

## بررسی سیتوژنتیکی گونه‌هایی از جنس آتریپلکس (Atriplex) در ایران

• سیدمحسن حسام‌زاده حجازی

استادیار مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع

• حمید عالی‌داعی

کارشناس ارشد اصلاح نباتات دانشگاه آزاد بروجرد

• مهدی ضیایی‌نسب

کارشناس ارشد مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع

تاریخ دریافت: آذر ماه ۱۳۸۴ تاریخ پذیرش: شهریور ماه ۱۳۸۵

Email: smhessamzadeh@rifr-ac.ir

### چکیده

برای بررسی تنوع سیتوژنتیکی جنس آتریپلکس از طریق سیستم آنالیز تصویری، کاربوتیپ ۱۷ جمعیت متعلق به ۱۰ گونه مختلف در سلول‌های مریستم انتهایی ریشه مطالعه شد. تعداد کروموزوم‌های پایه در کلیه جمعیت‌های مورد بررسی  $x=9$  بود اما از لحاظ سطوح پلوئیدی تنوع وجود داشت. براساس جدول دو طرفه Stebbins همه جمعیت‌ها در کلاس ۱A قرار گرفتند که این امر مؤید کاربوتیپ متقارن جمعیت‌ها بود. نتایج تجزیه واریانس داده‌های حاصل از کلیه صفات مورد مطالعه در قالب طرح کاملاً تصادفی نشان داد که بین جمعیت‌ها اختلاف معنی‌داری در سطح ۱٪ وجود دارد که این امر مؤید وجود تنوع کروموزومی در ژرم پلاسما مورد بررسی بود. تجزیه به مؤلفه‌های اصلی نشان داد که، دو مؤلفه اول و دوم به ترتیب ۵۱/۲۵ و ۴۷/۵۰ درصد از واریانس موجود بین جمعیت‌ها را توجیه نمودند. در مؤلفه اول صفات طول بازوی کوتاه و طول کل کروموزوم و در مؤلفه دوم صفات شاخص سانترومری، درصد شکل کلی، نسبت بازوها و طول بازوی بلند بیشترین سهم را در واریانس بین جمعیت‌ها داشتند. به‌منظور گروه‌بندی جمعیت‌ها براساس صفات کاربوتیپی، تجربه کلاستر به روش Ward انجام شد که با برش دندروگرام در فاصله اقلیدسی ۲/۸۷ جمعیت‌ها در چهار کلاس مختلف قرار گرفتند. در این بررسی بیشترین فاصله بین دو گونه *A. halimus* و *A. aucheri* مشاهده شد که به ترتیب دارای فرم بوته‌ای و درختچه‌ای بودند و کمترین فاصله نیز بین دو گونه *A. leucoclada* نمونه یزد و *A. nitens* نمونه (هرازا) وجود داشت که هر دو دارای فرم بوته‌ای بودند. دیاگرام حاصل از پراکنش جمعیت‌ها براساس دو مؤلفه اصلی اول و دوم، جمعیت‌های مورد بررسی را در چهار گروه متمایز قرار داد که این امر مؤید نتایج حاصل از تجزیه به کلاستر بود. در تجزیه کلاستر (UPGMA) بر اساس دو پارامتر  $A_p$  (شاخص نامتقارن بودن درون کروموزومی) و  $A_p$  (شاخص نامتقارن بودن بین کروموزومی)، با برش دندروگرام در فاصله ۱/۸۳ جمعیت‌ها از لحاظ تکاملی در سه گروه متمایز قرار گرفتند. بر این اساس دو گونه *A. aucheri* و *A. lentiformis* نمونه یزد بیشترین فاصله را نشان دادند و کمترین فاصله بین دو گونه *A. micrantha* و *A. tatarica* مشاهده شد.

کلمات کلیدی: آتریپلکس، تجزیه به مؤلفه‌های اصلی، تجزیه کلاستر، سیستم آنالیز تصویری، کاربوتیپ

Pajouhesh &amp; Sazandegi No:76 pp: 88-97

**Cytogenetic studies on several atriplex species in Iran**

By: S.M.Hesamzadeh Hejazi, Professor Assistant, Research Institute of Forests and Rangelands, Tehran-Iran, Alidaei. H, Master of Science, Azad University of Borujerd-Iran and Ziaei Nasab, M, Master of Science, Research Institute of Forests and Rangelands, Tehran-Iran

Cytogenetic studies were performed on 17 populations of 10 atriplex species. The video image analysis system was used for determining karyotype species. The basic chromosome number was  $X=9$  for all of the populations but their ploidy levels were varied. On the basis of Stebbins' method, all of populations were placed in symmetric class of 1A, that indicated the symmetrical karyotype (considering inter chromosomal and intra chromosomal). The Results of analysis of variance based on completely randomized design (CRD) proved that there were significant differences among genotypes for all traits ( $p<1\%$ ). Using principal component analysis, the first two component justify 98.75% of total variance. In the first component, length of the short arm and total length of chromosome had the highest coefficients of eigen vectors. In the second component centromer index, total form percentage, arm ratio and length of the long arm were the most important part in creating of total variance. By cutting dendrogram resulted from cluster analysis (Ward) in distance 2.87, the populations classified to four classes. The highest metric distance obtained between *A.aucheri* and *A.halimus*. There was the lowest distance between *A.leucoclada* (Yazd) and *A.nitens*(Haraz1). The diagram of the populations distribution, based on two main components, classified the populations in four separated classes, which was in agree with results of cluster analysis. The results of cluster analysis (UPGMA) based on 2 parameters (A1 and A2) in distance 1.83, the populations classified to three classes. The highest distance was obtained between *A.aucheri* and *A.lentiformis*(Yazd) which imply the lowest affinity between them. There was the lowest distance between *A.micrantha* and *A.tatarica*.

**Key words:** Atriplex, Cluster analysis, Karyotype, Principal component analysis, Video analysis system.

**مقدمه**

وجود خواهد داشت. مطالعات کاربولوجیکی انجام شده توسط محققین بر روی گونه‌های مختلف این جنس، نشان دهنده وجود پلی‌پلوئیدی (۱۲) و عدد پایه کروموزومی  $X=9$  برای تمام گونه‌ها می‌باشد. سطوح پلوئیدی مشاهده شده در این گونه‌ها دیپلوئید، تتراپلوئید و هگزاپلوئید گزارش شده است (۱۵، ۱۱، ۳). گونه‌های این جنس دارای سیستم‌های تولیدمثلی مختلفی بوده به نحویکه گونه‌های یکساله با تعداد کمی استثنا معمولاً دیپلوئید و تک پایه، و گونه‌های چند ساله ممکن است دیپلوئید یا پلی‌پلوئید باشند و عمدتاً دارای دو پایه می‌باشند. سه پایه بودن نیز بین پلی‌پلوئیدها مشاهده شده است (۸). Raus و همکاران با بررسی ۵۵ گونه مختلف آتریپلکس جمع‌آوری شده از مناطق مختلف دنیا و نگهداری شده در ایالات متحده، عدد پایه کروموزومی  $X=9$  را برای همه گونه‌ها اعلام نمودند (۱۰). عمومی و همکاران با مطالعه سیتوژنتیکی ۱۱ گونه از جنس آتریپلکس، عدد پایه کروموزومی را در همه گونه‌ها  $X=9$  گزارش نمودند (۲). عمده‌ترین اهدافی که در این بررسی دنبال شده است مطالعه و بررسی سیتوژنتیکی برخی گونه‌های جنس *Atriplex* (که عمدتاً در ایران تحت کشت و بهره برداری قرار می‌گیرند) از نظر فرم کاربوتیپ، تعیین سطوح پلوئیدی، تعیین عدد کروموزومی، یافتن فاصله متریک و تعیین قرابت و خویشاوندی بین گونه‌ها و جمعیت‌های مورد مطالعه از طریق روش‌های آماری چند متغیره می‌باشد.

جنس آتریپلکس یکی از مهمترین گیاهان خانواده اسفنجیان (*Chenopodiaceae*) است که علاوه بر تنوع گونه‌ای، شرایط مختلف محیطی را به خوبی تحمل می‌نماید. این جنس شامل گیاهان مغذی برای دام‌ها، به سبب داشتن پروتئین کافی و خوشخواری می‌باشد. همچنین به دلیل داشتن رشد سریع، سازش با محیط‌های مختلف و تولید علوفه، دارای اهمیت خاص در مناطق خشک و کویری می‌باشد. گیاهان موجود در جنس آتریپلکس یا به‌عنوان گیاهان دارویی (علفی) و یا به‌عنوان گیاهان درختچه‌ای مد نظر بوده که اندازه آن‌ها در محدوده ارتفاع چند سانتی‌متری در گیاهان یکساله علفی، تا چند متری (گیاهان چند ساله چوبی) متغیر می‌باشند (۱۶). بین گونه‌ها و همچنین درون بعضی از گونه‌های این جنس از نظر خصوصیات مختلف سیتوژنتیکی از جمله سطوح پلوئیدی، مورفولوژیکی و غیره تنوع زیادی وجود دارد. تعیین صفات ویژه گونه‌های این جنس، گاهی به دلیل تغییر مداوم بعضی صفات بسیار مشکل است (۱۶). با توجه به اینکه خصوصیات گیاهی تا حدود زیادی تحت کنترل مواد ژنتیکی هسته‌ای هستند لذا یکی از روش‌های بررسی تنوع در ارقام و گونه‌های مختلف گیاهی، انجام مطالعات سیتوژنتیکی و کاربوتیپی روی آن‌ها می‌باشد. بدیهی است گونه‌هایی که از لحاظ پارامترهای سیتوژنتیکی و خصوصیات کروموزومی به هم شبیه هستند در بحث روابط بین گونه‌ای، قرابت بیشتری داشته و در صورت وجود صفات مطلوب در این گونه‌ها، امکان تلاقی بین گونه‌ای، برای جمع‌آوری ژنهای مطلوب در یک گیاه،

## مواد و روش‌ها

برای بررسی تنوع در گونه‌های مختلف جنس *Atriplex* از لحاظ خصوصیات کاربوتیپی، ۱۷ جمعیت از ۱۰ گونه مختلف متعلق به چند بخش مختلف از نظر تاغزومومی (۳)، که عمدتاً در ایران تحت کشت و بهره‌برداری قرار می‌گیرند مورد مطالعه سیتوژنتیکی قرار گرفت. برای این منظور ابتدا بذور تامین شده از بانک ژن منابع طبیعی ایران، پس از ضد عفونی با هیپوکلریت سدیم ۲۰٪ به مدت ۱۰ دقیقه روی کاغذ صافی استریل داخل پتری دیش تحت شرایط کنترل شده با رطوبت ۷۰٪، دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد و دوره نوری ۱۲ ساعت کشت شدند و پس از جوانه‌زدن و رشد ریشه به طول ۱-۵ سانتی‌متر، قسمت انتهایی ریشه آن‌ها جدا گردید و سپس به ترتیب مراحل پیش تیمار (۵/۰٪ از محلول اشباع شده در اتانول آلفا بروموفتالین)، تثبیت (محلول لویتسکی مرکب از محلول کرومیوم تری اکسید و فرمالدئید ۴۰٪ به نسبت ۳:۲)، هیدرولیز (هیدروکسید سدیم یک نرمال) و رنگ آمیزی (مخلوط هماتوکسیلین ۴٪ و یک گرم سولفات آمونیم فریک) روی نمونه‌ها انجام شد و پس از تهیه اسلاید به روش اسکواش، تصاویر کروموزومی تهیه گردیدند (۷) و مطالعات کروموزومی با استفاده از سیستم آنالیز تصویری با بزرگنمایی  $\times 1880$  انجام شد (میکروسکوپ Digital Color Video Camera, Olympus BH-2 مدل DC18P, SSc). پس از تهیه کاربوتیپی برای هر جمعیت، با استفاده از نرم افزار Micromesure، از هر اسلاید مورد بررسی حداقل ۳ سلول (تکرار) انتخاب و یکسری از پارامترهای سیتوژنتیکی نظیر طول کل کروموزوم (TL)، درصد طول نسبی هر کروموزوم (RL٪)، طول بازوی بلند (LA)، درصد نسبی طول بازوی بلند (LA٪)، طول بازوی کوتاه (SA)، درصد نسبی طول بازوی کوتاه (SA)، نسبت بازوها (AR=L/S) و شاخص سانترومیری (CI) که بیانگر نسبت بازوی کوتاه به طول کل کروموزوم است، محاسبه گردید. در این بررسی برای تعیین وضعیت تکاملی و مطالعه تقارن کاربوتیپی جمعیت‌های مورد مطالعه از جدول دو طرفه Stebbins استفاده شد (۱۴) و پارامترهایی نظیر اختلاف درصد طول نسبی بزرگترین و کوچکترین کروموزوم (DRL)، شاخص نامتقارن بودن درون کروموزومی (A<sub>p</sub>)، شاخص نامتقارن بودن بین کروموزوم (A<sub>p</sub>) (۹) و درصد شکل کلی (TF٪) (۵) محاسبه گردید. برای تعیین نوع کروموزوم‌ها از روش Levan استفاده شد (۶). جهت تجزیه آماری داده‌های حاصل از اندازه‌گیری صفات کاربوتیپی، از طرح کاملاً تصادفی (CRD) با ۳ تکرار استفاده شد. برای تعیین نقش هر یک از صفات اندازه‌گیری شده در ایجاد تنوع بین جمعیت‌ها، تجزیه به مؤلفه‌های اصلی و برای گروه‌بندی جمعیت‌ها، تجزیه کلاستر (Ward) براساس شش صفت TL, LA, SA, AR, CI, TF٪ و تجزیه کلاستر (UPGMA) بر اساس دو پارامتر A<sub>p</sub> و A<sub>p</sub> انجام گردید. تجزیه آماری داده‌ها توسط نرم افزارهای JMP، SAS و EXCEL انجام شد.

## نتایج

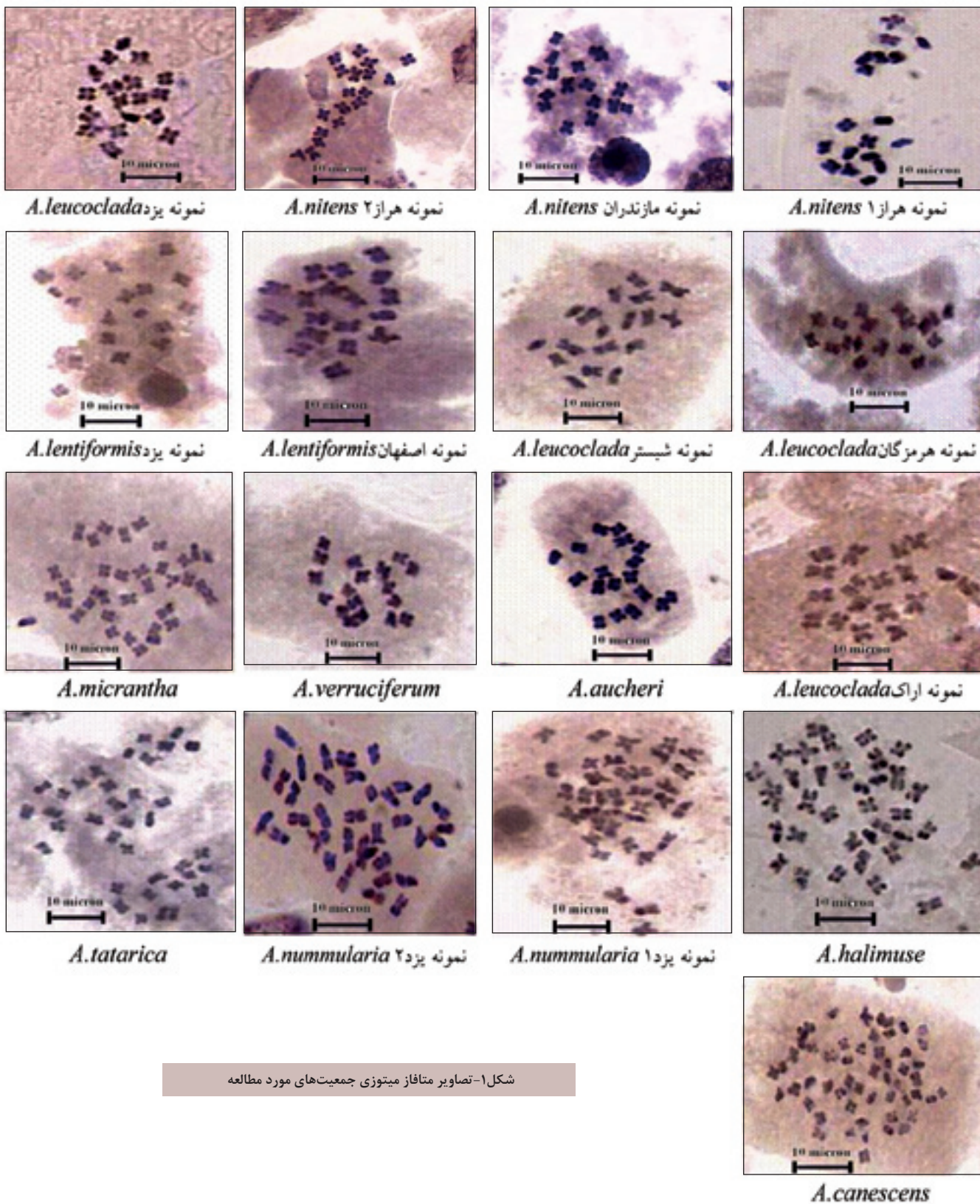
تصاویر متافاز میتوزی جمعیت‌های مورد مطالعه در شکل ۱، کاربوگرام آن‌ها در شکل ۲ و نتایج حاصل از تجزیه کاربوتیپی در جدول ۱، ارائه شده است. براساس جدول ۱، همه گونه‌های مورد مطالعه دارای پایه کروموزومی یکسان (x=9) بودند اما از لحاظ سطح پلوئیدی،

تنوع نشان دادند به طوری که سطوح پلوئیدی مختلف نظیر دیپلوئید، تتراپلوئید و هگزاپلوئید در آن‌ها مشاهده شد. پدیده میکساپلوئیدی<sup>۲</sup> (وجود سطوح پلوئیدی متعدد در یک مریستم) پدیده‌ای بود که در تعدادی از گونه‌های جنس *Atriplex* دیده شد. به طوری که در گونه *A. micrantha* سطوح پلوئیدی ۲x، ۳x و ۴x، در گونه *A. verruciferum* سطوح پلوئیدی ۲x و ۳x و در گونه *A. canescens* سطوح پلوئیدی ۶x و ۱۰x مشاهده شد. نتایج تجزیه کاربوتیپی نشان داد دو گونه *A. nummularia* نمونه (۱ یزد) (۱/۵۱ μm) و *A. verruciferum* (۲/۱۵ μm) به ترتیب بیشترین و کمترین ارزش نسبی کروماتین را در بین جمعیت‌های مورد بررسی دارا بودند.

تجزیه واریانس داده‌های حاصل از صفات اندازه‌گیری شده، در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار و انجام آزمون دانکن نشان داد که بین جمعیت‌ها از لحاظ کلیه صفات کروموزومی اختلاف معنی‌داری در سطح ۱٪ وجود دارد (جدول ۲ و ۳) که این امر بیانگر وجود تنوع اندازه کروموزوم‌ها در میان ژرم پلاسماهای مورد بررسی می‌باشد. از لحاظ طول بازوی بلند ضمن وجود تنوع زیاد بین جمعیت‌ها، بیشترین میانگین (۱/۹۰ μm) متعلق به گونه *A. nummularia* نمونه (یزد ۱) و کمترین میانگین (۱/۱۵ μm) مربوط به گونه *A. verruciferum* بود. از نظر طول بازوی کوتاه دو گونه *A. nummularia* نمونه (یزد ۲) و *A. canescens* به ترتیب با میانگین (۱/۶۲ μm) و (۰/۹۷ μm) دارای بیشترین و کمترین مقدار بودند. از لحاظ طول کل کروموزوم نیز گونه *A. nummularia* نمونه یزد دارای بیشترین میانگین (۳/۵۰ μm) و دو گونه *A. verruciferum* و *A. canescens* دارای کمترین میانگین طول کل کروموزوم (۲/۱۵ μm) بودند. از نظر صفات نسبت بازوها، شاخص سانترومیری و درصد شکل کلی، جمعیت‌ها از تنوع کمتری برخوردار بودند و دارای همپوشانی بودند.

در تجزیه به مؤلفه‌های اصلی برای تعیین سهم هر یک از صفات کاربوتیپی در تنوع بین جمعیت‌ها، دو مؤلفه اصلی اول و دوم در مجموع بیش از ۹۸ درصد از واریانس بین جمعیت‌ها را توجیه نمودند (جدول ۴). مقادیر ضرایب بردارهای ویژه در مؤلفه اول نشان داد که صفات طول بازوی کوتاه و طول کل کروموزوم بیشترین نقش را در ایجاد تنوع بین جمعیت‌های مورد بررسی داشتند. در مؤلفه دوم، صفات درصد شکل کلی، شاخص سانترومیری، نسبت بازوها و طول بازوی بلند با داشتن بالاترین ضرایب بردارهای ویژه دارای بیشترین اهمیت در واریانس بین جمعیت‌ها بودند.

در تجزیه کلاستر به روش Ward، با برش دندروگرام در فاصله ۲/۸۷، جمعیت‌ها و گونه‌های مورد بررسی در چهار کلاس مختلف قرار گرفتند (شکل ۳). نمونه‌های اراک، یزد و شبستر متعلق به گونه *A. leuoclada* و نمونه‌های (هراز ۱) و (هراز ۲) از گونه *A. nitens* و گونه *A. lentiformis* نمونه اصفهان کلاس اول را به خود اختصاص دادند. این جمعیت‌ها همگی دیپلوئید (2n=18) بوده و به استثنای گونه *A. lentiformis* نمونه اصفهان، به فرم بوته‌ای و علفی می‌باشند. عاملی که باعث قرار گرفتن این جمعیت‌ها در یک کلاس شده است، میانگین درصد شکل کلی، شاخص سانترومیری، نسبت بازوها و طول بازوی بلند است که به‌عنوان مهمترین صفات در تشکیل مؤلفه دوم تعیین گردیدند. دو نمونه (یزد ۱)



شکل ۱- تصاویر متافاز میتوزی جمعیت‌های مورد مطالعه

جدول ۱- ویژگی‌های کاربوتیبی به همراه مولفه‌های سنجش تقارن در جمعیت‌هایی از گونه‌های مختلف آتریپلکس (*Atriplex* sp)

فرمول کاربوتیبی	VRC	TF	DRL	A <sub>۲</sub>	A <sub>۱</sub>	۲n	جمعیت
۹m	۲/۷۷	۴۵/۰۳	۲/۵۲	۰/۰۸۱	۰/۱۷۶	۱۸	<i>A. aucheri</i>
۹m	۲/۸۶	۴۴/۶۱	۳/۱۶	۰/۰۸۸	۰/۱۹۲	۱۸	<i>A. nitens</i> (هراز ۱)
۹m	۲/۸۷	۴۵/۷۵	۴/۹۲	۰/۱۲۷	۰/۱۴۷	۱۸	<i>A. nitens</i> مازندران
۹m	۳/۰۳	۴۴/۴۲	۲/۶۴	۰/۰۸۳	۰/۱۷۲	۱۸	<i>A. nitens</i> (هراز ۲)
۹m	۲/۵۱	۴۶/۱۴	۳/۲۳	۰/۰۹۳	۰/۱۴۳	۱۸	<i>A. lentiformis</i> (یزد)
۹m	۳/۱۸	۴۴/۸۸	۵/۲۵	۰/۱۳۴	۰/۱۸۰	۱۸	<i>A. lentiformis</i> (اصفهان)
۹m	۲/۵۴	۴۵/۲۷	۲/۸۸	۰/۰۷۶	۰/۱۶۹	۱۸	<i>A. leucoclada</i> (هرمزگان)
۹m	۲/۷۹	۴۴/۷۸	۳/۶۹	۰/۰۹۱	۰/۱۸۸	۱۸	<i>A. leucoclada</i> (یزد)
۱sm+۱sm	۲/۹۵	۴۴/۵۴	۳/۸۴	۰/۱۲۵	۰/۱۸۹	۱۸	<i>A. leucoclada</i> (شیراز)
۹m	۳/۰۶	۴۴/۷۷	۵/۰۶	۰/۱۳۰	۰/۱۸۵	۱۸	<i>A. leucoclada</i> (اراک)
۹m	۲/۱۵	۴۶/۵۲	۲/۵۹	۰/۰۷۹	۰/۱۳۱	۱۸	<i>A. verruciferum</i>
۱۸m	۳/۲۶	۴۵/۳۵	۳/۲۸	۰/۱۵۰	۰/۱۶۵	۳۶	<i>A. halimus</i>
۱۸m	۲/۵۵	۴۵/۰۶	۱/۹۶	۰/۰۸۹	۰/۱۷۵	۳۶	<i>A. micrantha</i>
۱۸m	۳/۴۷	۴۶/۸۹	۲/۹۴	۰/۱۲۲	۰/۱۱۷	۳۶	<i>A. nummularia</i> (یزد ۲)
۱۸m	۳/۵۱	۴۵/۷۱	۲/۶۳	۰/۱۳۵	۰/۱۵۸	۳۶	<i>A. nummularia</i> یزد ۱
۱۸m	۲/۳۲	۴۵/۰۵	۱/۸۸	۰/۰۹۱	۰/۱۷۵	۳۶	<i>A. tatarica</i>
۲۷m	۲/۱۶	۴۵/۰۲	۱/۵۶	۰/۰۹۸	۰/۱۷۷	۵۴	<i>A. canescens</i>

A<sub>۱</sub> = (Intra asymmetry chromosomal index): شاخص عدم تقارن درون کروموزومی

A<sub>۲</sub> = (Inter asymmetry chromosomal index): شاخص عدم تقارن بین کروموزومی

TF: درصد فرم کلی، DRL: اختلاف دامنه طول نسبی بزرگترین و کوچکترین کروموزومها، VRC: میزان کروماتین نسبی

جدول ۲- تجزیه واریانس صفات کاربوتیبی اندازه‌گیری شده در جمعیت‌های مورد مطالعه

میانگین مربعات (MS)							منابع تغییرات
%TF	CI	AR	TL	SA	LA	درجه آزادی	
۱/۴۶**	۰/۰۰۰۱**	۰/۰۰۳**	۰/۵۱**	۰/۱**	۰/۱۴**	۱۶	جمعیت
۰/۴۳	۰/۰۰۰۰۴	۰/۰۰۱	۰/۰۱	۰/۰۰۴	۰/۰۰۵	۳۴	خطا
۱/۴۵	۱/۴۹	۲/۷۴	۴/۷۵	۵/۰۸	۴/۷۹		ضریب تغییرات (CV%)
۴۵/۲۷	۰/۴۵	۱/۲۱	۲/۸۲	۱/۲۷	۱/۵۴		میانگین

\*\* اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪

با محیط می‌باشد مرتبط دانست. دو گونه *A. leucoclada* نمونه یزد و *A. nitens* نمونه (هراز ۱) که دارای فرم بوته‌ای (یکساله) بودند کمترین فاصله و دو گونه *A. aucheri* و *A. halimus* که به ترتیب دارای فرم بوته‌ای (یک ساله) و درختچه‌ای (چند ساله) هستند بیشترین فاصله را از یکدیگر نشان دادند. در دیاگرام پراکنش جمعیت‌ها براساس دو مولفه اصلی اول و دوم نیز جمعیت‌ها در چهار گروه جداگانه قرار گرفتند که این امر نتایج حاصل از تجزیه کلاستر را به خوبی تأیید می‌نماید (شکل ۴).  
به‌منظور گروه‌بندی جمعیت‌ها از لحاظ تکاملی، تجزیه کلاستر (UPGMA) بر اساس دو پارامتر A<sub>۱</sub> و A<sub>۲</sub> انجام شد (شکل ۵) بر این اساس با برش دندروگرام در فاصله ۱/۸۳ جمعیت‌ها از لحاظ تکاملی در سه گروه متمایز قرار گرفتند که دو گونه *A. aucheri* و *A. lentiformis* نمونه یزد بیشترین فاصله را نشان دادند و کمترین فاصله بین دو گونه *A. micrantha* و *A. tatarica* مشاهده شد.

و (یزد ۲) از گونه *A. nummularia* و گونه *A. halimus* که دارای فرم درختچه‌ای و تتراپلوئید (2n=4x=36) بودند در کلاس دوم قرار گرفتند. این سه جمعیت از لحاظ صفات پراهمیت در مولفه اول (طول بازوی کوتاه و طول کل کروموزوم) از سایر جمعیت‌ها جدا گردیدند. کلاس سوم را جمعیت‌های *A. lentiformis* نمونه یزد، *A. nitens* نمونه مازندران و *A. verruciferum* به خود اختصاص دادند. گونه‌های اخیر همگی دیپلوئید بوده و از نظر سه ویژگی، نسبت بازوها، شاخص سانترومری و درصد شکل کلی در یک گروه قرار گرفتند. سایر گونه‌های *A. tatarica*، *A. canescens*، *A. micrantha*، *A. leucoclada* نمونه هرمزگان و *A. aucheri* با سطوح پلوئیدی متفاوت، کلاس چهارم را تشکیل دادند. گونه‌های مذکور از نظر سه فاکتور نسبت بازوها، شاخص سانترومری و درصد شکل کلی با هم همپوشانی نشان دادند. قرابت و نزدیکی این جمعیت‌ها را می‌توان به تغییرات ساختار کروموزومی آن‌ها که نتیجه گونه زائی و یا جهت سازش

شکل ۲- کاربوگرام کروموزوم‌های میتوزی جمعیت‌های مورد مطالعه (مرتب شده براساس طول کروموزوم با بزرگنمایی ۱۸۸۰ x)

<i>A. nitens</i> (یکساله) (نمونه هراز ۲) $2n=2X=18$	
<i>A. nitens</i> (نمونه مازندران) $2n=2X=18$	
<i>A. nitens</i> (نمونه هراز ۱) $2n=2X=18$	
<i>A. leuocladia</i> (یکساله) (نمونه تبر) $2n=2X=18$	
<i>A. leuocladia</i> (نمونه هرمزگان) $2n=2X=18$	
<i>A. leuocladia</i> (نمونه یزد) $2n=2X=18$	
<i>A. leuocladia</i> (نمونه اراک) $2n=2X=18$	
<i>A. lentiformis</i> (چند ساله) (نمونه پرد) $2n=2X=18$	
<i>A. lentiformis</i> (نمونه اصفهان) $2n=2X=18$	
<i>A. micrantha</i> (یکساله) $2n=2X=26$	
<i>A. verruciferum</i> (یکساله) $2n=2X=18$	

ادامه شکل ۲

<p><i>A. aucheri</i> (یکساله)  <math>2n=2x=18</math></p>	
<p><i>A. nummularia</i> (نمونه یزد)  <math>2n=4x=36</math> (چند ساله)</p>	
<p><i>A. nummularia</i> (نمونه یزد)  <math>2n=4x=36</math></p>	
<p><i>A. halimus</i> (چند ساله)  <math>2n=4x=36</math></p>	
<p><i>A. canescens</i> (چند ساله)  <math>2n=6x=54</math></p>	
<p><i>A. tatarica</i> (یکساله)  <math>2n=4x=36</math></p>	

### بحث

کاربوتیپی جمعیت‌ها نیز تقارن کاربوتیپی آن‌ها را تایید نمود. (جدول ۱). نتایج حاصل از مطالعه سیتوژنتیکی توسط عمویی و همکاران روی ۱۱ گونه از جنس آتریپلکس از نظر عدد پایه کروموزومی مشابه نتایج حاصل از این تحقیق بود با این تفاوت که سطوح پلوئیدی در بعضی موارد متفاوت بود (۲). بر اساس مطالعات Raus و همکاران، گونه‌های یکساله و چند ساله متعلق به این جنس با سطوح پلوئیدی مختلف دیپلوئید، تتراپلوئید و هگزاپلوئید مشاهده شد و تنوع در اندازه‌های کروموزومی در گونه‌های یکساله، بسیار بیشتر از گونه‌های چند ساله بود (۱۰). نتایج آنالیز کروموزومی حاصل از این مطالعه، همچنین نشان دهنده تنوع مورفولوژیکی زیادی در تمام کروموزوم‌های موجود در گونه‌های یکساله و چند ساله

روند تغییرات دو پارامتر TF٪ و  $A_p$  (به‌عنوان پارامترهای عدم تقارن درون کروموزومی) در جمعیت‌های مورد بررسی بیانگر وجود رابطه معکوس بین دو پارامتر فوق بود لذا اندازه‌گیری یکی از دو پارامتر مذکور جهت تعیین تغییرات درون کروموزومی کفایت می‌کند (۱). همچنین بین دو پارامتر DRL و  $A_p$  (به‌عنوان پارامترهای عدم تقارن بین کروموزومی) در جمعیت‌های مورد مطالعه به طور نسبی رابطه مثبتی مشاهده گردید (۱). استقرار جمعیت‌های مورد بررسی در جایگاه ۱A از جدول دوپرفه Stebbins بیانگر تقارن کاربوتیپی آن‌ها بود و نشان داد که در مراحل اولیه تکامل قرار دارند. تیپ کروموزومی متاسانتریک در فرمول

جدول ۳- مقایسه میانگین‌های جمعیت‌ها از نظر ویژگی‌های کاربوتیپی

جمعیت	%TF	CI	AR	TL	SA	LA
<i>A. aucheri</i>	۴۵/۰۵ cde	۰/۴۵ cde	۱/۲۲ abcd	۲/۷۶gh	۱/۲۴ ef	۱/۵۲ gf
<i>A. canescens</i>	۴۵/۰۲ cde	۰/۴۵ cde	۱/۲۲ abc	۲/۱۵ j	۰/۹۷ h	۱/۱۸ i
<i>A. halimus</i>	۴۵/۳۴ bcde	۰/۴۵bcde	۱/۲۱ abcd	۲/۲۶ bc	۱/۴۷ b	۱/۷۸ abc
<i>A. lentiformis</i> (یزد)	۴۶/۱۰ abc	۰/۴۶abc	۱/۱۷ cde	۲/۵۰ i	۱/۱۵ fg	۱/۳۵ h
<i>A. lentiformis</i> (اصفهان)	۴۴/۸۷ cde	۰/۴۴ cde	۱/۲۳ abc	۲/۱۸ cd	۱/۴۲ bc	۱/۷۵ bcd
<i>A. leuoclada</i> (هرمزگان)	۴۵/۲۶ cde	۰/۴۵bcde	۱/۲۱ abcd	۲/۵۴ hi	۱/۱۵ fg	۱/۳۹ h
<i>A. leuoclada</i> (شیراز)	۴۴/۵۳ de	۰/۴۴ de	۱/۲۶ a	۲/۹۴ defg	۱/۳۱ cde	۱/۶۳ def
<i>A. leuoclada</i> (یزد)	۴۴/۷۹ de	۰/۴۴ de	۱/۲۵ ab	۲/۷۸ fg	۱/۲۴ ef	۱/۵۳ f
<i>A. micrantha</i>	۴۵/۰۴cde	۰/۴۵ cde	۱/۲۲ abc	۲/۵۴ hi	۱/۱۴ fg	۱/۴۰ gh
<i>A. nitens</i> (هراز)	۴۴/۴۰ e	۰/۴۳e	۱/۲۲ abcd	۲/۰۲ cdef	۱/۳۴cde	۱/۶۲ def
<i>A. nitens</i> (مازندران)	۴۵/۷۲ abcd	۰/۴۵abcd	۱/۱۸ bcde	۲/۸۶ efg	۱/۳۱ cde	۱/۵۵f
<i>A. nitens</i> (هراز)	۴۴/۶۳ de	۰/۴۴ de	۱/۲۵ ab	۲/۸۶ efg	۱/۲۷ de	۱/۵۸ ef
<i>A. nummularia</i> (یزد)	۴۵/۷۰:abcde	۰/۴۵bcde	۱/۲۰ abcd	۲/۵۰ a	۱/۶۰ a	۱/۹۰ a
<i>A. nummularia</i> (یزد)	۴۶/۸۸ a	۰/۴۶ a	۱/۱۳ e	۲/۴۶ab	۱/۶۲ a	۱/۸۴ ab
<i>A. leuoclada</i> (اراک)	۴۴/۷۷de	۰/۴۴ cde	۱/۲۳ abc	۲/۰۶cde	۱/۳۷bcd	۱/۶۹cde
<i>A. tatarica</i>	۴۵/۰۵ cde	۰/۴۵ cde	۱/۲۳ abc	۲/۳۲i j	۱/۰۴ gh	۱/۲۷ hi
<i>A. verruciferum</i>	۴۶/۵۲ ab	۰/۴۶ ab	۱/۱۵de	۲/۱۵ j	۱/۰۰ h	۱/۱۵ i

در هر ستون میانگین صفات در گونه‌ها بی که دارای حروف مشابه می‌باشند در سطح احتمال ۵٪ تفاوت معنی‌دار ندارند.

جدول ۴- مقادیر ویژه، درصد واریانس و ضرایب بردارهای ویژه دو مؤلفه اول و دوم در تجزیه به مؤلفه‌های اصلی

مؤلفه اول	مؤلفه دوم	صفات
۰/۴۳	۰/۳۷	TL
۰/۴۰	۰/۴۱	LA
۰/۴۷	۰/۳۲	SA
-۰/۳۷	۰/۴۲	AR
۰/۳۶	-۰/۴۴	CI
۰/۳۷	-۰/۴۴	%TF
۳/۰۷	۲/۸۵	مقادیر ویژه
۵۱/۲۵	۴۷/۵۰	درصد واریانس
۵۱/۲۵	۹۸/۷۵	درصد واریانس تجمعی

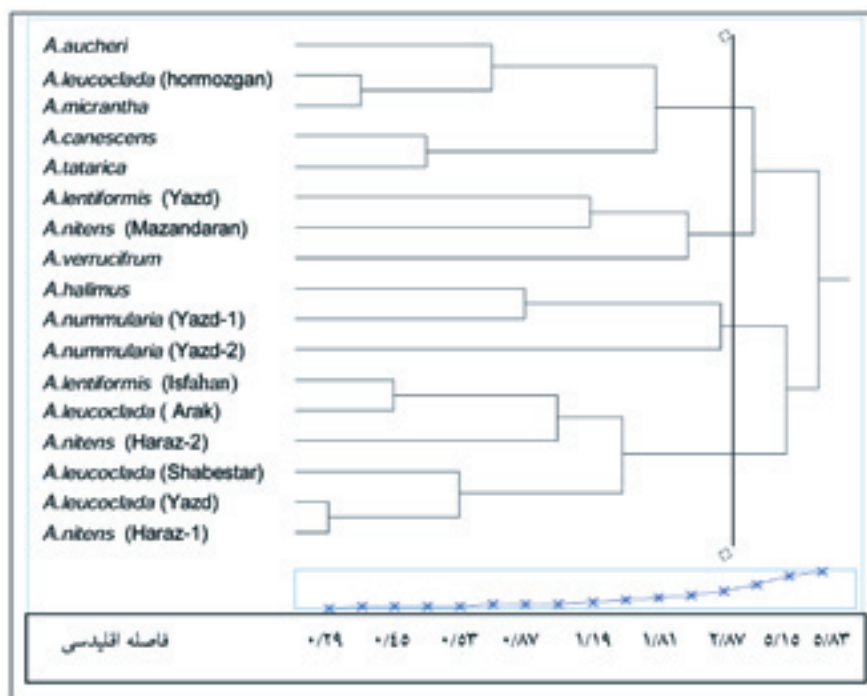


بود و نوع کروموزومها در غالب جمعیتها دارای فرمول کاریوتیپی متاسانتریک به استثنای گونه *A. leuoclada* نمونه شبستر (دارای یک جفت کروموزوم ساب متاسانتریک) بود. بیشترین میزان کروماتین نسبی (VRC) متعلق به گونه *A. nummularia* نمونه (یزد) و کمترین میزان آن متعلق به گونه *A. verruciferum* بود.

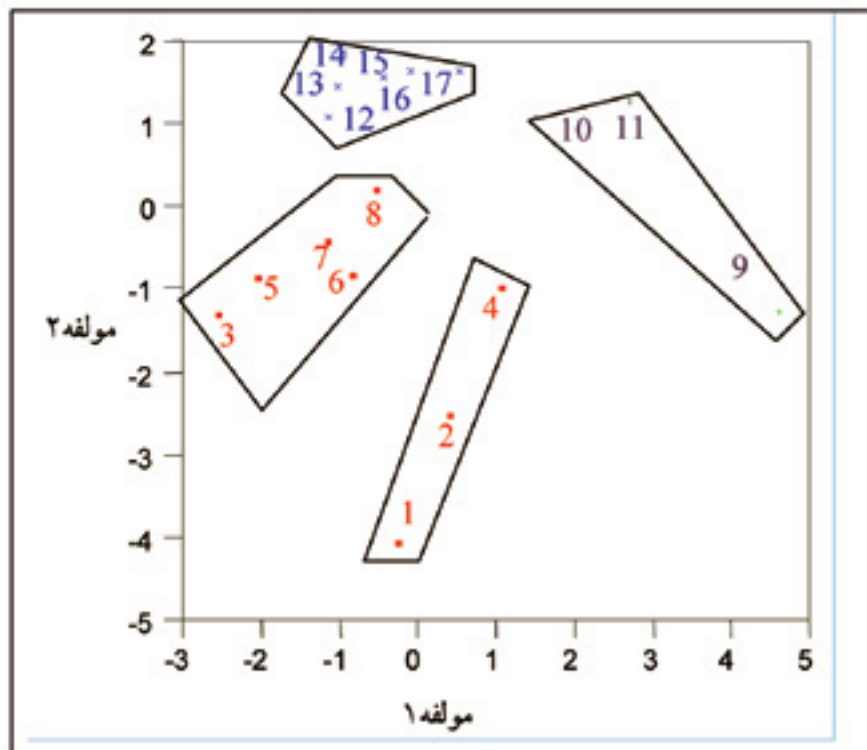
طی مطالعاتی که Stutz و همکاران بر روی *A. canescens* انجام دادند برای این گونه دو سطح پلوئیدی  $2x$  و  $4x$  گزارش نمودند ولی در بررسی حاضر مشخص شد که گونه *A. canescens* موجود در کشور ایران با سطوح پلوئیدی  $6x$  و  $10x$  وجود دارد (۱۵). طی گزارش Sankary گونه *A. lentiformis*، دیپلوئید با  $n=18$  مورد بررسی قرار گرفته که با نتایج حاصل بر روی نمونه‌های موجود در ایران منطبق است (۱۳). Balaei و همکاران دو گونه *A. aucheri* و *A. micrantha* را با دو سطح پلوئیدی متفاوت،  $2x$  و  $4x$  گزارش نمودند (۴)، در حالیکه نتایج این تحقیق نشان داد که گونه *A. aucheri* دیپلوئید و گونه *A. micrantha* دارای سطوح متفاوت پلوئیدی  $2x$ ،  $3x$  و  $4x$  می‌باشد. تفاوت در نتایج بدست آمده به دلیل وجود احتمالی انواع مختلف بذر در بعضی گونه‌های مختلف است. بر اساس تحقیقات انجام شده بر روی گونه‌های مختلف این جنس در دیگر مراکز تحقیقاتی در دنیا (۱۷)، نتایج زیر بدست آمده است:

سطح پلوئیدی گونه *A. aucheri* دیپلوئید، *A. micrantha* تتراپلوئید، *A. tatarica* دیپلوئید و تتراپلوئید، *A. nummularia* هگزاپلوئید و اکتاپلوئید، *A. nitens* دیپلوئید، *A. halimus* دیپلوئید، *A. canescens* تریپلوئید، تتراپلوئید و هگزاپلوئید گزارش شده است. با توجه به مطالب ذکر شده ملاحظه می‌شود که بین گونه‌ها و همچنین درون بعضی از گونه‌های این جنس از نظر خصوصیات مختلف سیتوژنتیکی از جمله سطوح پلوئیدی، مورفولوژیکی و غیره تنوع زیادی وجود دارد و تعیین صفات ویژه گونه‌های این جنس، گاهی به دلیل تغییر مداوم بعضی صفات بسیار مشکل می‌باشد.

بر اساس نتایج حاصل از گروه‌بندی جمعیت‌ها بر مبنای دو پارامتر  $A_1$  و  $A_2$  و همچنین

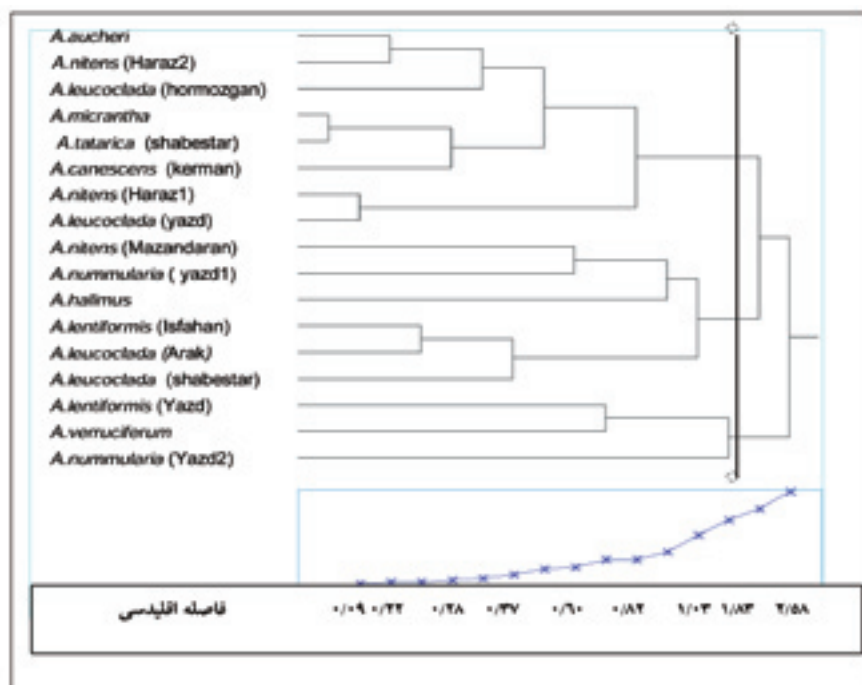


شکل ۳- دندروگرام حاصل از تجزیه کلاستر به روش (WARD) از نظر ویژگی‌های کاریوتیپی



شکل ۴- دیاگرام پراکنش جمعیت‌ها براساس دو مؤلفه اصلی اول و دوم حاصل از تجزیه به مؤلفه‌ها

۱- *A. verruciferum* - ۲ *A. lentiformis* - ۳ *A. canescens* (یزد)، ۴ *A. nitens* (مازندران)، ۵ *A. tatarica* - ۶ *A. leuoclada* (هرمزگان)، ۷ *A. aucheri* - ۸ *A. micrantha* - ۹ *A. nummularia* (یزد)، ۱۰ *A. halimus* - ۱۱ *A. nummularia* (یزد) - ۱۲ *A. leuoclada* (یزد)، ۱۳ *A. nitens* (هراز)، ۱۴ *A. leuoclada* (شبستر)، ۱۵ *A. nitens* (هراز)، ۱۶ *A. leuoclada* (اراک)، ۱۷ *A. lentiformis* (اصفهان)



شکل ۵- دندروگرام حاصل از تجزیه کلاستر به روش UPGMA براساس دو پارامتر 1A و 2A

Chromosomes. J.Cramer, inder A.R. Ganter ver lag kommanditgesellschaft FL-9490 UADUZ.

8-McArthur, E.D., D.C. Freeman, L.S. Luckindill, S.C. Sanderson and G.L.Noller 1992; Aretrioecy and sexual ability in *Atriplex canescens* genetically based? Evidence from clonal studies. *Evolution*, 46:1708-1721.

9-Romero Zarco, C. 1986; A new method for estimating Karyotype asymmetry. *Taxon*. 36: 526-530.

10-Ruas, C., P.Ruas, and H. Stutz, 2001; Cytogenetic studies in the genus *Atriplex* (chenopodiaceae). *Caryologia* 54:129-145.

11-Sanderson, S.C. and H.C. Stutz 1994; High chromosome numbers in Mojavean and Sonoran desert *Atriplex canescens*. *Amer.J.Bot*, 81:1045-1053.

12-Sanderson, S.C. and H.C. Stutz 2001; Chromosome races of four wing saltbush, chenopodiaceae. In: E.D. McArthur and D.J. Fairbanks, comps. *Proceedings-Shrublands ecosystem genetic and biodiversity*, 2000 June 13-15, Provo, UT. Proc. PMRS-p-21. US. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station, Ogden, UT. P.75-88.

13-Sankary, M.N., 1986; Chromosome number report 91 *Taxon*. 35:404.

14-Stebbins, G.L. 1971; *Chromosomal evolution in higher plants*. London, Edward Arnold Publisher, Ltd.

15-Stutz, H.C., M. Elby and G.K. Livinston 1975; Evolutionary studies of *Atriplex arelicyigas* diploid population of *Atriplex canescens*, *Amer. J. Bot.* 62: 236-245.

16-Stutz, H.C., 1978; Explosive evolution of perennial *Atriplex* in western North America, *GreatBasin Naturalist*, 2:161-168.

17- Plant chromosome number. 2006; Missouri Botanical Garden, *Atriplex* genus.

پارامترهای LA، SA، AR، %TF، TL می‌توان چنین بیان نمود که هر دو گروه‌بندی به نوعی گونه‌های یکساله و چند ساله را در دسته‌های مجزا قرار داده است و با توجه به اینکه بعضی از گونه‌های ذکر شده مانند *A. verruciferum* و *A. leucoclada* در شرایطی می‌توانند به صورت چند ساله نیز به رشد رویشی خود ادامه دهند لذا بر اساس پارامترهای اندازه‌گیری شده، در گروه چند ساله‌ها قرار گرفته‌اند. در این مطالعه، گروه‌بندی جمعیت‌ها بر مبنای دو پارامتر A<sub>1</sub> و A<sub>2</sub> به واقعیت بسیار نزدیکتر می‌باشد.

### پاورقی‌ها

1 - LA: Long Arm, SA: Short Arm, TL: Total Length, AR: Arm Ratio, CI: Centromer Index, %TF: Total Form percentage, %RL: Relative Length percentage  
2 - Mixoploidy

### منابع مورد استفاده

۱- حسام زاده حجازی، س.م، ۱۳۸۵؛ بررسی سیتوژنتیکی گونه‌هایی از جنس ماشک (*Vicia*) در ایران. مجله علوم کشاورزی ایران، جلد ۱-۳۷، شماره ۲. صفحه ۲۲۶-۲۱۳.

۲- عمویی، ع.م، ۱۳۷۲؛ بررسی سیتولوژی گونه‌های آتریپلکس در ایران. پایان نامه کارشناسی ارشد اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تهران.

3- Aellen, P. 1939; Die *Atriplex*-Arten der orientis, *Botanische Jarbucher*. 70:1-66.

4- Balaei, Z., K. Aghamohammadi, H. Fakhre Ranjbari, A. Rafati and Y. Agayef, 2004; Cytological study of 5 *Atriplex* in East Azarbaijan, the joint Agriculture and Natural Resources Symposium Tabriz. Ganja, May 14-16.

5- Huziwarra, Y. 1962; Karyotype analysis in some genera of compositeae. VIII Further studies on the chromosome of *Aster*. *Amer.J.Bot.* 49: 116-119.

6- Levan, A.K., K. Fredga and A.A. Sandberg, 1964; Nomenclature for centromic position on chromosomes. *Hereditas*. 52: 201-220.

7- Love. A, D. Love. 1975; Plant