Research Article

DOI: 10.22092/ijrfpbgr.2026.372382.1494

Iranian Journal of Rangelands and Forests Plant Breeding and Genetic Research

Vol. 34, No. 1, Page 1-16 (2026)

Cytogenetic studies of some populations of Asteraceae and Lamiaceae families

Hamideh Javadi [1*] and Parvin Salehi Shanjani [2]

1* Corresponding author, Assoc. Prof., Research Institute of Forests and Rangelands, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran.
E-mail: hjavadim@yahoo.com

2 Assoc. Prof., Research Institute of Forests and Rangelands, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran.

Received: 24/02/2026 Revised: 23/05/2026 Accepted: 30/05/2026

Abstract

Background and Objectives: The Asteraceae family, with many genera and species, is one of the largest plant families. These plants are dispersed all over the world, except in tropical areas. They are used in traditional medicine. Studies conducted on this family showed that these plants, with basic chromosome numbers of x=9 and 15, exhibit different ploidy levels. The Lamiaceae family is also one of the largest flowering plant families, with global dispersion and medicinal species. The basic chromosome number is often x=12, and they are mainly diploid and tetraploid. The present study was conducted to document the chromosome number of different populations from the two families Asteraceae and Lamiaceae, to complement the data obtained from morphological and agronomic studies and to increase knowledge about the chromosome number and ploidy variation in these populations.

Materials and Methods: The seeds of the superior populations studied belonged to the two families Asteraceae and Lamiaceae and seven genera (Achillea, Anthemis, Matricaria, Tanacetum, Tripleurospermum, Mentha, Nepeta), which were obtained from the Natural Resources Gene Bank of Iran. To break seed dormancy, various methods (chilling, removing the seed coat, diluted acid treatment, washing under running water) were used. For cultivation, 20 seeds from each population were separated and after disinfection, they were sown on wet filter paper and in Petri dishes and kept at a temperature of 4°C for four weeks. At the end of the chilling period, they were transferred to a germinator with regulated temperature and humidity. The roots were separated when their length reached 1.5 cm. Pretreatment, fixation, preservation, hydrolysis and staining were performed and finally, microscopic sample preparation was conducted using the squash method. Five metaphase plates were recorded for each population by a digital camera. Karyotypes of the populations were prepared using Photoshop software and their chromosome numbers and ploidy levels were determined. Micro Measure software was used to measure various karyotype parameters. Other indices, such as long arm (L%), short arm (S%), Intra-chromosome asymmetry index (A1), Inter-chromosome asymmetry index (A2), difference of relative length (DRL), total form percentage (TF%) and karyotype formula (KF), were calculated using Excel software and the relevant formulas.

Copyright: © 2026 by the authors. This is an open access, peer-reviewed article published by Research Institute of Forests and Rangelands (http://ijrfpbgr.areeo.ac.ir//) and distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (http://creativecommons.org/licenses/by/4.0), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.

Results: In the genus Achillea, populations of *A. millefolium* (x=9) and *A. wilhelmsii* (x=15 and x=9) showed two ploidy levels (diploid & tetraploid). Total genome length (TL) values ranged from 53.12 µm in population 14198 of *A. millefolium* to 85.76 µm in population 23458 of *A. wilhelmsii*. All populations of both *Anthemis tinctoria* and *Matricaria recutita* were diploid with x=9 (2n=18). Chromosome lengths of *M. recutita* were longer than *A. tinctoria*, and the highest value of TL (65.40) belonged to *M. recutita*. Populations of *Tanacetum parthenium* and *Tripleurospermum sevasnense* with x=9 were diploid (2n=2x=18). For TL, there were no significant differences among *Tanacetum parthenium* populations. The longest total genome (TL=73.56 µm) belonged to population 1087 of *Tripleurospermum sevanense.*
In the genus Mentha, the populations of *M. longifolia* (14161, 26436, 29910), and Nepeta, populations of *N. catarica* (15062, 21030, 33531), were all diploid with x=12 (2n=24). Total genome length (TL) values ranged from 17.64 µm to 19.88 in populations of *M. longifolia*. The highest and lowest values of TL were for population 29910 (Shahre Kord) and 26436 (Gazvin), respectively. These values ranged from 13.74 to 18.74 for populations of *N. cataria*. The populations of 21030 (Mehriz) and 15062 (Taft) showed the highest and lowest values of TL, respectively. In both species, the karyotype formula was short and more metacentric chromosomes.
Conclusion: The superior populations (in terms of morphological and agronomic traits) were examined regarding chromosomal traits (number and type of chromosomes) and karyotypic traits (genome length, centromere position and symmetry traits). In the genera belonging to the family Asteraceae (Achillea, Anthemis, Matricaria, Tanacetum and Tripleurospermum), all species were diploid and tetraploid with x=9 (except for population 14930 of the species *Achillea wilhelmsii* with base chromosome number 15). The genera belonging to the family Lamiaceae (Mentha and Nepeta) were diploid with a base number of 12.

Keywords: Chamomile, Chromosome, Karyotype, Mint, Yarrow

مطالعه خصوصیات سیتوژنتیکی برخی جمعیت‌های دو تیره Asteraceae و Lamiaceae

حمیده جوادی[۱*] و پروین صالحی‌شانجانی[۲]

۱*- نویسنده مسئول مکاتبات، دانشیار، گروه بانک ژن منابع طبیعی، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران پست‌الکترونیک: Hjavadim@yahoo.,com

۲- دانشیار، گروه بانک ژن منابع طبیعی، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۱۲/۰۵ تاریخ اصلاح نهایی: ۱۴۰۵/۰۳/۰۲ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۵/۰۳/۰۹

چکیده

سابقه و هدف: تیره گل‌مینا (Asteraceae)، یکی از بزرگترین تیره‌های گیاهی است که دارای جنس‌ها و گونه‌های فراوان است. گیاهان این تیره در سراسر جهان بغیر از مناطق گرمسیری، پراکنده‌اند و اکثراً دارویی بوده و در طب سنتی کاربرد دارند. مطالعات انجام‌شده بر روی این تیره، نشان می‌دهد که این گیاهان با اعداد کروموزومی پایه (x)، ۹ و ۱۵، سطوح پلوئیدی متفاوتی را نشان می‌دهند. تیره نعناعیان (Lamiaceae) نیز یکی از بزرگترین تیره‌های گیاهان گلدار است که پراکنش جهانی داشته و اغلب گونه‌های آن دارویی هستند. عدد پایه کروموزومی در اکثریت گونه‌ها، x=۱۲ بوده و عمدتاً دیپلوئید و تتراپلوئید هستند. این مطالعه، به‌منظور مستندسازی تعداد کروموزوم‌های جمعیت‌های مختلف از دو تیره Asteraceae و Lamiaceae برای تکمیل داده‌های حاصل از مطالعات و ارزیابی‌های مورفولوژیکی و زراعی و افزایش دانش در مورد تعداد کروموزوم‌ها و تنوع پلوئیدی در این جمعیت‌ها انجام شد.

مواد و روش‌ها: بذر جمعیت‌های مورد مطالعه، شامل پنج جنس (Achillea، Anthemis، Matricaria، Tanacetum و Tripleurospermum) از تیره گل‌مینا (Asteraceae) و دو جنس (Mentha و Nepeta) از تیره نعناع (Lamiaceae) بودند که از بانک ژن منابع طبیعی ایران تهیه شدند. برای حذف خواب بذرها، از روش‌های مختلف خواب‌شکنی (سرمادهی، حذف پوسته بذر، تیمار با اسیدسولفوریک رقیق‌شده و شستشو در زیر آب جاری) استفاده شد. برای کشت، تعداد ۲۰ عدد بذر از هر جمعیت، جدا کرده و پس از ضدعفونی‌کردن، بر روی کاغذ صافی مرطوب و درون پتری‌دیش کشت شدند و به‌مدت چهار هفته در دمای ۴ درجه قرار گرفتند. پس از پایان دوره سرمادهی، به دستگاه ژرمیناتور با دما و رطوبت تنظیم‌شده منتقل شدند. ریشه‌ها را زمانی که طول آنها به ۱/۵ سانتی‌متر رسید جدا کرده و عملیات پیش‌تیمار، فیکسه‌کردن، نگهداری، هیدرولیز و رنگ‌آمیزی بر روی ریشه‌ها اعمال و نهایتاً نمونه میکروسکوپی به روش اسکواش، تهیه گردید. برای هرجمعیت پنج صفحه متافازی توسط دوربین دیجیتال، ثبت شد. با استفاده از نرم‌افزار فتوشاپ (Photoshop)، کاریوتیپ جمعیت‌ها تهیه و تعداد کروموزوم‌ها و سطح پلوئیدی آن‌ها تعیین گردید و برای اندازه‌گیری پارامترهای مختلف کاریوتیپ از نرم‌افزار Micro measure، استفاده شد. شاخص‌های دیگر از قبیل درصد بازوی بلند کروموزومی (L%)، درصد بازوی کوتاه کروموزومی (S%)، شاخص عدم تقارن درون کروموزومی (A1)، شاخص عدم تقارن بین کروموزومی (A2)، تفاوت طول نسبی کروموزوم‌ها (DRL)، درصد شکل کلی کاریوتیپ (TF%)، انحراف معیار (SD) و خطای استاندارد (SE) با کمک نرم‌افزار Excel و با استفاده از فرمول‌های مربوطه محاسبه شدند.

نتایج: از جنس بومادران (Achillea L.)، جمعیت‌های گونه *A. millefolium* عدد پایه کروموزومی x=۹ و جمعیت‌های گونه *A. wilhelmsii* با عدد پایه کروموزومی x=۹ و ۱۵، دو سطح پلوئیدی (دیپلوئید و تتراپلوئید) را نشان دادند. مقادیر طول کل ژنوم (TL)، در جمعیت‌ها، از ۵۳/۱۲ میکرون در جمعیت ۱۴۱۹۸ از گونه *A. millefolium* تا ۸۵/۷۶ میکرون در جمعیت ۲۳۴۵۸ از گونه *A. wilhelmsii* متغیر بود. در جنس بابونه (Anthemis L.)، از جمعیت‌های گونه *A. tinctoria* از جنس بابونه آلمانی (Matricaria L.)،

از جمعیت‌های گونه *M. recutita*، با x=۹ دیپلوئید (۲n=۲x=۱۸) بررسی شدند. کروموزوم‌های جمعیت‌های *M. recutita* در مقایسه با جمعیت‌های A. tinctoria بزرگتر بوده و بلندترین طول ژنوم (TL=۶۵/۴۰) در جمعیت ۹۳۸۹ (*M. recutita*) ، دیده شد. از جنس بابونه‌گاوی (Tanacetum L.)، جمعیت‌های گونه *T. parthenium* و از جنس بابونه‌کاذب (Tripleurospermum Schultz-Bip.). جمعیت‌های گونه *T. sevasnense*، همگی با x=۹ دیپلوئید (۲n=۲x=۱۸) ، بودند. البته بین جمعیت‌های مختلف گونه *Tanacetum parthenium* از لحاظ طول ژنوم تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. در جمعیت‌های گونه *Tripleurospermum sevasnense*، جمعیت ۱۰۸۷، بیشترین طول ژنوم (۷۳/۵۶ میکرون) را نشان داد. جمعیت‌های متعلق به جنس نعناع (Mentha L.) از گونه *M. longifolia*، ۱۴۱۶۱، ۲۶۴۳۶، ۲۹۹۱۰ و جنس پونه (Nepeta L.) ، از گونه *N. catarica*، ۱۵۰۶۲، ۲۱۰۳۰ و ۳۳۵۳۱، همگی با x=۱۲ دیپلوئید (۲n=۲x=۲۴) بودند. طول کل ژنوم در بین جمعیت‌های مختلف گونه *M. longifolia*، بین ۱۷/۶۴ تا ۱۹/۸۸ میکرون متغیر بود. به‌طوری‌که بیشترین و کمترین مقدار آن، به‌ترتیب در جمعیت ۲۹۹۱۰ (شهرکرد) و جمعیت ۲۶۴۳۶ (قزوین) مشاهده شد. در بین جمعیت‌های گونه N. cataria این مقادیر بین ۱۳/۷۴ تا ۱۸/۷۴ میکرون بود که جمعیت ۲۱۰۳۰ (مهریز) بیشترین و جمعیت ۱۵۰۶۲ (تفت) کمترین مقدار را نشان داد. در هر دو گونه، غالبیت کروموزوم‌های متاسانتریک و کوچک بودن کروموزوم‌ها دیده می‌شود.

نتیجه‌گیری: جمعیت‌های مختلف از دو تیره Asteraceae و Lamiaceae، از نظر صفات کروموزومی (تعداد و نوع کروموزوم) و صفات کاریوتیپی (طول ژنوم، وضعیت سانترومر و صفات تقارن) مورد مطالعه قرار گرفتند. در جنس‌های متعلق به تیره Asteraceae (Achillea، Anthemis، Matricaria، Tanacetum و Tripleurospermum)، همگی با x=۹، (به‌استثنای جمعیت ۱۴۹۳۰ از گونه Achillra wilhelmsii با عدد پایه ۱۵)، دیپلوئید و تتراپلوئید بودند. جنس‌های متعلق به تیره Lamiaceae (Mentha و Nepeta) با عدد پایه ۱۲، دیپلوئید بودند.

واژه‌های کلیدی: بابونه، بومادران، پونه، کاریوتیپ، کروموزوم، نعناع

مقدمه

تیره گل‌مینا (Asteraceae)، یکی از بزرگترین تیره‌های گیاهی است که بدلیل داشتن جنس‌ها و گونه‌های فراوان (۱۴۰–۱۱۰ گونه) و پراکندگی جهانی، آن را به موضوع تعداد زیادی از مطالعات کاریولوژیکی تبدیل کرده است (Applequist & Moerman, 2011). قبیله Anthemideae یک قبیله متوسط در این تیره است که شامل ۱۱۱ جنس و ۱۸۰۰ گونه می‌باشد که در سراسر جهان بغیر از مناطق گرمسیری، پراکنش دارند (Al-Snafi, 2013). بیشتر گونه‌های این قبیله دارویی بوده و در طب سنتی کاربرد دارند. مهمترین جنس‌های این قبیله شامل: جنس‌های Tripleurospermum، Anthemis، Matricaria، Tanacetum و Achillea می‌باشند (Oberprieler *et al.*, 2007). شناسایی گونه‌های گیاهی در ابتدا براساس ویژگی‌های ریخت‌شناسی انجام می‌شود. از آنجا که این ویژگی‌ها متفاوت هستند، از ویژگی‌های دیگری مانند تعداد و ریخت‌شناسی کروموزوم‌ها به‌طور فزاینده‌ای در طبقه‌بندی گیاهان استفاده می‌شود. این داده‌ها همچنین برای روشن‌کردن منشأ، گونه‌زایی و روابط فیلوژنتیکی گیاهان مهم هستند (Pavlova & Tosheva, 2005). داده‌های سیتولوژیکی درون یک تاکسون (مثلاً خانواده، جنس یا گونه) ممکن است از نظر تعداد کروموزوم‌ها (ازجمله سطح پلوئیدی و آنیوپلوئیدی) متفاوت باشند، اما ممکن است در اندازه مطلق و نسبی، مورفولوژی و خواص رنگ‌آمیزی کروموزوم‌های مربوطه نیز تفاوت‌هایی را نشان دهند. توصیف کاریوتیپ مانند تعداد، اندازه و مورفولوژی برای انجام وقایع تکاملی گونه‌ها مهم است (Soltis, 2014). داده‌های کاریولوژیکی اطلاعات ضروری را ارائه می‌دهند و ویژگی‌های مهمی را برای سیستماتیک گیاهی و تجزیه‌وتحلیل تکاملی فراهم می‌کنند (Baltisberger & Widmer, 2009; Baltisberger & Hörandl, 2016).

جنس Achillea، یکی از جوان‌ترین جنس‌های تکامل‌یافته این تیره است (Rahimmalek *et al.*, 2009). در

این جنس، اگرچه x=۹ اغلب به عنوان عدد کروموزومی پایه، گزارش شده است، اما تنوع در تعداد کروموزوم‌ها و سطوح پلوئیدی، اغلب در این جنس رخ می‌دهد. گونه‌های پلی‌پلوئید به‌طور مستقل در بسیاری از موارد از اجداد خود منشأ گرفته‌اند و شامل گونه‌های ۴x، ۶x و ۸x هستند (Sheidaie *et al.*, 2009). جنس Tanacetum، سومین جنس بزرگ قبیله Anthemideae است. این جنس با ۵۴ گونه در منطقه فلورا ایرانیکا نشان داده شده است که ۲۵ گونه از آن از ایران ذکر شده است (Oberprieler & Vogt, 2006,). برخی مطالعات کاریولوژی بر روی این جنس انجام شده است و تعداد کروموزوم‌ها ۲n=۲x=۹۰، ۲n=۸x=۷۲ و ۲n=۲x=۱۸ گزارش شده است (Chehregani & Mehanfar, 2008; Chehregani & Hajisadeghian, 2009). از جنس Matricarai، گونه *M. recutita* که معمولاً با نام بابونه آلمانی شناخته می‌شود در صنایع داروسازی و آرایشی با سابقه طولانی کاربرد دارد. تعداد بسیار زیادی شمارش کروموزومی انجام شده در این جنس، وجود دارد (Ruzicka & Novak, 2020). جنس Tripleurospermum با هفت گونه در فلور ایران نشان داده شده است (Mozaffarian, 2008). در بررسی چهار گونه از این جنس عدد کروموزومی پایه x=۹ گزارش شده و نمونه‌های مورد بررسی شامل گونه‌های دیپلوییید و تتراپلوییید بودند (Khayati *et al.*, 2014; Inceer & Hayirluoglu-Ayaz, 2010). جنس Anthemis دومین جنس بزرگ قبیله آنتمیده است. در ایران ۳۹ گونه گیاه علفی یکساله و چندساله از آن وجود دارد که تعداد ۱۵ گونه آن منحصراً بومی ایران هستند. این گونه، در بررسی‌های کروموزومی، عدد پایه x=۹ با سطح مختلف پلوئیدی را نشان می‌دهد (Yousofzadeh *et al.*, 2010; Nassar *et al.*, 2023; Peruzzi *et al.*, 2016).

تیره نعناعیان (Lamiaceae) یکی از بزرگترین تیره‌های گیاهان گلدار است. این خانواده پراکندگی جهانی دارد و گونه *Mentha longifolia*، وسیع‌ترین پراکندگی جغرافیایی طبیعی را دارد (Mikaili *et al.*, 2013; Panjeshahin *et al.*, 2018). این گونه عمدتاً دیپلوئید (۲n=۲x=۲۴) و در موارد نادر تتراپلوئید (۲n=۲x=۴۸) است (Malik *et al.*, 2017). جنس Nepeta، شامل حدود ۳۰۰ گونه از گیاهان علفی چند ساله، یکساله و میوه‌دار است که به‌طور قابل توجهی در اوراسیا، شمال آفریقا و جزایر قناری پراکنده هستند (Jamzad *et al.*, 2003; Kaya & Dirmenci, 2008). بسیاری از داده‌های کاریولوژیکی مربوط به تعداد کروموزوم‌های این جنس قبلاً به صورت x=۷، ۸، ۹، ۱۳، ۱۷ و ۱۸ گزارش شده‌اند و گزارش‌های کمی از ایران وجود دارد (Kharazian *et al.*, 2013; Akbarpur Mamagani, 2016; Payandeh *et al.*, 2015; Ghaffari & Kelich, 2006). تنوع عددی در تعداد کروموزوم‌ها، نشان می‌دهد که جنس Nepeta دارای مجموعه‌ای ناهمگن از اعداد کروموزومی است (Srivastava, 2012).

این مطالعه، به منظور مستندسازی تعداد کروموزوم‌های جمعیت‌های مختلف از دو تیره Asteraceae و Lamiaceae برای تکمیل داده‌های حاصل از مطالعات و ارزیابی‌های مورفولوژیکی و زراعی و افزایش دانش در مورد تعداد کروموزوم‌ها و تنوع پلوئیدی در این جمعیت‌ها انجام شد.

مواد و روش‌ها

۱- تهیه مواد گیاهی: در طی طرح‌های ارزیابی جمعیت‌های مختلف از جنس‌های مختلف در بانک ژن که در مجتمع تحقیقاتی البرز کرج انجام شد، جمعیت‌هایی که از لحاظ صفات مورفولوژیکی و فنولوژیکی برتر بودند به عنوان جمعیت برتر شناسایی شدند. بذر جمعیت‌های مورد مطالعه، شامل پنج جنس (Achillea، Anthemis، Matricaria، Tanacetum و Tripleurospermum) از تیره گل‌مینا (Asteraceae) و دو جنس (Mentha و Nepeta)، از تیره نعناع (Lamiaceae) بودند که از بانک ژن منابع طبیعی ایران تهیه شدند (جدول ۱).

۲- حذف خواب بذرها: به‌دلیل اینکه جمعیت‌ها متعلق به جنس‌های مختلف بودند، روش حذف خواب بذرها نیز

متناسب با نوع خواب بذر متفاوت بود و با توجه به نوع خواب بذر، از روش‌های مختلف مانند سرمادهی، حذف پوسته بذر، تیمار با اسیدسولفوریک رقیق شده و شستشو با آب جاری، استفاده شد.

۳- کشت بذرها در پتری‌دیش و نگهداری در ژرمیناتور تا جوانه‌زنی بذرها: برای کشت، تعداد ۲۰ عدد بذر از هر جمعیت جدا کرده و ابتدا با قارچ‌کش ویتاواکس با غلظت دو در هزار (یک گرم در ۵۰۰ سی‌سی آب) ضدعفونی نموده و دو بار با آب مقطر شستشو شدند. سپس بذرها بر روی کاغذ صافی مرطوب و درون پتری‌دیش کشت گردیدند و برای طی دوره سرما به‌مدت چهار هفته در یخچال و در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند. پس از طی دوره سرمادهی، پتری‌دیش‌ها به دستگاه ژرمیناتور منتقل شدند (۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی، با دمای ۲۳ درجه سانتی‌گراد). در طول دوره کشت، بذرها پس از جوانه‌زدن استفاده شدند.

۴- برداشت ریشه‌ها و تهیه نمونه میکروسکوپی: بذرها پس از حدود یک هفته جوانه‌زده و هنگامی‌که ریشه‌ها به اندازه حدود یک‌ونیم سانتی‌متر رسیدند برداشت انجام شد. عملیات پیش‌تیمار (محلول ۱٪ آلفابرمونفتالین به‌مدت چهار ساعت)، فیکسه‌کردن (محلول لویستکی به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۳۰ درجه)، نگهداری در الکل ۷۰٪، هیدرولیز (NaOH یک نرمال به مدت ۱۰ دقیقه در بن‌ماری ۶۰ درجه)، رنگ‌آمیزی (هماتوکسیلین به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۳۰ درجه) و نهایتاً تهیه نمونه میکروسکوپی به روش اسکواش، انجام شد.

۵- تهیه نمونه میکروسکوپی مطالعات کروموزومی: نمونه‌ها با استفاده از میکروسکوپ المپوس مدل BX40 و با استفاده از لنز ۱۰۰ مطالعه شدند. برای هرجمعیت پنج صفحه متافازی توسط دوربین دیجیتال، ضبط گردید. از برنامه رایانه‌ای Adobe Photoshop برای تهیه کاریوتیپ استفاده گردید و تعداد کروموزوم‌ها و سطح پلوئیدی جمعیت‌ها تعیین گردید و بعد اندازه‌گیری طول بازوهای کروموزوم‌ها (بازوی بلند و بازوی کوتاه)، نسبت بازوها، شاخص سانترومری و ... توسط نرم‌افزار Micro Measure، انجام شد.

شاخص‌های دیگر از قبیل درصد بازوی بلند کروموزومی (L%)، درصد بازوی کوتاه کروموزومی (S%)، شاخص عدم تقارن درون کروموزومی (A_1)، شاخص عدم تقارن بین کروموزومی (A_2)، تفاوت طول نسبی کروموزوم‌ها (DRL)، درصد شکل کلی کاریوتیپ (TF%)، انحراف معیار (SD) و خطای استاندارد (SE)، با کمک نرم‌افزار Excel و با استفاده از فرمول‌های مربوطه محاسبه شدند (Javadi & Salehi Shanjani, 2024).

نتایج

جمعیت‌های برتر در ارزیابی‌های زراعی در ایستگاه تحقیقات البر (از لحاظ صفات مورفولوژی و زراعی)، متعلق به دو تیره Asteraceae و Lamiaceae بودند که در جنس‌های Achillea، Anthemis، Matricaria، Tanacetum، Tripleurospermum، Mentha و Nepeta قرارگرفتند. جمعیت‌های این جنس‌ها، از نظر صفات کروموزومی (تعداد و نوع کروموزوم) و صفات کاریوتیپی (طول ژنوم، وضعیت سانترومر و صفات تقارن) مطالعه شدند.

جدول ۱- مشخصات و محل جمع‌آوری بذر جمعیت‌ها

Table 1. Name and origin of seed populations

Genus	Species	Gene Bank Code	Seeds samples Characteristic				
			Province	County	Altitude(m)	Longitude	Latitude
Achillea	*A.Millefolium*	14198	West Azerbaijan	Urmia	1880	37°29'47"	44°45'63"
	A.Millefolium	21182	Gilan	Talesh	-	37°35'42"	48°46'57"
	A.Millefolium	27018	Gilan	Talesh	1340	37°38'10"	48°56'28"
	A. wilhelmsii	14930	Merkazi	Arak	-	-	-
	A. wilhelmsii	15623	Merkazi	Arak	1676	34°16'32"	49°47'09"
	A. wilhelmsii	23458	Khorasan	-	1660	-	-
Anthemis	*A.tinctoria*	11858	Ardabil	-	1630	-	-
	A.tinctoria	12352	Ardabil	Khalkhal	1580	37°26'84	48°23'41"
	A.tinctoria	19495	Kurdistan	Baneh	1680	35°56'01"	45°47'17"
Matricaria	*M. recutita*	8620	Merkazi	Arak	1704	34°10'00"	49°41'00"
	M. recutita	9389	Kurdestan	Marivan	1348	35°32'11"	46°08'36"
	M. recutita	23879	Isfahan	-	1600	-	-
Tanacetum	*T. parthenium*	10262	West Azerbaijan	Urmia	1933	37°29'56"	44°45'64"
	T. parthenium	24181	Kerman	Bardsir	-	-	-
	T. parthenium	33755	Ilam	Ivan	1142	33°51'08"	46°11'04"
Tripleurospermum	*T. sevasnense*	1087	Merkazi	Arak	-	-	-
	T. sevasnense	8394	Yazd	Behabad	2635	31°43'98"	56°01'01"
	T. sevasnense	2386	Yazd	Bafq	2127	31°43'29"	56°01'49"
Mentha	*M. longifolia*	14161	Semnan	Damghan	2267	36°13'25"	53°52'84"
	M. longifolia	26436	Gazvin	Gazvin	2569	36°33'48"	50°28'36"
	M. longifolia	29910	Chaharmahal	Shahrekord	2334	32°11'25"	51°07'21"
Nepeta	*N. cataria*	15062	Yazd	Taft	2310	31°37/97"	54°08'01"
	N. cataria	21030	Yazd	Mehriz	2083	31°32'00"	54°14'00"
	N. cataria	33531	Yazd	Tabas	683	33°35'42"	56°55'28"

۱-تیره گل‌مینا (Asteraceae)

جنس بومادران (Achillea L.):

از جنس بومادران (Achillea)، دو گونه *A. millefolium* و *A. wilhelmsii* با شش جمعیت (هریک با سه جمعیت)، بررسی شدند. جمعیت‌های گونه *A. millefolium* (۱۴۱۹۸، ۲۷۰۱۸ و ۲۱۱۸۲) با عدد پایه کروموزومی x=۹ دو سطح پلوئیدی را نشان دادند. جمعیت‌های ۱۴۱۹۸ (ارومیه) و ۲۷۰۱۸ (تالش)، دیپلوئید (۲n=۲x=۱۸) و جمعیت ۲۱۱۸۲ (تالش)، تتراپلوئید (۲n=۴x=۳۶) بود. جمعیت‌های گونه *A. wilhelmsii* (۱۵۶۲۳، ۱۴۹۳۰ و ۲۳۴۵۸) با عدد پایه کروموزومی (x)، ۹ و ۱۵، دو سطح پلوئیدی را نشان دادند. جمعیت‌های ۱۵۶۲۳ و ۱۴۹۳۰، از استان مرکزی-اراک، دیپلوئید (۳۰ و ۲n=۲x=۱۸) و جمعیت ۲۳۴۵۸ (خراسان)، تتراپلوئید (۲n=۴x=۳۶) بود (شکل ۱ و جدول ۲).

مطالعات انجام شده بر روی جنس‌های قبیله *Anthemideae* اعداد پایه کروموزومی (x)، ۹، ۱۲ و ۱۵، با سطوح مختلف پلوئیدی را تأیید می‌کنند (Inceer & Hayirlioglu-Ayaz, 2010). همچنین مطالعه بر روی جمعیت‌ها و گونه‌های مختلف جنس بومادران (Achillea)، سطوح پلوئیدی متفاوت (دیپلوئید، تتراپلوئید و اکتاپلوئید)، با عدد پایه کروموزومی ۹ را نشان می‌دهند (Javadi & Salehi Shanjani, 2022; Baltisberger & Widmer, 2009).

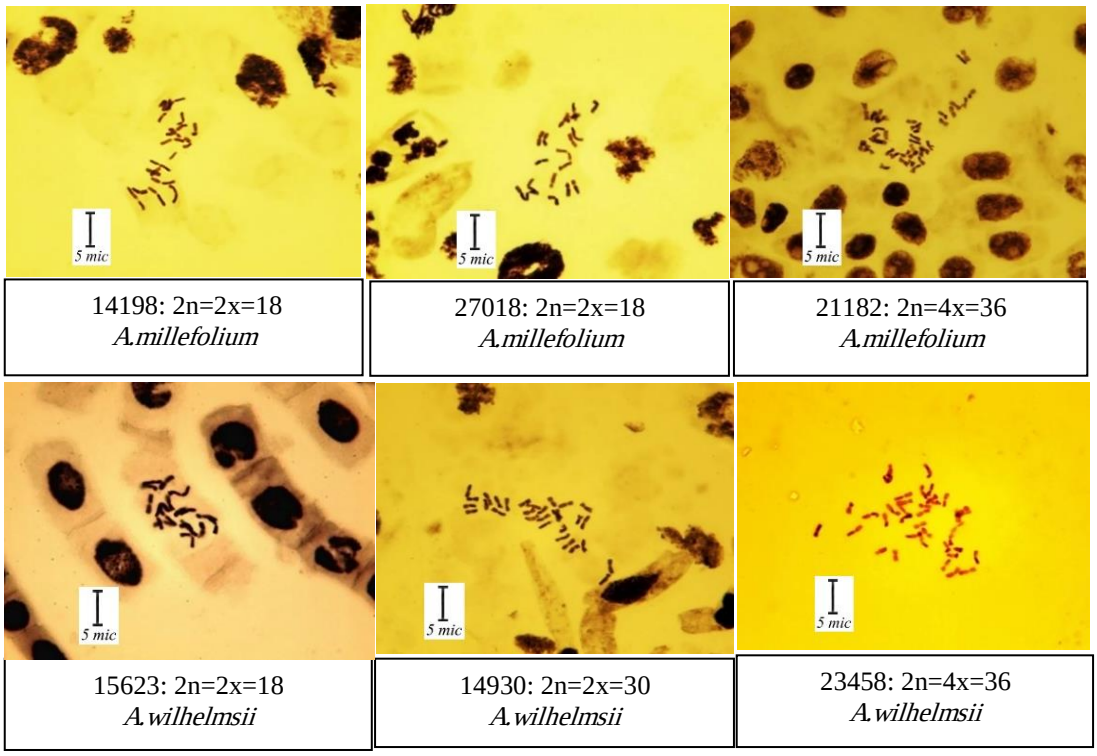
مقادیر طول کل ژنوم (TL)، در جمعیت‌ها از ۸۵/۷۶ میکرون در جمعیت ۲۳۴۵۸ از گونه *A. wilhelmsii* تا ۵۳/۱۲ میکرون در جمعیت ۱۴۱۹۸ از گونه *A. millefolium* متغیر بود. همچنین جمعیت ۲۳۴۵۸ (*A. wilhelmsii*) ، بلندترین بازوهای کروموزومی و بیشترین مقادیر CI (۰/۴۱) را داشت که دلالت بر بلندبودن بازوهای کوتاه کروموزومی و حرکت کروموزوم‌ها بسوی متاسانتریک شدن آن‌ها می‌باشد. این موضوع در فرمول کاریوتیپی نیز مشاهده می‌گردد. از آنجایی که موقعیت سانترومر مهم‌ترین ویژگی برای توصیف تفاوت‌های مورفولوژیکی کروموزوم‌ها است (Levan *et al.*, 1964)، از ۱۸ مجموعه کروموزوم، فقط ۴ مجموعه ساب‌متا و بقیه متاسانتریک بودند. جمعیت ۱۴۱۹۸ (*A. millefolium*) با داشتن طول ژنوم کوتاه (۵۳/۱۲) ، بیشترین A_1 (۰/۴۴) ، A_2 (۰/۲۵) و DRL (۹/۴۱) را داشت که این عوامل دلالت بر عدم تقارن کاریوتیپ (از لحاظ شکل و اندازه کروموزومی) است. در فرمول کاریوتیپی هم از نه سری کروموزوم، پنج سری ساب‌متاسانتریک بودند (جدول ۲).

جدول ۲- مشخصات کاریوتیپ جمعیت‌های مورد بررسی جنس بومادران (Achillea)

Table 2. Karyotype characteristics of studied populations of Achillea

Species	Pop.	x	2n	TL	LA	SA	AR	CI	L%	S%	A_1	A_2	DRL	TF%	KF
A.millefolium	14198	9	18	53.12	32.69	20.43	1.60	0.38	61.54	38.46	0.44	0.25	9.41	38.46	4m+5Sm
	27018	9	18	53.91	32.32	21.60	1.50	0.40	59.95	40.07	0.37	0.17	5.56	40.06	5m+4Sm
	21182	9	36	79.10	47.71	31.39	1.52	0.40	60.32	39.68	0.42	0.19	3.8	39.68	12m+6Sm
A.wilhelmsii	15623	9	18	56.11	33.02	23.09	1.43	0.41	58.85	41.15	0.33	0.21	7.13	41.15	5m+4Sm
	14930	15	30	62.00	39.12	22.88	1.71	0.37	63.10	36.90	0.37	0.15	3.23	36.90	13m+2Sm
	23458	9	36	85.76	50.97	34.79	1.47	0.41	59.43	40.57	0.36	0.16	3.5	40.57	14m+4Sm

Pop.: Population**, x:** Haploid chromosomes numbers, **2n:** Somatic chromosomes numbers, **TL:** length of Genome, **LA**: Long Arm, **SA**: Short Arm, **AR**: Arm Ratio, **CI**: Centromere Index, **L%**- Relative Length of Long Arm, **S%**- Relative Length of Short Arm, **A_1:** Intra-chromosome asymmetry Index, **A_2:** Inter-chromosome asymmetry Index, **DRL:** Difference of Relative Length, **TF%**: total form percentage, **KF:** Karyotype Formula (m: metacentric, Sm: sub-metacentric, St: sub-telocentric).



شکل ۱- اشکال متافازی سه جمعیت از گونه ***Achillea millefolium*** (۱۴۱۹۸، ۲۷۰۱۸، ۲۱۱۸۲) و سه جمعیت از گونه ***Achillea wilhelmsii*** (۱۵۶۲۳، ۱۴۹۳۰، ۲۳۴۵۸)

Figure 1. Somatic metaphases of 3 populations of *Achillea millefolium* (14198, 27018, 21182), and 3 populations of *Achillea wilhelmsii* (15623, 14930, 23458),

جنس بابونه (Anthemis) و بابونه‌آلمانی (Matricaria):

از جنس بابونه (Anthemis)، سه جمعیت از گونه *A. tinctoria*: ۱۱۸۵۸ (اردبیل)، ۱۲۳۵۲(خلخال)، ۱۹۴۹۵(بانه) و از جنس بابونه‌آلمانی (Matricaria)، سه جمعیت از گونه *M. recutita*: ۸۶۲۰ (اراک)، ۹۳۸۹(مریوان)، ۲۳۸۷۹ (اصفهان)، مورد بررسی قرار گرفت.

جمعیت‌های دو گونه *A. tinctoria* و *M. recutita* همگی با عدد پایه کروموزومی x=۹ دیپلوئید (۲n=۲x=۱۸) بودند. کروموزوم‌های جمعیت‌های *M. recutita* در مقایسه با جمعیت‌های *A. tinctoria* بزرگتر بوده و بلندترین طول ژنوم (TL=۶۵/۴۰) در جمعیت ۹۳۸۹ (*M. recutita*) دیده شد. بلندترین بازوی بلند کروموزومی هم در جمعیت‌های گونه *M. recutica* مشاهده شد. به این دلیل، این جمعیت‌ها بیشترین L%، A_1 و DRL را داشتند. و بعکس جمعیت‌های گونه *A. tinctoria* بیشترین S% و TF% را داشتند. در فرمول کاریوتیپی جمعیت‌های گونه *M. recutica* وجود کروموزوم‌های تلوسانتریک، نشان‌دهنده عدم تقارن کاریوتیپ از لحاظ شکل کروموزومی بود (شکل ۲ و جدول ۳).

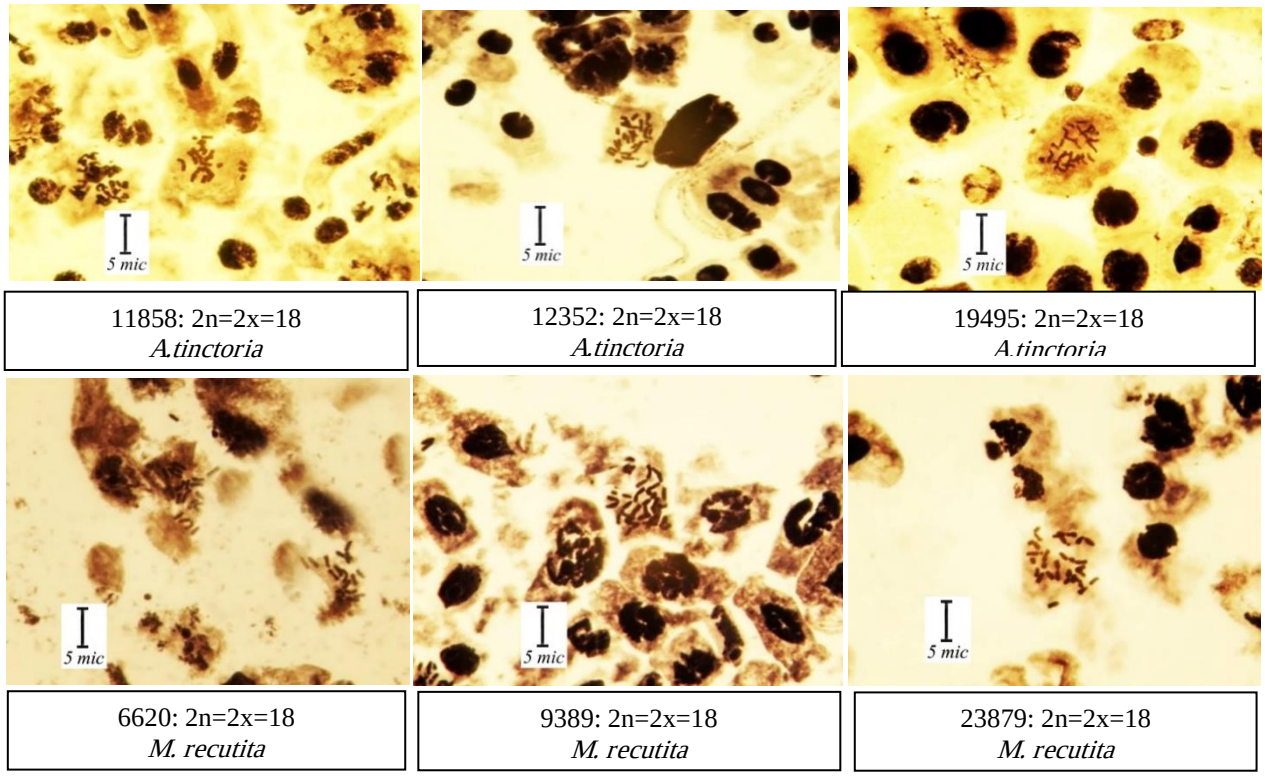
نتایج مطالعات پیشین بر روی گونه *M. recutita* با x=۹ سطح پلوئیدی دیپلوئید را نشان داده است (Javadi & Salehi Shanjani, 2024; Alizadeh *et al.*, 2018). سایر مطالعات سیتولوژی در گونه‌های جنس بابونه (Anthemis)، مشاهدات ما را تأیید کردند (Inceer & Hayırlıoğlu-Ayaz, 2010, 2014). در مطالعه‌ای ۲۵ جمعیت از چهار گونه Anthemis (*A. aitissima*، *A. haussknechtii*، *A. trimfetti* و *A. pseudocotula*)، از مناطق مختلف کشور، با x=۹، دیپلوئید ۲n=۲x=۱۸ بودند (Javadi & Salehi Shanjani, 2024; Javadi *et al.*, 2013).

جدول ۳- مشخصات کاریوتیپ جمعیت‌های مورد بررسی جنس بابونه (**Anthemis**) و بابونه آلمانی (**Matricaria**)

Table 3. Karyotype characteristics of studied populations of Anthemis and Matricaria

Species	Pop.	x	2n	TL	LA	SA	AR	CI	L%	S%	A_1	A_2	DRL	TF%	KF
	11858	9	18	48.73	27.77	20.96	1.32	0.43	56.99	43.01	0.26	0.14	4.10	43.02	8m+1Sm
A.tinctoria	12352	9	18	55.93	32.40	23.53	1.38	0.42	57.93	42.07	0.31	0.16	5.13	42.08	8m+1Sm
	19495	9	18	61.92	35.78	26.14	1.37	0.42	57.78	42.22	0.37	0.20	8.07	42.22	8m+1Sm
	8620	9	18	48.98	29.89	19.09	1.57	0.39	61.02	38.98	0.44	0.21	8.17	38.97	5m+4Sm
M. recutita	9389	9	18	65.40	40.88	24.52	1.67	0.37	62.51	37.49	0.46	0.23	9.17	37.58	5m+3Sm+1St
	23879	9	18	61.64	38.26	23.38	1.64	0.38	62.07	37.93	0.43	0.18	6.49	37.92	4m+4Sm+1St

Pop.: Population**, x:** Haploid chromosomes numbers, **2n:** Somatic chromosomes numbers, **TL:** length of Genome, **LA**: Long Arm, **SA**: Short Arm, **AR**: Arm Ratio, **CI**: Centromere Index, **L%**- Relative Length of Long Arm, **S%**- Relative Length of Short Arm, **A_1:** Intra-chromosome asymmetry Index, **A_2:** Inter-chromosome asymmetry Index, **DRL:** Difference of Relative Length, **TF%:** total form percentage, **KF:** Karyotype Formula (m: metacentric, Sm: sub-metacentric, St: sub-telocentric).



شکل ۲- اشکال متافازی سه جمعیت از گونه ***Anthemis tinctoria***(۱۱۸۵۸، ۱۲۳۵۲، ۱۹۴۹۵) و سه جمعیت از گونه ***Matricaria recutita*** (۶۶۲۰، ۹۳۸۹، ۲۳۸۷۹)

Figure 1. Somatic metaphases of 3 populations of *Anthemis tinctoria* (11858, 12352, 19495) and 3 populations of *Matricaria recutita* (6620, 9389, 23879)

جنس بابونه‌گاوی (Tanacetum) و بابونه‌کاذب (Tripleurospermum):

از جنس بابونه‌گاوی (Tanacetum)، جمعیت‌های گونه *T. parthenium*: ۱۰۲۶۲(ارومیه)، ۲۴۱۸۱ (بردسیر)، ۳۳۷۵۵ (ایوان) و از جنس بابونه‌کاذب (Tripleurospermum)، جمعیت‌های گونه *T. sevasnense*: ۱۰۸۷(اراک)، ۸۳۹۴ (یزد-بهاباد) ، ۲۳۸۶ (بافق) مورد مطالعه قرار گرفتند. نتایج نشان داد که همگی با x=۹ دیپلوئید (۲n=۲x=۱۸) بودند (شکل ۳ و جدول ۴).

در مطالعه‌ای، جمعیت‌های دو گونه از جنس Tanacetum، که از نقاط مختلف ایران جمع‌آوری شده بودند با x=۹ دو سطح پلوئیدی (دیپلوئید و تتراپلوئیدی) را نشان دادند، تیپ کروموزوم‌ها در تمام جمعیت‌ها از نوع متا و ساب‌متاسانتریک بود (Javadi, 2017).

در مطالعات روی گونه‌های مختلف جنس Tripleurospermum، با x=۹ سطوح مختلف کروموزومی را نشان دادند (تریپلوئید، تتراپلوئید و پنتاپلوئید) (Chehregani & Hajisadeghian, 2009, Chehregani & Mehanfar, 2008, Garcia *et al.*, 2005, Inceer & Hayırlıoğlu-Ayaz, 2010, 2014; Javadi & Safikhani, 2023; Khayati *et al.*, 2014). نتایج این مطالعه با نتایج سایر محققان، مطابقت دارد.

بین جمعیت‌های مختلف گونه *Tanacetum parthenium* از لحاظ طول ژنوم تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. ولی جمعیت ۲۴۱۸۴ (بردسیر) با بیشترین مقادیر AR (۱/۷۶) و A_1 (۰/۵۳) و تعداد شش عدد کروموزوم ساب تلوسانتریک، نامتقارن‌ترین کاریوتیپ را از لحاظ شکل کروموزومی نشان داد. جمعیت ۱۰۲۶۲ نیز با بیشترین مقادیر A_2 (۰/۱۸) و DRL (۷/۲۴)، در بین جمعیت‌های گونه *Tanacetum parthenium*، نامتقارن‌ترین کاریوتیپ از لحاظ طول کروموزومی بود.

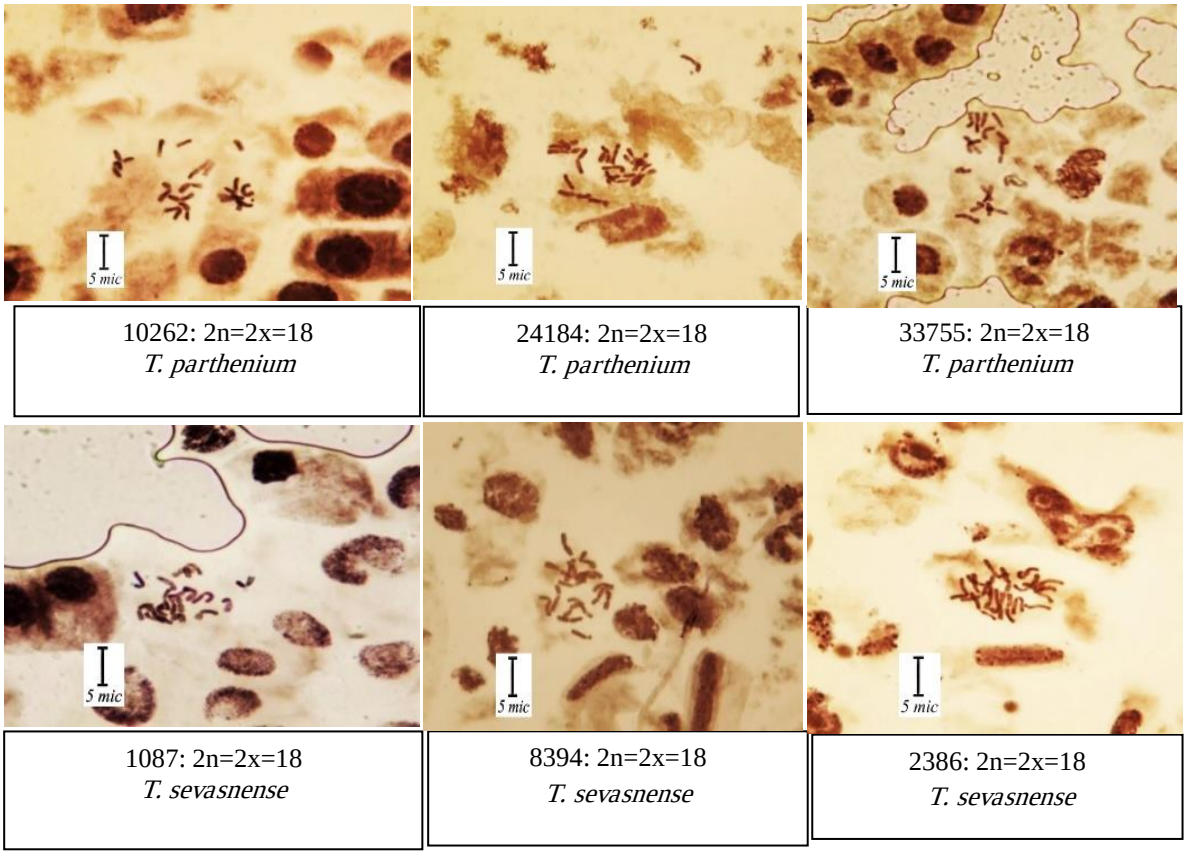
در جمعیت‌های گونه *Tripleurospermum sevasnense*، جمعیت ۱۰۸۷ بیشترین طول ژنوم (۷۳/۵۶ میکرون) را نشان داد و با کمترین مقادیر A_1، A_2 و DRL نسبت به دو جمعیت دیگر، کاریوتیپ متقارن داشت. دو جمعیت دیگر از این گونه (۸۳۹۴ و ۲۳۸۶)، از خیلی صفات کاریوتیپی شبیه به هم بودند. جمعیت‌های گونه *Tripleurospermum sevasnense*، نسبت به جمعیت‌های گونه *Tanacetum parthenium* کروموزوم‌های بزرگتری داشتند (جدول ۴ و شکل ۳).

جدول ۴- مشخصات کاریوتیپ جمعیت‌های جنس بابونه‌گاوی (Tanacetum) و بابونه‌کاذب (Tripleurospermum)

Table 4. Karyotype characteristics of studied populations of Tanacetum and Tripleurospermum

Species	Pop.	x	2n	TL	LA	SA	AR	CI	L%	S%	A_1	A_2	DRL	TF%	KF
T.parthenium	10262	9	18	55.30	34.93	20.37	1.71	0.37	63.16	36.84	0.46	0.18	7.24	36.84	4m+4Sm+1St
	24184	9	18	59.93	38.20	21.74	1.76	0.36	63.74	36.28	0.53	0.16	5.01	36.27	3m+6Sm
	33755	9	18	59.46	36.77	22.68	1.62	0.38	61.84	38.14	0.49	0.14	5.05	38.15	5m+3Sm+1St
T.sevasnense	1087	9	18	73.56	45.74	27.82	1.64	0.38	62.18	37.82	0.41	0.15	5.43	37.82	5m+4Sm
	8394	9	18	60.92	38.94	21.98	1.77	0.36	63.92	36.08	0.45	0.18	6.57	36.08	3m+5Sm+1St
	2386	9	18	60.60	38.28	22.31	1.72	0.37	63.17	36.82	0.46	0.23	8.25	36.82	5m+3Sm+1St

Pop.: Population**, x:** Haploid chromosomes numbers, **2n:** Somatic chromosomes numbers, **TL:** length of Genome, **LA**: Long Arm, **SA**: Short Arm, **AR**: Arm Ratio, **CI**: Centromere Index, **L%**- Relative Length of Long Arm, **S%**- Relative Length of Short Arm, **A_1:** Intra-chromosome asymmetry Index, **A_2:** Inter-chromosome asymmetry Index, **DRL:** Difference of Relative Length, **TF%:** total form percentage**, KF:** Karyotype Formula (m: metacentric, Sm: sub-metacentric, St: sub-telocentric).



شکل ۳- اشکال متافازی سه جمعیت از گونه ***Tanacetum parthenium*** (۱۰۲۶۲، ۲۴۱۸۴ و ۳۳۷۵۵) و سه جمعیت از گونه ***Tripleurospemum sevasnense*** (۱۰۸۷، ۸۳۹۴ و ۲۳۸۶)

Figure 3. Somatic metaphases of 3 populations of *Tanacetum parthenium* (10262, 24184, 33755) and 3 populations of *Tripleurospemum sevasnense* (1087, 8394, 2386),

۲-تیره Lamiaceae

جنس نعناع (Mentha) و پونه (Nepeta):

جمعیت‌های متعلق به جنس نعناع (Mentha)، از گونه *M. longifolia* ۱۴۱۶۱ (دامغان)، ۲۶۴۳۶ (قزوین)، ۲۹۹۱۰ (شهرکرد) و جنس پونه (Nepeta)، از گونه *N. cataric*a ۱۵۰۶۲ (تفت)، ۲۱۰۳۰ (مهریز) و ۳۳۵۳۱ (طبس)، همگی با x=۱۲ دیپلوئید (۲n=۲x=۲۴) بودند (شکل ۴ و جدول ۵).

در منابع منتشر شده نیز تعداد کروموزوم‌های گونه *Mentha longifolia* ۲n=۲x=۲۴ گزارش شده است (Devi & Sharma, 2022). جنس نعناع (Mentha) هیبریداسیون بین گونه‌ای مکرری بین جمعیت‌های وحشی و زراعی دارد که این منجر به تغییر تعداد کروموزوم‌های پایه، وقوع پلی‌پلوئیدها و آنیوپلوئیدها، سیتومیکس، تغییر در مورفولوژی و ترکیب روغن‌های اساسی در شرایط محیطی مختلف می‌شود (Jedrzejczyk & Rewers, 2018).

اطلاعات سیتولوژیکی گسترده‌ای در مورد گونه‌های مختلف جنس Nepeta، ارائه شده است. براساس کاریوتیپ‌ها در گونه‌های مختلف Nepeta، تعداد کروموزوم‌ها (2n)، از ۱۲، ۱۴، ۱۶، ۱۸، ۳۲، ۳۴، ۳۶، ۵۴ و تعداد کروموزوم‌های پایه (x)، از ۸، ۹، ۱۳، ۱۷و ۱۸ متغیر است (Ghaffari & Kelich, 2006; Saggoo *et al.*, 2011;

Kharazian *et al.*, 2013). تعداد کروموزوم‌های ۱۸ و ۳۶ در این جنس رایج بوده که نشان‌دهنده تعداد کروموزوم‌های پایه (x)، ۹ و ۱۸ در این جنس است. بسیاری از داده‌های کاریولوژیکی مربوط به تعداد کروموزوم‌های جنس Nepeta، قبلاً به صورت x=۷، ۸، ۹، ۱۳، ۱۷، ۱۸ گزارش شده است. ولی اعداد کروموزومی (x=۸، ۹ و ۱۷)، در Nepeta رایج‌ترین اعداد پایه اولیه و ثانویه کروموزومی هستند (Saggoo *et al.*, 2011).

طول کل ژنوم در بین جمعیت‌های مختلف گونه *M. longifolia*، بین ۱۷/۶۴ تا ۱۹/۸۸ میکرون متغیر بود که بیشترین و کمترین مقدار آن، به‌ترتیب در جمعیت ۲۹۹۱۰ (شهرکرد) و جمعیت ۲۶۴۳۶ (قزوین) مشاهده شد. در بین جمعیت‌های گونه *N. cataria* این مقادیر بین ۱۳/۷۴ تا ۱۸/۷۴ میکرون بود که جمعیت ۲۱۰۳۰ (مهریز) بیشترین و جمعیت ۱۵۰۶۲ (تفت) کمترین مقدار را نشان داد. در هر دو گونه، غالبیت کروموزوم‌های متاسانتریک و کوچک بودن کروموزوم‌ها دیده می‌شود (جدول ۵ و شکل ۴).

جدول ۵- مشخصات کاریوتیپ جمعیت‌های جنس نعناع (Mentha) و جنس پونه (Nepeta)

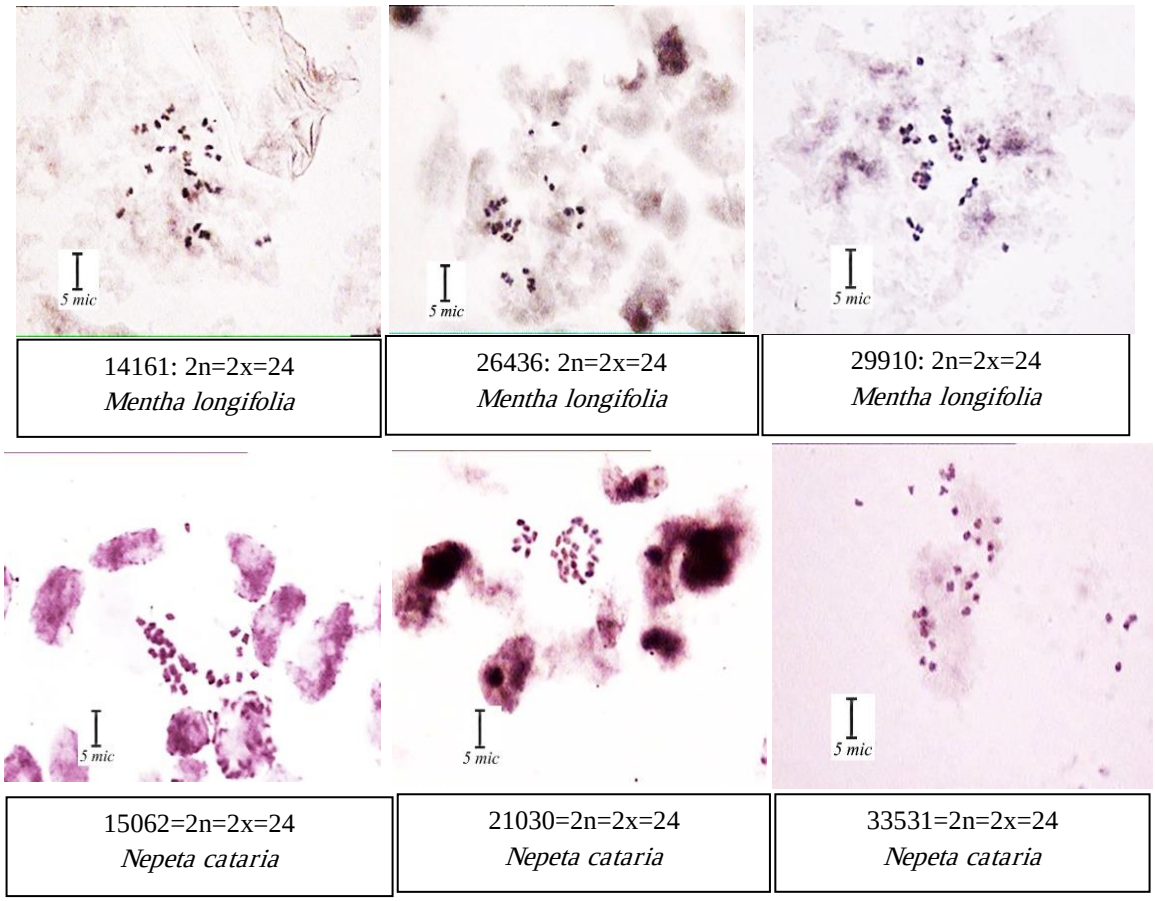
Table 5. Karyotype characteristics of studied populations of Mentha and Nepeta

Species	Pop.	x	2n	TL	LA	SA	AR	CI	L%	S%	A_1	A_2	DRL	TF%	KF
M.longifolia	14161	12	24	18.43	10.09	8.34	1.21	0.45	54.75	45.25	0.35	0.11	5.42	45.25	10m+2Sm
	26436	12	24	17.64	10.03	7.61	1.32	0.43	56.86	43.14	0.31	0.05	0.96	43.14	11m+1Sm
	29910	12	24	19.88	12.10	7.78	1.56	0.39	60.87	39.13	0.31	0.13	3.37	39.13	11m+1Sm
N. cataria	15062	12	24	16.40	11.25	5.15	2.18	0.31	68.60	31.40	0.34	0.10	3.17	31.40	12m
	21030	12	24	18.74	10.12	8.62	1.17	0.46	54.00	46.00	0.30	0.11	2.84	46.00	12m
	33531	12	24	13.74	7.70	6.04	1.27	0.44	56.04	43.96	0.26	0.10	1.59	43.95	12m

Pop.: Population**, x:** Haploid chromosomes numbers, **2n:** Somatic chromosomes numbers, **TL:** length of Genome, **LA**: Long Arm, **SA**: Short Arm, **AR**: Arm Ratio, **CI**: Centromere Index, **L%**- Relative Length of Long Arm, **S%**- Relative Length of Short Arm, **A_1:** Intra-chromosome asymmetry Index, **A_2:** Inter-chromosome asymmetry Index, **DRL:** Difference of Relative Length, **TF%:** total form percentage, **KF:** Karyotype Formula (m: metacentric, Sm: sub-metacentric, St: sub-telocentric).

نتیجه‌گیری کلی

مطالعه ما تعداد و سطوح پلوئیدی جمعیت‌ها را مشخص و خصوصیات کاریوتیپی آن‌ها را برآورد کرد. مشخص گردید که جمعیت‌های مختلف از یک گونه و یا گونه‌های مختلف از یک جنس، دارای عدد پایه کروموزومی و سطوح پلوئیدی مختلفی می‌باشند. این تنوع، نشان‌دهنده تنوع ژنتیکی حاکم در درون جمعیت‌های یک گونه و گونه‌های یک جنس است. امید است که این تحقیقات بنیادی، به عنوان اطلاعات تکمیلی و ضروری برای تحقیقات آینده مورد استفاده قرار بگیرد.



شکل ۴- اشکال متافازی سه جمعیت از گونه ***Mentha longifolia*** (۱۴۱۶۱، ۲۶۴۳۶ و ۲۹۹۱۰) و سه جمعیت از گونه ***Nepeta cataria*** (۱۵۰۶۲، ۲۱۰۳۰ و ۳۳۵۳۱)

Figure 4. Somatic metaphases of three populations of *Mentha longifolia* (14161, 26436, 29910) and three populations of *Nepeta cataria* (15062, 21030, 33531)

سپاسگزاری

نویسندگان مقاله، از رئیس محترم بانک ژن منابع طبیعی ایران برای تهیه بذر و در دسترس قرار دادن امکانات آزمایشگاهی و از رئیس محترم مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور برای حمایت مالی تشکر و قدردانی می‌کنند.

References

Akbarpur Mamagani, A. 2016. Cytogenetic and anatomical study of some species of Nepeta L. MSc. Thesis. Department of Plant Biology, Tabriz University, Tabriz, Iran. 85 pp. (In Persian).

Alizadeh, H., Javadi, H., Alizadeh, M.A. and Salehi, P. 2018. Karyotype population study in chamomile. Journal of Innovative Research in Engineering Sciences, 4(4): 118-124.

Al-Snafi, A.E. 2013. Chemical constituents and pharmacological activities of milfoil (*Achillea santolina*). A Review. International Journal Pharmacy Research & Technology, 5: 1373-1377. https://sphinxsai.com/2013/JulySept13/ph

Applequist, W.L and Moerman, D.E. 2011. Yarrow (*Achillea millefolium* L.): A neglected panacea? A review of ethnobotany, bioactivity, and biomedical research. Economic Botany, 65: 209-225. http://indianmedicine.eldoc.ub.rug.nl/id/eprint/66039

Baltisberger, M. and Hörandl, E. 2016. Karyotype evolution supports the molecular phylogeny in the genus Ranunculus (Ranunculaceae). Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics, 18:1-14. 10.1016/j.ppees.2015.11.001

Baltisberger, M. and Widmer, A. 2009: Karyological data of angiosperms from Romania. Willdenowia, 39: 353-363.

Chehregani, A. and Mehanfar, N. 2008. New chromosome counts in the tribe Anthemideae (Asteraceae) from Iran. Cytologia, 73(2):189-196. doi.org/10.1508/cytologia.73.189

Chehregani, A. and Hajisadeghian, S. 2009. New chromosome counts in some species of Asteraceae from Iran. Nordic Journal of Botany, 27: 247-250. https://doi.org/10.1111/j.1756-1051.2009.00347.x

Devi, A. and Sharma, G. 2022. Morphological, phonological and cytological comparison of *Mentha longifolia* and *M. spicata* from sub-tropical and temperate regions of Jammu province. Vegetos, 35(1): 179-187. doi.org/10.1007/s42535-021-00278-y

Garcia, S., Inceer, H., Garnatje, T. and Vallès, J. 2005. Genome size variation in some representatives of the genus Tripleurospermum. Biology of Plant, 49(3): 381-387. DOI:10.1007/s10535-005-0011-z

Ghaffari, S.M. and Kelich, K. 2006. New or rare chromosome counts of some angiosperm species from Iran II. Iranian Journal of Botany, 12: 81-86.

Inceer, H. and Hayirlioglu-Ayaz, S. 2010. Chromosome numbers in Tripleurospermum Sch. Bip. (Asteraceae) and closely related genera: relationships between ploidy level and stomatal length. Plant Systematic Evolution, 285(3-4): 149-157. doi: 10.1007/s00606-009-0266-5.

Inceer, H. and Hayirlioglu-Ayaz, S. 2014. *Tripleurospermum insularum* (Asteraceae, Anthemideae), a new species from Turkey. Annual Botany Fennici, 51:49-53. DOI:10.5735/085.051.0106

Jamzad, Z., Grayer, R.J., Kite, G.C., Monique, S.J., Simmonds, M. I. and Jalili, A. 2003. Leaf surface flavonoids in Iranian species of Nepeta (Lamiaceae) and some related genera. Biochemical Systematics and Ecology, 31: 587- 600. DOI:10.1016/S0305-1978(02)00221-1

Javadi, H., Alizadeh, M.A., Emami, H. and Salehi Shanjani, P. 2013. Cytogenetic investigation in different populations of *Anthemis tinctoria* L. (yellow camomile) accessions from Iran. Chromosome Science, 16: 43-49.

Javadi, H. 2017. Karyological data of *Tanacetum polycephalum* Schultz-Bip. and *T. parthenium* Schultz-Bip. (Asteraceae) populations. Journal of Cell and Molecular Research, 9 (2): 59-66. DOI: 10.22067/jcmr.v9i2.59568

Javadi, H. and Salehi Shanjani, P. 2022. Comparative cytogenetics within Achillea genus (Asteraceae) in Iran: I. Chromosome number and morphology. Acta Biologia Szegediensis, 66(1):1-10. https://doi.org/10.14232/abs.2022.1.47-56

Javadi, H. and Safikhani, K. 2023. Chromosome numbers in 31 taxa of Compositae, Cruciferae, Gramineae, Hypericaceae, Lamiaceae, Fabaceae and Plantaginaceae from wetlands of Hamadan region in Iran. Botanica Pacifica, 12(1): 1-6. DOI: 10.17581/bp.2023.12118

Javadi, H. and Salehi Shanjan, P. 2024. Karyomorphological studies in genus Anthemis spp. (Anthemideae). Journal of Cell and Molecular Research,63-76.10.22067/jcmr.2024.85966.1084

Jedrzejczyk, I. and Rewers, M. 2018. Genome size and ISSR markers for Mentha L. (Lamiaceae) genetic diversity assessment and species identification. Industrial Crops and Products, 120 (15): 171-179. 10.1016/j.indcrop.2018.04.062

Kaya, A. and Dirmenci, T. 2008. Nutlet surface micromorphology of the genus Nepeta L. (Lamiaceae) in Turkey. Turkish Journal of Botany, 32: 103-112.

Kharazian, N., Zamani Shourabi, S. and Yousefi, M. 2013. Chromosome count and karyotype study of eleven Nepeta L. (Lamiaceae) species from Iran. Biological Diversity and Conservation, 6 (1): 76- 87.

Khayati, M., Tavassoli, A. and Pakravan, M. 2014. Chromosome numbers in some Tripleurospermum (Asteraceae) species from Iran. Iranian Journal of Botany, 20 (2): 233-235.

Levan, A., Fredga, K. and Sandberg, A.A. 1964. Nomenclature for centromeric positions on chromosomes. Hereditas, 52: 201-220. doi.org/10.1111/j.1601-5223.

Malik, R.A., Gupta, R.C. and Singh, V. 2017. New chromosome reports in Lamiaceae of Kashmir (Northwest Himalaya), India. Protoplasma, 254: 971-985. DOI:10.1007/s00709-016-1006

Mikaili P, Mojaverrostami S, Moloudizargari M, Aghajanshakeri S. 2013. Pharmacological and therapeutic effects of *Mentha longifolia* L. and its main constituent, menthol. Anc Sci Life. 33: 131-138. doi: 10.4103/0257-7941.139059

Mozaffarian, V. 2008. Tripleurospermum (Manden.) Pobed. Pp. 106-110 in: Assadi M. (ed.). Flora of Iran. 59. Tehran: Research Institute of Forests and Rangelands Press, Tehran, Iran.

Nassar, L.R., Barber, G.P., Benet-Pagès, A., Casper, J. and Clawson, H. 2023. The UCSC 648 Genome Browser database. Nucleic Acids Research, 51: D1188-D1195. doi: 10.1093/nar/gkac1072

Oberprieler, C. and Voght, R. 2006. The taxonomic position of *Matricaria macrotis* (Compositae–Anthemideae). Willdenowia, 36:329-338.

DOI:10.3372/wi.36.36128
Oberprieler, C., Vogt, R. and Watson, L.E. 2007. Tribe Anthemideae. In J.W. Kadereit and C. Jeffrey (Eds.). The families and genera of vascular plants VIII (pp. 342-374). Berlin: Heidelberg Press.
Panjeshahin, Z., Sharifi-Sirchi, Gh-R. and Samsampour, D. 2018. Genetic and morphological diversity of wild Mint "*Mentha longifolia* (L.) Hudson subsp. noeana (Briq.) Briq." in South and Southeastern Iran. Journal of Medicinal Plants and By-products, 1: 105-115. (In Persian).
Pavlova, D. and Tosheva, A. 2005. Notes on karymorphology of *Melilotus officinalis* populations in Bulgaria. Caryologia, 57:151-158. DOI:10.1080/00087114.2004.10589385
Payandeh, M., Bordbar, F., Mirtadzadini, M. and Bakhshi Khaniki, G.R. 2015. New chromosome counts for Nepeta (Lamiaceae) from flora of Iran. Biological Diversity and Conservation, 8(2): 70-73.
Peruzzi, L., Astuti, G., Bartolucci, F., Conti, F. and Roma-Marzio, F. 2016. Chromosome numbers for the Italian flora: 2. Italian. Botanist, 2: 29-42. https://doi.org/10.3897/italianbotanist.2.10900
Rahimmalek, M., Sayed Tabatabaei, B.E., Etemadi, N., Goli, S.A.H., Arzani, A. and Zeinali, H. 2009. Essential oil variation among and within six Achillea species transferred from different ecological regions in Iran to the field conditions. Industrial Crop Production, 29: 348-355. 10.1016/j.indcrop.2008.07.001
Ruzicka, J. and Novak, J. 2020. Mitochondrial genome variation between different accessions of *Matricaria chamomilla* L. (Asteraceae) based on SNP mutation analysis. Genet Resour Crop Evol., 67(4): 853-864. DOI:10.1007/s10722-020-00881-z
Saggoo, M.I.S., Srivastava, D.K. and Grewal, P. 2011: Meiotic studies in 14 species of the Nepeta L. (Lamiaceae) from cold desert regions of Lahaul-Spiti and adjoining areas of Northwest-Himalaya, India. Cytologia, 76: 231-236. DOI:10.1508/cytologia.76.231
Sheidaie, M., Azanei, N. and Attar, F. 2009. New chromosome number and unreduced pollen formation in Achillea species (Asteraceae). Acta Biologia Szeged, 53: 39-43. http://www.sci.u-szeged.hu/ABS
Srivastava, D.K. 2012: Cytomorphological diversity in species of Labiatae and Scrophulariaceae from Lahaul-Spiti and adjoining areas. Ph. D. Thesis. Department of Botany, Punjabi University Patiala, Patiala, Punjab, India.
Soltis, D.E. 2014. Chromosome data. Iranian Journal of Botany, 20: 228 -229.
Yousofzadeh, K., Houshmand, S. and Zeinali, H. 2010. Karyological study of four Anthemis species from Iran. Iranian Journal of Rangelands and Forests Plant Breeding and Genetic Research, 18(1): 55-62. (In Persian).