تریپلوئید در بین جمعیتهای میکسوپلوئیدی که شامل دیپلوئید و تتراپلوئید هستند ایجاد میشوند. گیاهان تریپلوئید همچنین می‌توانند از طریق الحاق یک تخمک کاهش نیافته با یک دانه گرده کاهش یافته ایجاد شوند که این حالت در گونه-های که تنها جمعیت‌های دیپلوئید دارند دیده میشود، تریپلوئیدها معمولا عقیم هستند و از نظر تولید مثل جنسی حالت پایدار ندارند .و بقای آنها تا حد زیادی بستگی به تولید مثل رویشی دارد (۹)، اگرچه در جمعیت‌های طبیعی این حالت کمتر دیده میشود اما از آنجایی‌که گزارش عدد کروموزومی که قبلا برای گونه *T. kotschyi* ارایه شده بود دیپلوئید است و از آنجاییکه هر سه جمعیت مختلف این گونه تریپلوئید بود فرض دوم در اینجا محتم تر به نظر می‌رسد و هر ۴ تاکسون تریپلوئید اتو تریپلوئید هستند.

نتایج حاصل از آنالیز فیلوژنی داده‌های توالی ITS به روش Bayesian نشان داد جنس *Tanacetum* با ارزش بوتستراپ ۱۰۰ درصد تک تبار است، در این درخت گونه *T. joharchii* همراه با سه جمعیت مختلف از *T. kotschyi* و *T. tenuisectum* (Boiss.) Podl. با احتمال پسین (posterior probability) ۱ و ارزش بوتستراپ ۹۷ درصد در یک کلاد (بخش

مقاله پژوهشی، صفحات ۱۸۲-۱۹۶
DOI :10.22034/jpr.2024.8431.3343

Xylopyrethrum) قرار میگیرد (۳۰). با توجه به این مطلب و همچنین با توجه به شباهت مورفولوژی گونه *T. joharchii* به *T. kotschyi* (۳۰) به نظر می‌رسد که گونه *T. joharchii* هیبرید دو گونه *T. kotschyi* و *T. tenuisectum* باشد.

از نظر فرمول کاریوتیپی سه نوع کروموزوم متاسانتریک، ساب‌متاسانتریک و ساب‌تلوسانتریک در مجموعه کروموزوم‌های این تاکسون‌ها وجود دارد، تعداد کروموزوم‌های متاسانتریک بین ۷-۶ از کل ۹ کروموزوم تریپلوئید است و تنها گونه *T. kotschyi*جمعیت زنجان فاقد کروموزوم ساب-تلوسانتریک است (جدول ۲).

شکل کروموزوم‌ها از لحاظ محل سانترومر و همچنین تعداد ماهواره در گونه‌های مطالعاتی بعنوان یک کلید جهت تمایز و قرابت بین گونه‌ها استفاده می‌شود (۳۴). هفت کروموزوم هومولوگ سه تایی از ۹ کروموزوم در گونه *T. kotschyi* (جمعیت ارومیه) متاسانتریک است و دو کروموزوم از کروموزوم‌های سه‌تایی همولوگ شماره ۶ دارای ماهواره است. همچنین یک ماهواره در دو کروموزوم از کروموزوم‌های سه‌تایی همولوگ شماره ۷ در گونه *T. kotschyi* جمعیت مرند مشاهده شد، در حالی‌که دو تاکسون دیگر فاقد ماهواره است. براساس جدول دوطرفه استبینز (۳۲) چهار تاکسون با قرار گرفتن در کلاس 2A کاریوتیپ متقارن دارند، از لحاظ شاخص نامتقارنی درون کروموزومی و بین کروموزومی (۲۶) کمترین شاخص نامتقارنی درون کروموزوی (A_1) (۰/۲۸) به گونه *T. kotschyi* جمعیت زنجان و ارومیه و بیشترین آن (۰/۳۴) به گونه *T. kotschyi* جمعیت مرند تعلق دارد. کمترین شاخص نامتقارنی بین کروموزومی (A_2) (۰/۱۵) به گونه *T. kotschyi* جمعیت ارومیه و بیشترین آن (۰/۱۹) به *T. kotschyi* جمعیت زنجان تعلق دارد.

کمترین طول کل کروموزوم (۳۴/۸ میکرون) در گونه *T. joharchii* و بیشترین طول کل کروموزوم (۴۶/۳ میکرون) و همچنین بیشترین میانگین طول کروموزوم (۶/۲۴) در گونه *T. kotschyi* جمعیت ارومیه مشاهده شد. از نظر مقادیر ٪ TF نیز با توجه به این که هرچه مقدار عددی این آمار بیشتر باشد تقارن کاریوتایپ بیشتر است، جمعیت *T. kotschyi* زنجان با ٪

مقاله پژوهشی، صفحات ۱۸۲-۱۹۶
DOI :10.22034/jpr.2024.8431.3343

TF (۴۲) متقارن‌ترین کاریوتیپ و جمعیت *T. kotschyi* مرند با ٪ TF (۳۹) نامتقارن ترین کاریوتیپ را دارا هستند. از آنجاکه در نهاندانگان کاریوتیپ نامتقارن از نظر تکاملی پیشرفته‌تر است (۱) و همچنین با مقایسه تاکسون‌های مورد مطالعه، با توجه به فرمول کاریوتیپ، درصد فرم کلی کاریوتایپ ٪ TF و اندیس درون کروموزومی (A1)، گونه *T. kotschyi* جمعیت مرند تحول‌یافته‌تر با کاریوتیپ نامتقارن‌تر و گونه *T. kotschyi* جمعیت زنجان کمتر تحول‌یافته با کاریوتیپ متقارن‌تر می‌باشد.

سپاسگزاری

نگارندگان مقاله حاضر از معاونت پژوهشی دانشگاه ملایر برای حمایت مالی از پژوهش حاضر قدردانی می‌کنند.

منابع

1-داداشیان ریحان، ا.، نصرتی، ه.، و رزبان حقیقی، ا.، ۱۳۹۶. مطالعه کاریوتیپ سه جمعیت از گیاه دارویی *Silybum marianum*. مجله تازه‌های بیوتکنولوژی سلولی-مولکولی، شماره ۲۷، ص ۶۳ تا ۶۸.

2-Bretagnolle, F., Felber, F., Calame, FG., and Küpfer, Ph., 1998. La polyploïdie chez les plantes. Botanica Helvetica, 108, PP: 5–37.

3-Chehregani, A., and Hajisadeghian, S., 2009. New chromosome counts in some species of *Asteraceae* from Iran. Nordic Journal of Bottany, 27, PP: 247-250.

4-Chehregani, A., and Mehanfar, N., 2008. New Chromosome Counts in the Tribe *Anthemideae* (*Asteraceae*) from Iran. Cytologia, 73, PP:189-196.

5-Chehregani, A., Atri, M., Sarmadi, J., and Asgari, M., 2011. Chromosome number variation in *Tanacetum polycephalum* Sch.Bip. (L.) (*Asteraceae*) in west of Iran. Caryologia, 64(3), PP:302-308.

6-Djavadi, SB., 2008. Three new records of *Tanacetum* for the flora of Iran. Rostaniha, 9(1), PP:23-32.

7-Ghasemkhani, T., Ahmadi, M., and Atri, M., 2013. Variation of chromosome numbers in 14 populations of *Tanacetum parthenium* and eight populations of *T. polycephalum*in Hamedan Province, Iran. Chromosome Botany, 8, PP: 103-108.

8-Grierson, A. J. C., 1975. :*Tanacetum*. In: Davis, P.H. (Ed.), Flora of Turkey and the east Aegean Islands, 5. Edinburgh Univ. Press, PP: 256-292.

9-Hong, DY., 1990. Plant cytotaxonomy. Science Press, Beijing.

10-Inceer, H., Hayirlioglu-Ayaz, S., Guler, HS., Aksu, N., and Ozcan, M., 2012. Karyological studies of some representatives of *Tanacetum* L. (*Anthemideae-Asteraceae*) from north-east Anatolia. Plant Systematics and Evolution, 298(4), PP:827-834.

11-Javadi, H., 2017. Karyologial data of *Tanacetum polycephalum* Schultz-bip. and *T. parthenium* Schultz-bip. (*Asteraceae*) populations. Journal of

DOI :10.22034/jpr.2024.8431.3343

Cell and Molecular Research. 9, PP: 59-66.

12-Kazemi, M., Sonboli, A., Zare Maivan, H., and Kazempour Osaloo, Sh., 2014a. A taxonomic reassessment of the *Tanacetum aureum* (*Asteraceae*, *Anthemideae*) species group: insights from morphological and molecular data. Turkish Journal of Botany, 38, PP: 1259-1273.

13-Kazemi, M., Sonboli, A., Zare Maivan, H., Kazempour Osaloo, Sh., and Mozaffarian, V., 2014b. *Tanacetum tarighii* sp. nov. (*Asteraceae-Anthemideae*) from north west of Iran. Annales Botanic Fennici, 51, PP: 419-422.

14-Kurşat, M., 2020. Karyotype analysis in ten taxa of *Tanacetum* L. (*Asteraceae*) from Turkey. Cytologia, 85, PP: 203-207.

15-Levan, A. *et al*. 1964. Nomenclature for centromeric position on chromosomes. Hereditas, 52, PP:201-220.

16-Mozaffarian, M., 2005. Notes on the tribe *Anthemideae* (*Compositae*), new species, new records and new combinations for Iran. Iranian Journal of Botany, 11(1), PP:115–127.

17-Mozaffarian, M., 2008. Flora of Iran, *Compositae*: *Anthemideae* and *Echinopeae*. In: *Tanacetum* L. edited by M.Assadi *et al*. 59:134-198. Tehran: Research Institute of Forests and Rangelands.

18-Oberprieler, C. *et al*. 2007. A new subtribalclassifi cation of the tribe *Anthemideae* (*Compositae*). – Willdenowia, 37, PP: 89-114.

19-Oberprieler, C., *et al*. 2009. *Anthemideae*. – In: Funk, V. A. *et al*. (eds), Systematics, evolution and biogeography of the *Compositae.* Vienna, IAPT, PP: 631-666.

20-Oberprieler, C., Vogt, R., and Watson, L.E., 2006. XVI. Tribe *Anthemideae* Cass. In: Kadereit, J.W., Jeffrey, C. (Eds.), The Families and Genera of Vascular Plants, vol. 8. Berlin, Germany. Springer, PP: 342-374.

21-Olanj, N., and Sonboli, A., 2021. Biosystematics of *Tanacetum tenuissimum*, a new record from NW of Iran. Rostaniha, 22(2), PP:250-258.

22-Olanj, N., and Sonboli, A., 2023. Karyomorphology of five taxa of Tanacetum sect. Xanthoglossa from Iran. Rostaniha, 24(2), PP: 167–176.

23-Olanj, N., Garnatje, T., Sonboli, A., Valles, J., and Garcia, S., 2015. The striking and unexpected cytogenetic diversity of genus *Tanacetum* L. (*Asteraceae*): a cytometric and fluorescent in situ hybridization study of Iranian taxa. BMC Plant Biology, 15, PP:174-189.

24-Olanj, N., Sonboli, A., Riahi H., and Kazempour Osaloo, Sh., 2013. Karyomorphological study of nine *Tanacetum* taxa (*Asteraceae*, *Anthemideae*) from Iran. Caryologia, 66, PP: 321-332.

25-Podlech, D., 1986. *Tanacetum*. In: Flora Iranica edited by Rechinger KH, Vol. 158. Gruck V. – Verlagsanstalt, PP. 88 –148.

26-Romero Zarco, C., 1986. A new method for estimating karyotype asymmetry. Taxon. 35(3), PP:526-530.

27-Soltis, DE., and Soltis, PS., 1999. Polyploidy: recurrent formation and genome evolution. Trends in Ecology and Evolution, 14: PP: 348–352.

28-Soltis, DE., Soltis, PS., Pires, JC., Kovarik, A., Tate, JA,. and Mavrodiev,

مقاله پژوهشی، صفحات ۱۸۲-۱۹۶
DOI :10.22034/jpr.2024.8431.3343

E., 2004. Recent and recurrent polyploidy in Tragopogon (Asteraceae): cytogenetic, genomic and genetic comparisons. Biological Journal of the Linnean Society, 82, PP: 485–501.

29-Sonboli, A., Kazempour Osaloo, S., Mozaffarian, V., Naderi, K., and Larti, M., 2010a. *Tanacetum zahlbruckneri* (*Compositae-Anthemideae*), an enigmatic record from Iran and its phylogenetic position. Rostaniha, 11, PP: 175–181.

30-Sonboli, A., Kazempour Osaloo, S., Riahi, H., and Mozaffarian, V., 2010b. *Tanacetum joharchii* sp. nov. (*Asteraceae-Anthemideae*) from Iran: and its taxonomic position based on molecular data. Nordic Journal of Botany, 28, PP: 74–78.

31-Sonboli, A., Kazempour Osaloo, Sh., Vallès, J., and Oberprieler, C., 2011. Systematic status and phylogenetic relationships of the enigmatic *Tanacetum paradoxum* Bornm. (*Asteraceae*, *Anthemideae*): evidences from nrDNA ITS, micromorphological, and cytological data. Plant Systematics and Evolution, 292(1–2), PP:85–93.

32-Stebbins, GL., 1971. Chromosomal evolution in higher plants. Edward Arnold Publishers Ltd, London.

33-Stebbins, GL., 1974. Flowering plants: evolution above the species level. Harvard University Press, Cambridge, MA. GRANT V. 1981. Plant speciation. Columbia University Press, New York, USA

34-Tavakoli Banizi, R., Imani, A., Zarifi, E., Jafaraghaie, M., and Mohamadi, A., 2009. Cytogenetic studies on four almond subgenera. Iranian Journal of Rangelands and Forests Plant Breeding and Genetic Research, 17, PP:304-3012.

35-Tzvelev, N. N., 1961. *Ajania* Poljak. – In: Shishkin, B. K. and Bobrov, E. G. (eds), Flora of the USSR. Vol. 26. Akad. Nauk, PP: 458-473.

مقاله پژوهشی، صفحات ۱۸۲-۱۹۶

DOI :10.22034/jpr.2024.8431.3343

Karyomorphology of four population of *Tanacetum* L. (Asteraceae-Anthemideae) from Iran

Nayyereh Olanj[1]*, Ali Sonboli[2]

[1] Department of Biology, Faculty of Sciences, Malayer University, Malayer, Iran.

[2]Department of Biology, Medicinal Plants and Drugs Research Institute, Shahid Beheshti University, G.C., Evin, Tehran, Iran.

*Corresponding Author Email: n.olanj@malayeru.ac.ir

In the present study, the detailed karyomorphology of four populations belonging to two species of Tanacetum sect. Xylopyrethrum were studied by using aceto orcein staining of meristamtic root tips. The karyomorphology of four populations are reported here for the first time. Ideograms of each population were made and karyotypic characteristics including the chromosome number, total karyotype length (TKL), Intra chromosomal (A_1), Interchromosomal (A_2) asymmetry indices, Karyotype form percentage (TF %), Relative lenghth (RL), Mean centromeric index (CI), and Arm ratio (AR), Karyotype classification followe, using Stebbins classification. Different populations of *T. Kotschyi* and *T. joharchii* were triploid, 2n=3x=27. At mitotic metaphase, all chromosomes had median region (m), submedian (sm) and subtelocentric (st) centromeres. The karyotypes are classified in types 2A, showing the presence of a primitive symmetrical karyotype in the genus *Tanacetum*. Based on karyotype formula, total form percentage (TF%) and Intra chromosomal index (A_1), *T. kotschyi*, Marand population showed asymmetrical karyotype and advanced while *T. kotschyi*, Zanjan population had an symmetric karyotype and primitive comared with other populations.

Keywords: Chromosome number; karyotype; symmetry; Triploid; *Tanacetum*