ویژگی‌های مرفولوژیکی کروموزوم‌های آفتابگردان (H. annuus) و سیب‌زمینی ترشی (H. tuberosus)

مهدی زهدی اقدم[۱]

چکیده

در این پژوهش خصوصیات سیتوژنتیکی و زراعی دو گونه از جنس Helianthus شامل H. tuberosus و H. annuus از نظر ویژگی‌های مرفولوژیکی کروموزوم‌ها شامل تعداد، شکل و اندازه کروموزوم‌ها و نیز تعداد کروموزوم‌های ماهواره‌دار مطالعه گردید. در تجزیه کاریوتیپی گونه H. tuberosus نتایج نشان داد که گونه مذکور با فرمول ژنومی ۲n=۶x=۱۰۲ یک هگزاپلوئید است. طول متوسط یک دسته کروموزوم هاپلوئید آن ۳/۳۱۱±۲۳۰/۴۵ میکرون برآورد شدند. در این گونه بزرگترین کروموزوم، ۰/۰۱۹±۵/۷۶۷ میکرون با طول نسبی ۰/۰۰۸±۲/۵۰۳ درصد و از نوع ساب اکروسانتریک بود. کوچک‌ترین کروموزوم به طول ۰/۰۳۲±۳/۴۸ میکرون و از نوع متاسانتریک بود. از مجموع ۵۱ جفت کروموزوم، ۳۴ جفت متاسانتریک، ۱۴ جفت ساب متاسانتریک و تعداد ۳ جفت ساب اکروسانتریک تشخیص داده شدند که از بین آن‌ها ۳ جفت از کروموزوم‌ها ماهواره‌دار بودند. بیشترین شاخص نسبت بازو را کروموزوم شماره ۳۳، ۰/۳۲۷±۳/۲۶۵ به خود اختصاص داده بود. در تجزیه کاریوتیپی گونه H. annuus نیز مشاهده شد که یک گونه دیپلوئید ۲n=۲x=۳۴ می‌باشد. طول متوسط یک دسته کروموزوم هاپلوئید آن ۲/۹۹۵±۷۵/۶۸۲ میکرون محاسبه شد. کروموزوم شماره ۱، بزرگترین کروموزوم ۰/۳۴۱±۶/۰۳۳ میکرون با طول نسبی ۰/۲۸۵±۷/۹۳۹ درصد از نوع متاسانتریک بود. کوچکترین کروموزوم نیز با طول ۰/۲۰۸±۳/۶۰۳ میکرون از نوع ساب متاسانتریک بود. از مجموع ۱۷ جفت کروموزوم، ۱۱ جفت متاسانتریک، ۲ جفت ساب متاسانتریک و تعداد ۴ جفت ساب اکروسانتریک بودند که از بین آن‌ها ۲ جفت ماهواره‌دار دیده شد. در ارزیابی شاخص نسبت بازو، بیشترین شاخص نسبت بازو، مربوط به کروموزوم شماره ۱۵، ۰/۵۴۴±۵/۶۳۴ از نوع ساب اکروسانتریک بود. تجزیه کاریوتیپی این دو گونه نشان داد که آن‌ها از لحاظ مرفولوژی کروموزوم، تعداد انواع متاسانتریک، ساب متاسانتریک و ساب اکروسانتریک، تعداد جفت کروموزوم ماهواره‌دار، شاخص نسبت بازو و فرمول کروموزومی داری اختلافاتی هستند.

کلمات کلیدی: *ژنوم، سیتوژنتیک، کاریوتیپ، کروموزوم*

تاریخ دریافت: ۹۰/۴/۱۴ تاریخ پذیرش: ۹۱/۲/۱۵

۱- دانشگاه آزاد اسلامی، واحد خوی، گروه زراعت و اصلاح نباتات، خوی، ایران (نویسنده مسئول).

E- mail: mehdizohdi53@yahoo.com

Archive of SID

www.SID.ir

مقدمه و بررسی منابع علمی

نباتات منبع اصلی غذای مردم جهان می‌باشند و بیش از ۵۰ درصد غذای بشر از گیاهان تامین می‌شود (Arzani, 1999) در این راستا ضروری به نظر می‌رسد که از مجموعه امکانات وراثتی برخی گونه‌های گیاهی و با استفاده از فن‌آوری‌های نوین در برنامه‌های به نژادی و به زراعی حداکثر استفاده به عمل آید (Valizade, 1996). افزایش سلامت گیاه بر اثر به نژادی که منجر به مقاومت در برابر پاتوژن‌ها و آفات گیاهی می‌شود، عملکرد و کیفیت محصول را در محیطی با عملیات زراعی مطلوب افزایش می‌دهد و سموم شیمیایی را کاهش می‌دهد (Arzani, 1999).

طبق گزارش آکادمی ملی علوم آمریکا در سال ۱۹۷۵، از بین بیش از ۳۰۰۰ گونه گیاهی قابل استفاده برای انسان، فقط ۲۰ الی ۳۰ گونه گیاهی، کشت و زرع می‌شوند (Borojevic, 1990). بنابراین، انسان برای تامین نیازهای غذایی خود در حال و آینده، باید در صدد پیداکردن تنوع بیشتر در بین گیاهان زراعی بوده و هم‌چنین تعداد و انواع مختلف گیاهان زراعی قابل استفاده را افزایش دهد و با مطالعه سیتوژنتیکی گونه‌ها و با تهیه گستره‌های متافازی و تجزیه کاریوتیپی گونه‌های مختلف بتوان سطوح پلوئیدی را تعیین نمود تا تصمیم و گزینش ژنوتیپ‌های مطلوب به امکان‌پذیر شود. یکی از این گونه‌ها H. tuberosus (سیب زمینی ترش یا یرآلماسی) می‌باشد که با داشتن تعداد کروموزوم‌های زیاد و انواع مختلف کروموزوم‌ها از لحاظ (متاسانتریک، ساب متاسانتریک و ساب اکروسانتریک) گونه مناسبی برای مطالعه سیتوژنتیکی می‌باشد که از آن به عنوان یک منبع ژنی در ایجاد مقاومت به چندین بیماری (Arshi, 1996) گزارش شده است و هم‌چنین گونه‌های وحشی نقش مهمی در اصلاح ژنتیکی آفتابگردان داشته‌اند و نمونه بارز آن انتقال صفت نر عقیمی سیتوپلاسمی از گونه H. Petiolaris به گونه زراعی می‌باشد که لازم است بررسی و مطالعه بیشتری در مورد این گونه‌ها به عمل آید. منابع موجود تعداد کروموزوم‌های برخی گونه تأیید ولی اطلاعات لازم در مورد کارتیوب گونه‌ها محدود است. در این مطالعه سعی شده است تعداد مرفولوژی کروموزوم‌ها به ویژه از نظر متاسانتریک، ساب متاسانتریک و آگروسانتریک بودن و هم‌چنین تعداد کروموزوم‌های ماهواره‌دار بررسی و ضمن تهیه کارتیوپ و ادیوگرام پارامترهای مختلف کارتیوب تعیین و با استفاده از آن‌ها امکان بررسی تکامل گونه‌ای در این جنس فراهم شود.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در آزمایشگاه ژنتیک دانشگاه آزاد اسلامی واحد اردبیل انجام گرفت. ابتدا از ریشه‌چه‌های دو گونه جنس نمونه‌های هلیانتوس تهیه گردید و سپس در داخل محلول‌هایی که در ذیل به آن‌ها اشاره خواهد شد قرار گرفتند.

Archive of SID

www.SID.ir

روش مطالعه سیتوژنتیکی

الف) جوانه‌دار کردن بذور:

تعداد دو نمونه ۵ تایی از هر دو گونه جنس هلیانتوس انتخاب و در یک ظرف پتری حاوی ۵ عدد بذر *annuus* در بین دو کاغذ صافی قرار داده شدند و به مقدار مناسب آب مقطر روی آن‌ها اضافه گردید و در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد در ژرمیناتور گذاشته شدند. غده‌های *tuberosus* نیز در یک گلدان (حاوی ۵ غده) ریشه‌دار گردید.

ب) پیش تیمار[1]:

اولین گام در تهیه کاریوتیپ، تیمار سلول‌های در حال تقسیم با موادی است که از فعالیت تارهای میکروتوبولی جلوگیری کرده و باعث می‌شوند که کروموزوم‌ها در مرحله متافاز با بیشترین درجه فشردگی باقی بمانند. در این مطالعه از محلول کلشیسین ۰۵/ ٪ استفاده شد بدین صورت که ریشه‌ها قطع شده و در این محلول به مدت ۲/۵ ساعت در دمای اطاق قرار گرفتند.

ج) تثبیت[2]:

پس از پیش تیمار و شستشو، ریشه‌چه‌ها در محلول فیکساتور قرار داده شدند. فیکساتوری که در این تحقیق استفاده شد فیکساتور لویتسکی بود که مخلوطی است از اسید کرومیک (۱ درصد) و فرمالدئید (۱۰ درصد) به نسبت (۱:۱). این محلول مانع کوتاه شدن بیش از حد کروموزوم‌ها می‌شود. اسید کرومیک باعث اکسیداسیون اجزای ساختمانی کروموزوم شده و فرمالدئید نیز موجب محکم شدن اجزا می‌گردد و ساختمان کروموزوم را حفظ می‌کند. این محلول، بلافاصله قبل از تثبیت آماده شد و در لوله‌های آزمایش ۲۰ میلی‌لیتر تقریباً به ارتفاع تا ۱/۵ سانتی‌متری دهانه لوله ریخته شد. ریشه‌چه‌ها به طول ۰/۵ سانتی‌متر از انتها بریده شده و در محلول تثبیت قرار گرفتند و به مدت ۳۶ ساعت در یخچال نگهداری و سپس بعد به مدت ۳ ساعت با آب شستشو داده شدند (Agayev, 1996).

د) هیدرولیز[3]:

برای نرم شدن ریشه‌ها و له شدن راحت بافت زیر لامل و نیز کنتراست[4] بهتر، بعد از رنگ آمیزی، ریشه‌ها بعد از در آوردن از الکل ۷۰ درصد و شستشو به مدت ۱۵ دقیقه با آب مقطر، هیدرولیز شدند. برای هیدرولیز از NaOH یک نرمال در دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۸ دقیقه استفاده شد. بلافاصله بعد از هیدرولیز، نمونه‌ها ۳۰ دقیقه با آب مقطر شستشو داده شدند.

ه) رنگ‌آمیزی کروموزوم‌ها:

رنگ مورد استفاده، ۳۰ دقیقه قبل از مصرف از یخچال در آورده شد و در بوته‌های چینی کوچکی به حجم تقریباً ۳ میلی‌لیتر صاف شد. سپس نمونه‌های هیدرولیز شده بعد از شستشو با کمترین آب مازاد در داخل رنگ در دمای ۳۰ درجه

1. Pretreatment
2. Fixation
3. Hydrolyzation
4. Contrast

Archive of SID

www.SID.ir

سانتیگراد قرار داده شدند و روی بوته‌های چینی سرپوش گذاشته شد. مدت نگهداری نمونه‌ها در رنگ از ۲۴ – ۲۰ ساعت متغیر بود. تعداد نمونه‌های گذاشته شده در رنگ طوری باید باشد که بیش از ۵۰ درصد حجم رنگ را اشغال نکند و باعث رقیق شدن رنگ نگردد. در این تحقیق از رنگ استو – آهن – هماتوکسیلین[1] استفاده شد. تصاویر گرفته شده کروموزوم‌ها، توسط کامپیوتر در برنامه نرم‌افزاری photoshop7 تک به تک بریده شد و به ترتیب بزرگ به کوچک و به صورت جفت‌های همتا در کنار یکدیگر قرار گرفتند و برای هر جمعیت ویژگی‌های کروموزومی شامل طول بازوی بزرگ و کوچک، طول کروموزوم‌ها، نسبت بازوی بزرگ به کوچک در دو گونه با استفاده از نرم افزار Micromeasure تعیین گردید.

نتایج و بحث

مشخصات مورفولوژیک کروموزوم‌های سیب زمینی ترشی *H. tuberosus*

در این تحقیق، با روش اسکواش به کار برده شده، کروموزوم‌ها به خوبی پراکنده شده و گستره‌های متافازی خوب و مناسب برای تهیه کاریوتیپ به دست آمد. چند نمونه از گستره‌های متافازی در شکل ۱، کاریوگرام در شکل ۲ و ایدیوگرام در شکل ۳ ارائه شده‌اند.

جدول ۴ اندازه‌گیری‌های مختلف انجام شده بر روی کروموزوم‌های این گونه را نشان می‌دهد. کلیه مقادیر ارائه شده برای تمامی نمونه‌های این گونه متوسط داده‌های حاصل از ۵ گستره متافازی می‌باشد. مطالعه کاریوتیپ‌های نمونه‌های مختلف *H. tuberosus* نشان داد که این گونه دارای ۱۰۲ کروموزوم با فرمول ژنومی ۲n= ۶x=۱۰۲ بوده و هگزاپلوئید می‌باشد. طول متوسط یک دسته کروموزوم هاپلوئید (n)، ۰/۳۱۱ ± ۲۳۰/۴۱۵ میکرون برآورد گردید. بزرگ‌ترین کروموزوم، کروموزوم شماره ۱، ۰/۰۱۹± ۵/۷۶۷ میکرون طول داشت و طول نسبی آن ۰/۰۰۸± ۲/۵۰۳ درصد و از نوع ساب اکروسانتریک (SA) بود. کوچک‌ترین کروموزوم نیز با طول ۰/۰۳۲± ۳/۴۸ میکرون از نوع متاسانتریک، مربوط به کروموزوم شماره ۵۱ بود.

در بررسی شاخص نسبت بازو، بیشترین شاخص نسبت بازو مربوط به کروموزوم شماره ۳۳، ۰/۳۲۷± ۳/۲۶۵ از نوع ساب اکروسانتریک (SA) و کمترین شاخص نسبت بازو مربوط به کروموزوم شماره ۱۱، ۰/۰۶۸± ۱/۰۸۴ از نوع متاسانتریک بود. هم‌چنین در بررسی به لحاظ یکسان بودن شاخص نسبت بازو مشاهده شد که شاخص نسبت بازو در کروموزوم‌های شماره ۱۶ و ۴۷ کاملاً یکسان بوده (۱/۲۳۶) و از نوع متاسانتریک می‌باشند.

در مقایسه کلی کروموزوم‌ها با یکدیگر نیز مشاهده شد که کروموزوم‌های شماره ۹ و ۱۰ و

1. Aceto – iron - hematoxylin

Archive of SID

www.SID.ir

هم‌چنین ۱۳ و ۱۵ به لحاظ طول کروموزوم، طول نسبی، طول بازوی کوتاه، طول بازوی بلند و شاخص نسبت بازو و نوع کروموزوم یکسان می‌باشند (جدول ۱).

جدول ۱- مشخصات کروموزوم‌های هاپلویید گونه *Helianthus tuberosus*

Table 1- Characteristics of haploid chromosomes *Helianthus tuberosus*

شماره کروموزوم Number of chromosome	طول کروموزوم (µ) Length of chromosome	طول نسبی کروموزوم Relative length of chromosome	طول بازوی کوتاه (µ) Short arm	طول بازوی بلند (µ) Length arm	شاخص نسبت بازو Arm ratio	طول ماهواره (µ) Satellite length	توع کروموزوم Type of chromosom
1	5/767±0/019	2/503±0/008	1/393±0/019	4/375±0/001	3/142±0/043	-----	SA
2	5/735±0/06	2/489±0/026	2/728±0/02	3/007±0/08	1/103±0/037	-----	M
3	5/466±0/06	2/372±0/026	1/713±0/06	3/753±0/002	2/193±0/077	-----	SM
4	5/373±0/026	2/332±0/011	1/666±0/016	3/707±0/042	2/226±0/046	0/872±0/016	SM
5	5/189±0/027	2/252±0/012	2/431±0/049	2/758±0/022	1/135±0/032	-----	M
6	5/188±0/08	2/252±0/035	1/965±0/05	3/223±0/13	1/643±0/109	-----	M
7	5/155±0/123	2/237±0/054	2/179±0/142	2/976±0/019	1/372±0/098	-----	M
8	5/143±0/197	2/232±0/085	1/833±0/196	3/31±0/001	1/826±0/195	-----	SM
9	5/075±0/046	2/202±0/02	2/075±0/002	3±0/044	1/445±0/02	-----	M
10	5/053±0/065	2/193±0/028	2/096±0/066	2/957±0/001	1/413±0/045	-----	M
11	4/928±0/016	2/139±0/007	2/367±0/069	2/562±0/085	1/084±0/068	-----	M
12	4/89±0/006	2/122±0/003	1/913±0/06	2/978±0/066	1/559±0/083	-----	M
13	4/819±0/126	2/092±0/055	2/011±0/022	2/808±0/148	1/397±0/089	-----	M
14	4/786±0/022	2/077±0/01	1/588±0/001	3/198±0/022	2/013±0/014	-----	SM
15	4/729±0/04	2/052±0/017	1/989±0/044	2/739±0/004	1/378±0/033	-----	M
16	4/713±0/088	2/046±0/038	2/11±0/044	2/603±0/132	1/236±0/088	-----	M
17	4/7±0/033	2/04±0/014	1/564±0/01	3/136±0/043	2/005±0/041	-----	SM
18	4/682±0/085	2/032±0/037	1/836±0/019	2/846±0/067	1/55±0/02	-----	M
19	4/655±0/021	2/02±0/009	2/052±0/021	2/603±0/001	1/269±0/014	-----	M
20	4/653±0/058	2/02±0/025	1/715±0/01	2/939±0/069	1/714±0/051	-----	SM
21	4/608±0/007	2±0/003	2/063±0/01	2/545±0/017	1/234±0/014	0/686±0/025	M
22	4/571±0/02	1/984±0/009	1/35±0/02	3/221±0/001	2/387±0/036	-----	SM
23	4/544±0/221	1/972±0/096	1/817±0/126	2/728±0/095	1/505±0/052	-----	M
24	4/511±0/039	1/958±0/017	1/967±0/018	2/544±0/02	1/293±0/002	-----	M
25	4/478±0/021	1/943±0/009	1/898±0/089	2/58±0/11	1/366±0/122	-----	M

ادامه جدول ۱

Continue of table 1

شماره کروموزوم Number of chromosome	طول کروموزوم (µ) Length of chromosome	طول نسبی کروموزوم Relative length of chromosome	طول بازوی کوتاه (µ) Short arm	طول بازوی بلند (µ) Length arm	شاخص نسبت بازو Arm ratio	طول ماهواره (µ) Satellite length	توع کروموزوم Type of chromosom
26	4/475±0/001	1/942±0/001	1/762±0/109	2/713±0/11	1/549±0/158	-----	M
27	4/465±0/18	1/938±0/078	1/989±0/04	2/476±0/22	1/248±0/136	-----	M
28	4/464±0/049	1/937±0/021	1/812±0/001	2/652±0/048	1/463±0/025	-----	M
29	4/396±0/023	1/908±0/01	1/526±0/152	2/87±0/13	1/908±0/275	-----	SM
30	4/393±0/11	1/907±0/048	2/121±0/001	2/272±0/11	1/071±0/052	-----	M
31	4/39±0/078	1/905±0/034	1/838±0/028	2/552±0/05	1/388±0/007	-----	M
32	4/371±0/004	1/897±0/002	1/745±0/069	2/626±0/065	1/509±0/096	-----	M
33	4/357±0/098	1/891±0/043	1/026±0/055	3/331±0/154	3/265±0/327	-----	SA
34	4/305±0/109	1/868±0/047	1/525±0/019	2/78±0/09	1/823±0/036	-----	SM
35	4/292±0/134	1/863±0/058	1/444±0/153	2/848±0/019	1/995±0/225	-----	SM
36	4/288±0/005	1/861±0/002	1/04±0/022	3/247±0/027	3/124±0/092	-----	SA
37	4/239±0/092	1/84±0/04	1/456±0/044	2/783±0/136	1/917±0/152	-----	SM
38	4/229±0/291	1/835±0/126	2/032±0/267	2/197±0/024	1/133±0/098	1/015±0/039	M
39	4/216±0/026	1/83±0/011	1/721±0/045	2/495±0/019	1/451±0/049	-----	M
40	4/063±0/04	1/763±0/017	1/106±0/048	2/956±0/088	2/68±0/195	-----	SM
41	4/026±0/036	1/747±0/016	1/905±0/04	2/121±0/003	1/114±0/025	-----	M
42	4/014±0/009	1/742±0/004	1/445±0/104	2/569±0/095	1/791±0/195	-----	SM
43	3/999±0/063	1/735±0/027	1/593±0/049	2/406±0/112	1/514±0/116	-----	M
44	3/991±0/055	1/732±0/024	1/814±0/135	2/177±0/08	1/21±0/134	-----	M
5	3/914±0/117	1/699±0/051	1/655±0/111	2/259±0/006	1/371±0/089	-----	M
46	3/82±0/064	1/658±0/028	1/546±0/088	2/273±0/024	1/476±0/1	-----	M
47	3/761±0/042	1/632±0/018	1/682±0/003	2/079±0/038	1/236±0/02	-----	M
48	3/723±0/013	1/616±0/006	1/1±0/077	2/623±0/09	2/402±0/25	-----	SM
49	3/668±0/049	1/592±0/021	1/522±0/022	2/146±0/071	1/41±0/067	-----	M
50	3/665±0/085	1/591±0/037	1/481±0/019	2/184±0/065	1/475±0/025	-----	M
51	3/48±0/032	1/51±0/014	1/464±0/046	2/017±0/014	1/379±0/053	-----	M
طول کل ژنوم	30/4125±3/311	100					

SA : ساب اگرو سانتریک

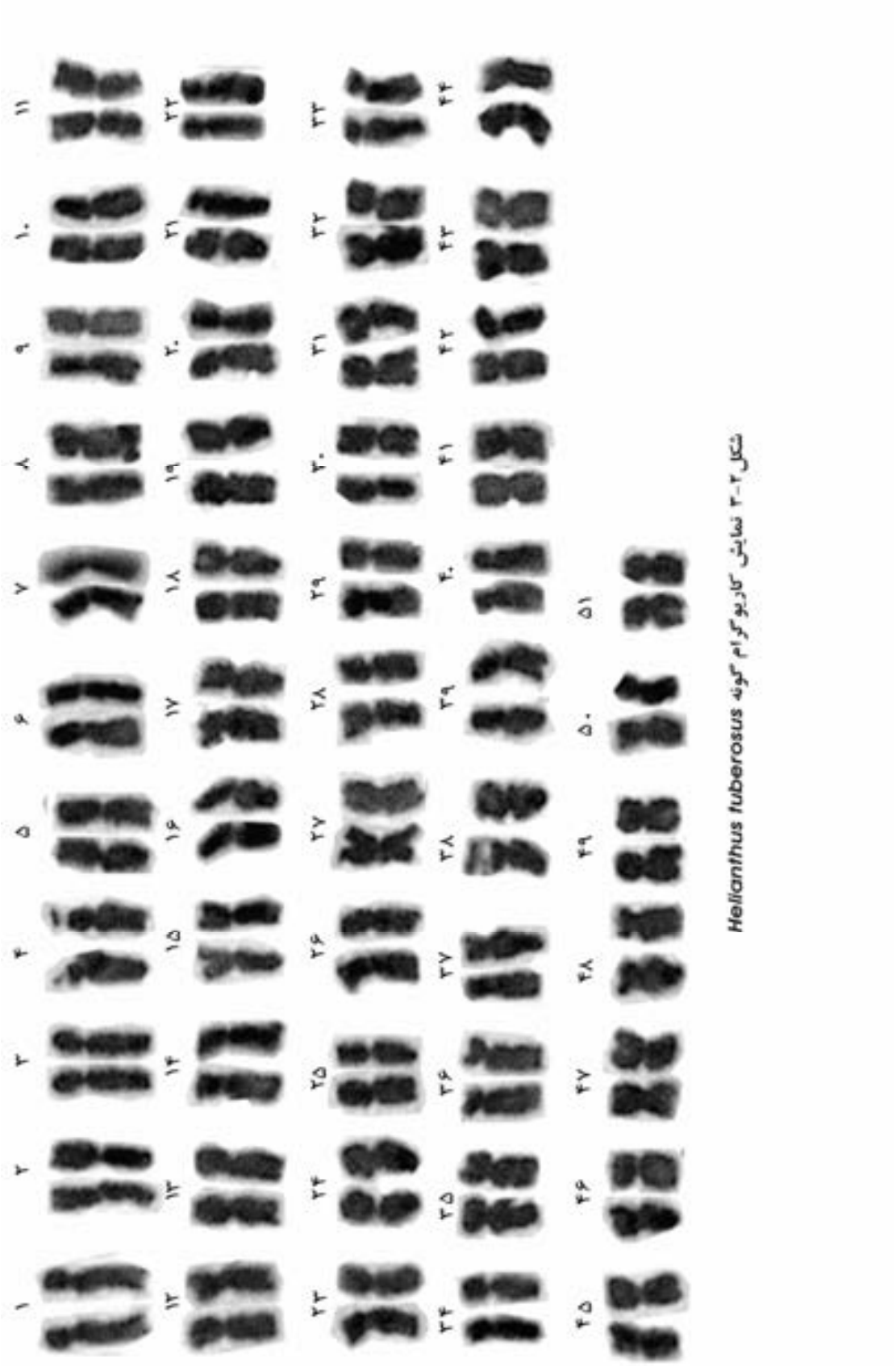
SM: ساب متاسانتریک

M : متاسانتریک

www.SID.ir

شکل ۱-۳ تصاویر a, b, c, d گستره های مختلف متافازی *Helianthus tuberosus* را نشان می دهد.

www.SID.ir



شکل ۲-۳ نمایش کاریوگرام گونه *Helianthus tuberosus*

www.SID.ir

شکل ۳-۳ نمایش ایدیوگرام ۵۱ کروموزوم گونه *Helianthus tuberosus*. کروموزوم‌های شماره ۱۰، ۲۱ و ۳۸ دارای ماهواره در انتهای بازوی کوتاه می باشد.

www.SID.ir

مورفولوژی کروموزوم‌های آفتابگردان

در این گونه نیز روش اسکواش به کار رفته باعث گردید که کروموزوم‌ها به خوبی پراکنده شده و گستره‌های متافازی خوبی برای تهیه کاریوتیپ بدست آید. چند نمونه از گستره‌های متافازی در شکل ۴، کاریوگرام در شکل ۵ و ایدیوگرام در شکل ۶ ارائه شده‌اند. جدول ۲ اندازه‌گیری‌های مختلف انجام شده بر روی کروموزوم‌های این گونه را نشان می‌دهد. کلیه مقادیر ارائه شده برای تمامی نمونه‌های این گونه متوسط داده‌های حاصل از ۱۰ گستره متافازی می‌باشد.

مطالعه کاریوتیپ‌های نمونه‌های مختلف نشان داد که این گونه دارای ۳۴ عدد کروموزوم ۲n=۲x=۳۴ و دیپلوئید می‌باشد. طول متوسط یک دسته کروموزوم هاپلوئید (n)، ۷۵/۶۸۲±۲/۹۹۵ میکرون برآورد گردید.

بزرگترین کروموزوم، کروموزوم شماره ۱، ۶/۰۳۳±۰/۳۴۱ میکرون طول داشت و طول نسبی آن ۷/۹۳۹±۰/۲۸۵ و از نوع متاسانتریک (M) بود. کوچک‌ترین کروموزوم نیز با طول ۳/۵۶۳±۰/۲۰۸ میکرون از نوع ساب متاسانتریک بود.

در بررسی شاخص نسبت بازو، بیشترین شاخص نسبت بازو مربوط به کروموزوم شماره ۱۵، ۵/۶۳۴±۰/۵۴۴ از نوع ساب اکروسانتریک (SA) و کمترین شاخص نسبت بازو مربوط به کروموزوم شماره ۱، ۱/۱۴۴±۰/۰۳۴ که ماهواره‌دار و از نوع متاسانتریک (M) بود. هم‌چنین در بررسی به لحاظ یکسان بودن شاخص نسبت بازو مشاهده شد که شاخص نسبت بازو در کروموزوم‌های شماره ۹ و ۱۲ کاملاً یکسان بوده (۵/۵۴۴) و از نوع ساب اکروسانتریک می‌باشند (جدول ۲).

در بررسی ژنوم به لحاظ یکسان بودن، ژنوم گونه مذکور یکسان و قابل تشخیص بود و کاریوگرام و ایدیوگرام آن برحسب تعداد ژنوم ۲x تهیه گردید (شکل‌های ۵ و ۶).

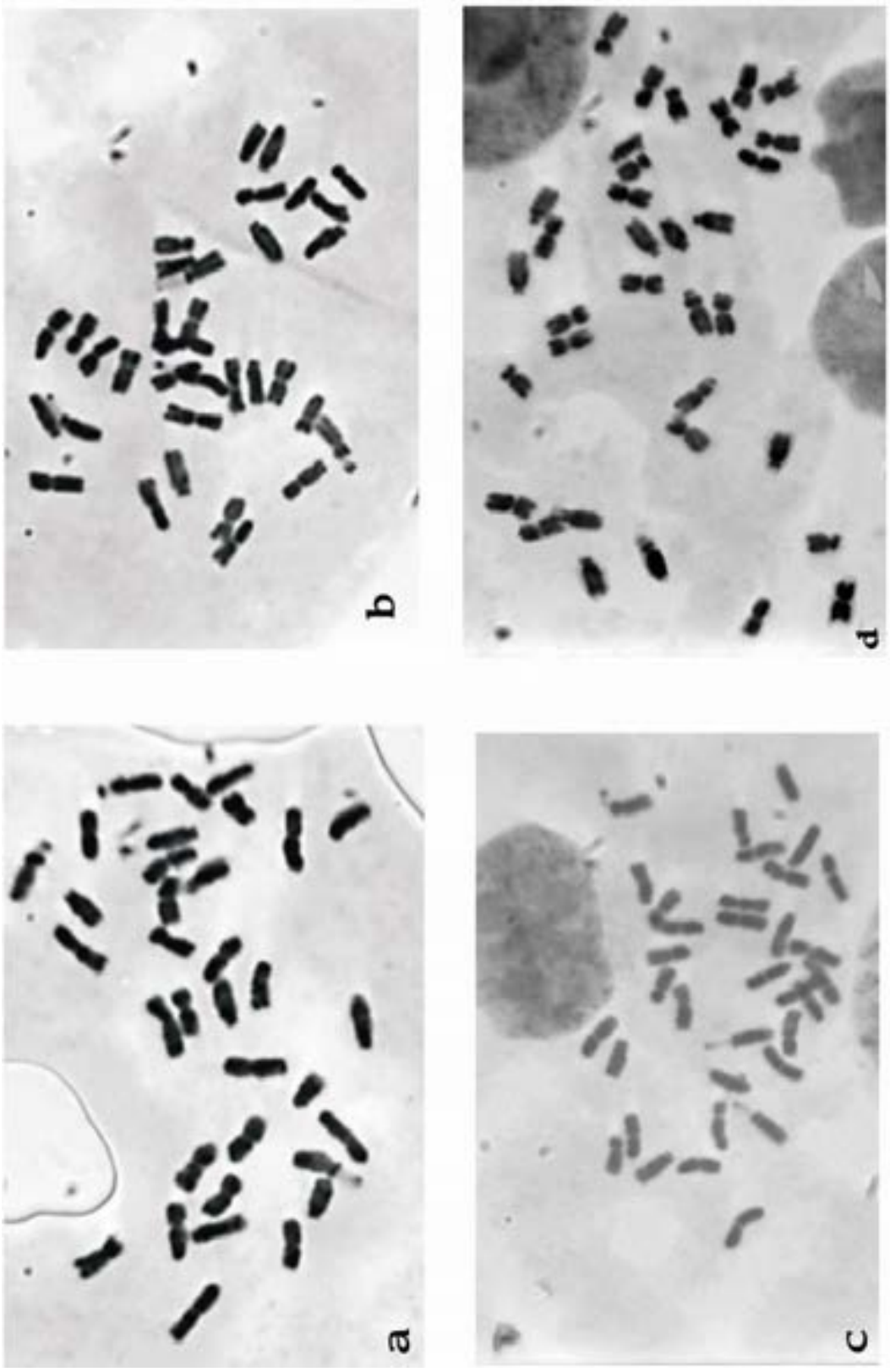
جدول ۲- مشخصات کروموزوم‌های پایه گونه *Helianthus annuus*

Table 2- Characteristics of haploid chromosomes species *Helianthus annuus*

شماره کروموزوم Number of chromosome	طول کروموزوم (µ) Length of chromosome	طول نسبی کروموزوم Relative length of chromosome	طول بازوی کوتاه(µ) Short arm	طول بازوی بلند (µ) Long arm	شاخص نسبت بازو Arm ratio	طول ماهواره (µ) Satllite length	نوع کروموزوم Type of chromosome
1	6/033±0/341	7/939±0/285	2/83±0/183	3/202±0/166	1/144±0/034	1/334±0/211	M
2	5/145±0/144	6/816±0/128	2/336±0/098	2/808±0/075	1/218±0/054	____	M
3	5/261±0/228	6/988±0/333	2/22±0/125	3/04±0/138	1/393±0/071	1/239±0/138	M
4	5/027±0/194	6/636±0/119	2/148±0/07	2/879±0/13	1/338±0/034	____	M
5	4/847±0/134	6/418±0/095	2/142±0/074	2/704±0/076	1/27±0/039	____	M
6	4/639±0/154	6/129±0/061	2/022±0/074	2/616±0/087	1/297±0/026	____	M
7	4/471±0/16	5/88±0/172	1/939±0/094	2/517±0/143	1/311±0/078	____	M
8	4/456±0/208	5/904±0/063	1/687±0/047	2/784±0/147	1/658±0/089	____	M
9	4/375±0/123	5/793±0/093	0/692±0/042	3/682±0/135	5/544±0/047	____	SA
10	4/167±0/224	5/486±0/168	1/845±0/123	2/322±0/111	1/279±0/055	____	M
11	4/229±0/179	5/587±0/152	1/77±0/069	2/459±0/126	1/393±0/056	____	M
12	4/137±0/166	5/46±0/091	0/645±0/039	3/491±0/14	5/543±0/289	____	SA
13	4/021±0/182	5/299±0/125	1/43±0/088	2/591±0/119	1/847±0/104	____	SM
14	3/92±0/145	5/18±0/098	1/576±0/075	2/343±0/151	1/532±0/141	____	M
15	3/788±0/08	5/029±0/116	0/604±0/048	3/183±0/092	5/634±0/544	____	SA
16	3/603±0/125	4/686±0/176	0/808±0/104	2/755±0/178	3/909±0/506	____	SA
17	3/563±0/208	4/763±0/835	1/186±0/062	2/417±0/075	2/069±0/086	____	SM
طول کل ژنوم	75/682±2/995	100					

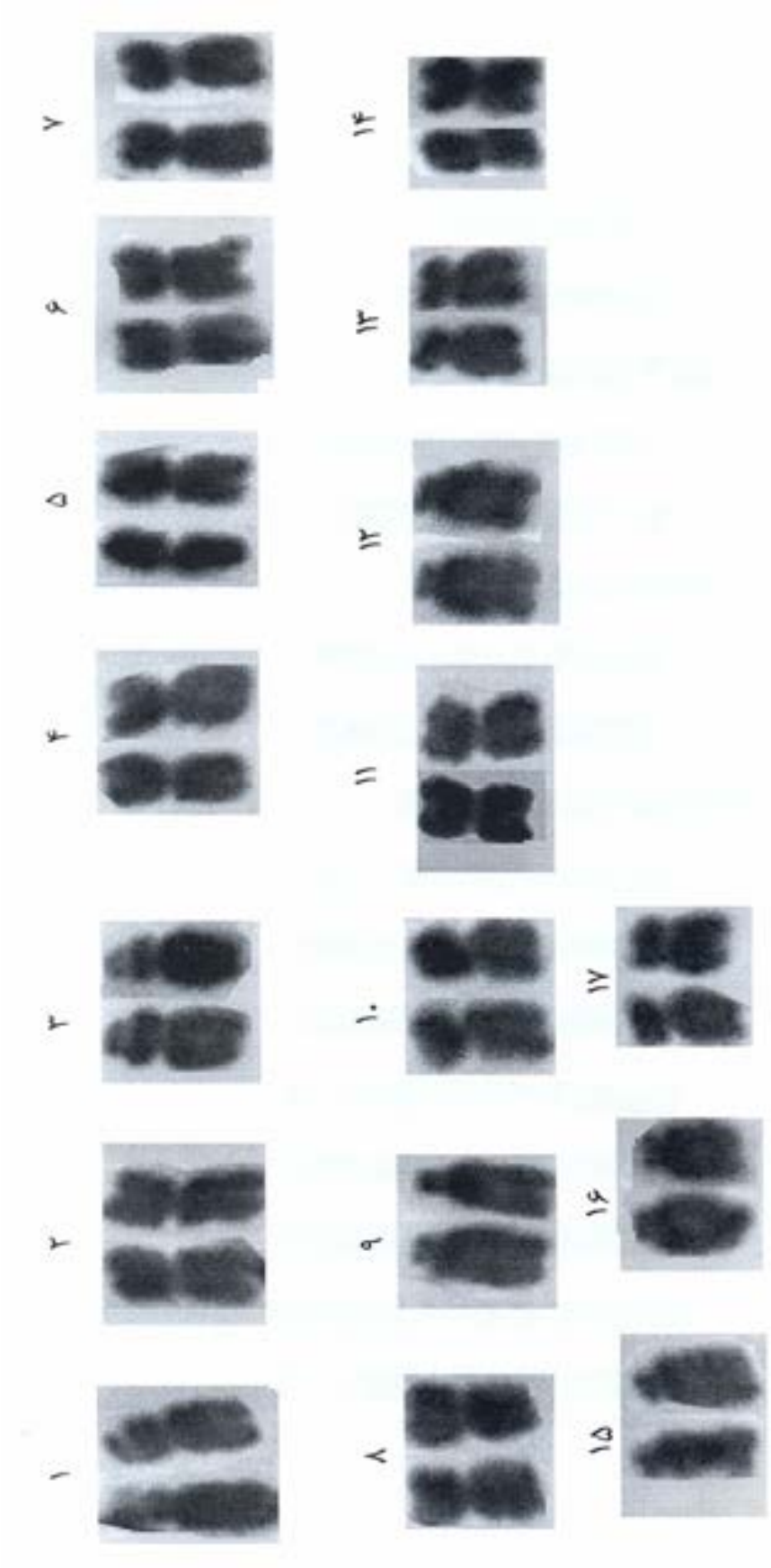
Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۲ تصاویر a، b، c و d گستره های مختلف متافازی *Helianthus annuus* را نشان می دهد.

www.SID.ir



شکل ۶-۳ نمایش کاریوگرام گونه *Helianthus annuus*.

www.SID.ir

شکل ۷-۳ نمایش ایدیوگرام ۱۷ کروموزوم گونه *Helianthus annuus* . کروموزوم های شماره ۱ و ۳ دارای ماهواره در انتهای بازوی کوتاه می باشند.

www.SID.ir

نتیجه‌گیری و پیشنهادات

۱) تجزیه کاریوتیپی نمونه‌های مختلف دو گونه *H. tuberosus* و *H. annuus* نشان داد که بین دو گونه از لحاظ مرفولوژی کروموزوم و تعداد انواع متاسانتریک، ساب متاسانتریک و ساب اکروسانتریک آن‌ها اختلاف وجود دارد. تمام نمونه‌های *H. tuberosus*، ۵۱ جفت کروموزوم داشتند و هگزاپلوئید بودند و تمام نمونه‌های *H. annuus* دارای ۱۷ جفت کروموزوم، دیپلوئید بودند. هم‌چنین اختلافات واضح و روشنی بین کاریوتیپ‌های مورد مطالعه دو گونه وجود داشت.

۲) در مقایسه فرمول کروموزومی دو گونه مشخص شد که *H. tuberosus* دارای ۳۴M:۱۴SM:۳SA و *H. annuus* دارای ۱۱M:۲SM:۴SA می‌باشد.

۳) به لحاظ تعداد جفت ماهواره، گونه *H. tuberosus*، ۳ جفت ماهواره و *H. annuus*، ۲ جفت ماهواره را به خود اختصاص دادند.

۴) در مطالعه سیتوژنتیکی دو گونه مشخص گردید که ژنوم *H. tuberosus* به علت الوهگزاپلوئید بودن این گونه، کاریوگرام آن به صورت تعداد ژنوم مقدور نگردید و برای بررسی‌های دقیقتر، نیاز به اعمال روش‌های مختلف نواربندی و مطالعه میوز داشت تا ژنوم دریافتی از گونه *H. annuus* مشخص گردد.

فهرست منابع

References

✓ Agayev, Y. M. 1996. Advanced squash method for investigation of plant chromosomes. Fourth Iranian Congress Crop Production and Breeding Sciences. Key – note papers. Esfahan University of Technology, Esfahan, Iran.

✓ Al -Allaf, S., and M. B. E, Godward. 1977. Cerotype analysis of 3 four varieties of *Helianthus annuus* L.. Cytologia. 44: 319- 323.

✓ Arshi, Y. 1996. Sunflower science and technology. Publications office of cotton.

✓ Atlagic, J., B. Dozet, and D. Skoric. 1993. Meiosis and pollen viability in *Helianthus tuberosus* L. and its hybrids with cultivated sunflower. Plant Breeding. 111: 318- 324.

✓ Atlagic, J., B. Dozet, and D. Skoric. 1995. Meiosis and pollen grain viability in *Helianthus mollis*, *Helianthus solicifolius, Helianthus maximiliani* and their F1 hybrids with cultivated sunflower. Euphytica. 81: 259- 263.

✓ Atlagic, J. 1996. Cytogenetic studes in hexaploid *Helianthus* species and their F1 hybrids with cultivared sunflower, *H. annuus*. Plant Breeding. 115: 257- 260.

✓ Azany. A. 1999. Breeding Field Crops. Isfahan University of Technology.

✓ Bennett, M. D. 1972. Nuclear DNA content and minimum generation time in herbaceous plants. Proc. R. Soc. Lond. B. 181: 109- 135.

✓ Bennett, M. D. 1976. DNA amount, latitude and crop plant distribution, Environ. Expt. Bot. 16: 93- 108.

✓ Borojevic, S. 1990. Principles and methods of plant breeding. Elsevier Science Publishers, Germany.

✓ Valizade. M. 1996. Chromosome organization and its secrets banding technology in higher organisms. Articles Agronomy Congress, Isfahan.

Archive of SID

www.SID.ir