

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 $2n=6x=102$ یک هگزاپلوئید است. طول متوسط یک دسته کروموزوم هاپلوئید آن $230/45 \pm 3/311$ میکرون برآورد شدند. در این گونه بزرگترین کروموزوم، $5/767 \pm 0/019$ میکرون با طول نسبی $2/503 \pm 0/008$ درصد و از نوع ساب اکروساتریک بود. کوچک‌ترین کروموزوم به طول $3/48 \pm 0/032$ میکرون و از نوع متاساتریک بود. از مجموع ۵۱ جفت کروموزوم، ۳۴ جفت متاساتریک، ۱۴ جفت ساب متاساتریک و تعداد ۳ جفت ساب اکروساتریک تشخیص داده شدند که از بین آن‌ها ۳ جفت از کروموزوم‌ها ماهواره‌دار بودند. بیشترین شاخص نسبت بازو را کروموزوم شماره ۳۳، $3/265 \pm 0/327$ به خود اختصاص داده بود. در تجزیه کاریوتیپی گونه *H. annuus* نیز مشاهده شد که یک گونه دیپلوئید $2n=2x=34$ می‌باشد. طول متوسط یک دسته کروموزوم هاپلوئید آن $75/682 \pm 2/995$ میکرون محاسبه شد. کروموزوم شماره ۱، بزرگترین کروموزوم $6/033 \pm 0/341$ میکرون با طول نسبی $7/939 \pm 0/285$ درصد از نوع متاساتریک بود. کوچکترین کروموزوم نیز با طول $3/603 \pm 0/208$ میکرون از نوع ساب متاساتریک بود. از مجموع ۱۷ جفت کروموزوم، ۱۱ جفت متاساتریک، ۲ جفت ساب متاساتریک و تعداد ۴ جفت ساب اکروساتریک بودند که از بین آن‌ها ۲ جفت ماهواره‌دار دیده شد. در ارزیابی شاخص نسبت بازو، بیشترین شاخص نسبت بازو، مربوط به کروموزوم شماره ۱۵، $5/634 \pm 0/544$ از نوع ساب اکروساتریک بود. تجزیه کاریوتیپی این دو گونه نشان داد که آن‌ها از لحاظ مرفولوژی کروموزوم، تعداد انواع متاساتریک، ساب متاساتریک و ساب اکروساتریک، تعداد جفت کروموزوم ماهواره‌دار، شاخص نسبت بازو و فرمول کروموزومی داری اختلافاتی هستند.

کلمات کلیدی: ژنوم، سیتوژنتیک، کاریوتیپ، کروموزوم

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 به‌نژادی و به‌زراعی حداکثر استفاده به‌عمل آید (Valizade, 1996). افزایش سلامت گیاه بر اثر به‌نژادی 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 پیدا کردن 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 پیرآلماسی) می‌باشد که با داشتن تعداد کروموزوم‌های زیاد و انواع مختلف کروموزوم‌ها از

لحاظ (متاسانتریک، ساب‌متاسانتریک و ساب‌اکروسانتریک) گونه مناسبی برای مطالعه سیتوژنتیکی می‌باشد که از آن به‌عنوان 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 به‌عمل آید. منابع موجود تعداد کروموزوم‌های برخی گونه تأیید ولی اطلاعات لازم در مورد کاریوب گونه‌ها محدود است. در این مطالعه سعی شده است تعداد مرفولوژی کروموزوم‌ها به‌ویژه از نظر متاسانتریک، ساب‌متاسانتریک و آگروسانتریک بودن و هم‌چنین تعداد کروموزوم‌های ماهواره‌دار بررسی و ضمن تهیه کاریوپ و ادیوگرام پارامترهای مختلف کاریوب 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.

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 گل‌دندان (حاوی ۵ غده) ریشه‌دار گردید.

ب) پیش تیمار^۱:

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 ۰.۵٪ استفاده شد بدین صورت که ریشه‌ها قطع شده و در این محلول به مدت ۲/۵ ساعت در دمای اطاق قرار گرفتند.

ج) تثبیت^۲:

پس از پیش تیمار و شستشو، ریشه‌چه‌ها در محلول فیکساتور قرار داده شدند. فیکساتوری که در این تحقیق استفاده شد فیکساتور لوبیتسکی 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^۳:

برای نرم شدن ریشه‌ها و له شدن راحت بافت زیر لامل و نیز کنتراست^۴ 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) رنگ آمیزی کروموزوم‌ها:

رنگ مورد استفاده، ۳۰ دقیقه قبل از مصرف از یخچال در آورده شد و در بوتله‌های 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

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 $2n=6x=102$ بوده و هگزاپلوئید می‌باشد. طول متوسط یک دسته کروموزوم هاپلوئید (n)، $230/415 \pm 0/311$ میکرون برآورد گردید. بزرگ‌ترین کروموزوم، کروموزوم شماره ۱، $5/767 \pm 0/019$ میکرون طول داشت و طول نسبی آن $2/503 \pm 0/008$ درصد و از نوع ساب اکروساتریک (SA) بود. کوچک‌ترین کروموزوم نیز با طول $3/48 \pm 0/032$ میکرون از نوع متاساتریک، مربوط به کروموزوم شماره ۵۱ بود.

در بررسی شاخص نسبت بازو، بیشترین شاخص نسبت بازو مربوط به کروموزوم شماره ۳۳، $3/265 \pm 0/327$ از نوع ساب اکروساتریک (SA) و کمترین شاخص نسبت بازو مربوط به کروموزوم شماره ۱۱، $1/084 \pm 0/068$ از نوع متاساتریک 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 ($1/236$) و از نوع متاساتریک می‌باشند.

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

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^۱ 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 Micromasure 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.

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 هاپلوئید گونه *Helianthus tuberosus*

Table 1- Characteristics of haploid chromosomes *Helianthus tuberosus*

توع کروموزوم Type of chromosome	طول ماهواره (μ) Satellite length	شاخص نسبت بازو Arm ratio	طول بازوی بلند (μ) Length arm	طول بازوی کوتاه (μ) Short arm	طول نسبی کروموزوم Relative length of chromosome	طول کروموزوم (μ) Length of chromosome	شماره کروموزوم Number of chromosome
SA	3/142±0/043	4/375±0/001	1/393±0/019	2/503±0/008	5/767±0/019	1
M	1/103±0/037	3/007±0/008	2/728±0/002	2/489±0/026	5/735±0/006	2
SM	2/193±0/077	3/753±0/002	1/713±0/006	2/372±0/026	5/466±0/006	3
SM	0/872±0/016	2/226±0/046	3/707±0/042	1/666±0/016	2/332±0/011	5/373±0/026	4
M	1/135±0/032	2/758±0/022	2/431±0/049	2/252±0/012	5/189±0/027	5
M	1/643±0/109	3/223±0/013	1/965±0/005	2/252±0/035	5/188±0/008	6
M	1/372±0/098	2/976±0/019	2/179±0/142	2/237±0/054	5/155±0/123	7
SM	1/826±0/195	3/31±0/001	1/833±0/196	2/232±0/085	5/143±0/197	8
M	1/445±0/02	3±0/044	2/075±0/002	2/202±0/02	5/075±0/046	9
M	1/413±0/045	2/957±0/001	2/096±0/066	2/193±0/028	5/053±0/065	10
M	1/084±0/068	2/562±0/085	2/367±0/069	2/139±0/007	4/928±0/016	11
M	1/559±0/083	2/978±0/066	1/913±0/006	2/122±0/003	4/89±0/006	12
M	1/397±0/089	2/808±0/148	2/011±0/022	2/092±0/055	4/819±0/126	13
SM	2/013±0/014	3/198±0/022	1/588±0/001	2/077±0/01	4/786±0/022	14
M	1/378±0/033	2/739±0/004	1/989±0/044	2/052±0/017	4/729±0/04	15
M	1/236±0/088	2/603±0/132	2/11±0/044	2/046±0/038	4/713±0/088	16
SM	2/005±0/041	3/136±0/043	1/564±0/001	2/04±0/014	4/7±0/033	17
M	1/55±0/02	2/846±0/067	1/836±0/019	2/032±0/037	4/68±0/085	18
M	1/269±0/014	2/603±0/001	2/052±0/021	2/02±0/009	4/655±0/021	19
SM	1/714±0/051	2/939±0/069	1/715±0/001	2/02±0/025	4/653±0/058	20
M	0/686±0/025	1/234±0/014	2/545±0/017	2/063±0/001	2±0/003	4/608±0/007	21
SM	2/387±0/036	3/221±0/001	1/35±0/02	1/984±0/009	4/571±0/022	22
M	1/505±0/052	2/728±0/095	1/817±0/126	1/972±0/096	4/544±0/221	23
M	1/293±0/002	2/544±0/02	1/967±0/018	1/958±0/017	4/511±0/039	24
M	1/366±0/122	2/58±0/11	1/898±0/089	1/943±0/009	4/478±0/021	25

ادامه جدول ۱

Continue of table 1

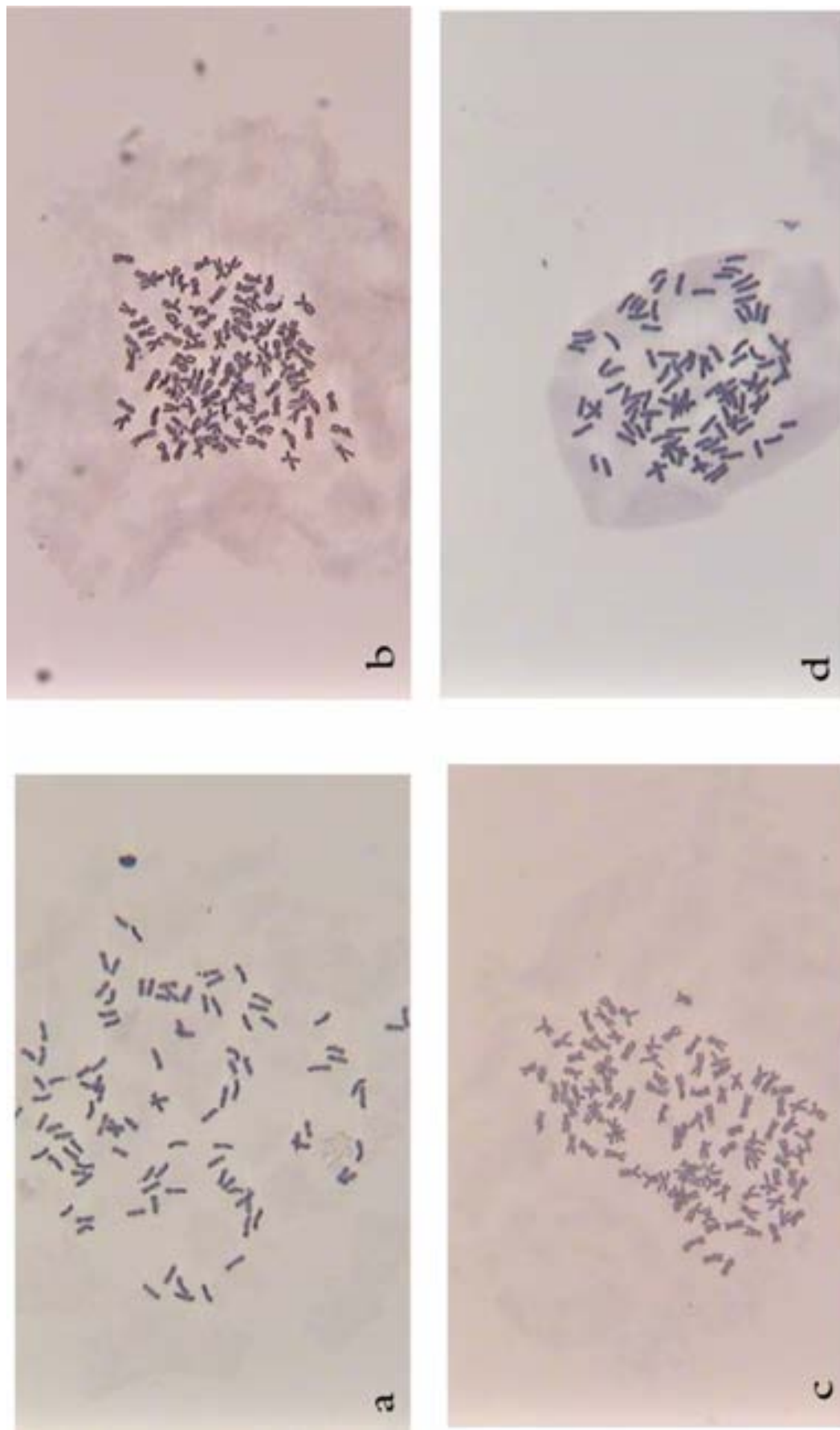
توع کروموزوم Type of chromosome	طول ماهواره (μ) Satellite length	شاخص نسبت بازو Arm ratio	طول بازوی بلند (μ) Length arm	طول بازوی کوتاه (μ) Short arm	طول نسبی کروموزوم Relative length of chromosome	طول کروموزوم (μ) Length of chromosome	شماره کروموزوم Number of chromosome
M	1/549±0/158	2/713±0/11	1/762±0/109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

طول کل زئوم 100 30/4125±3/311

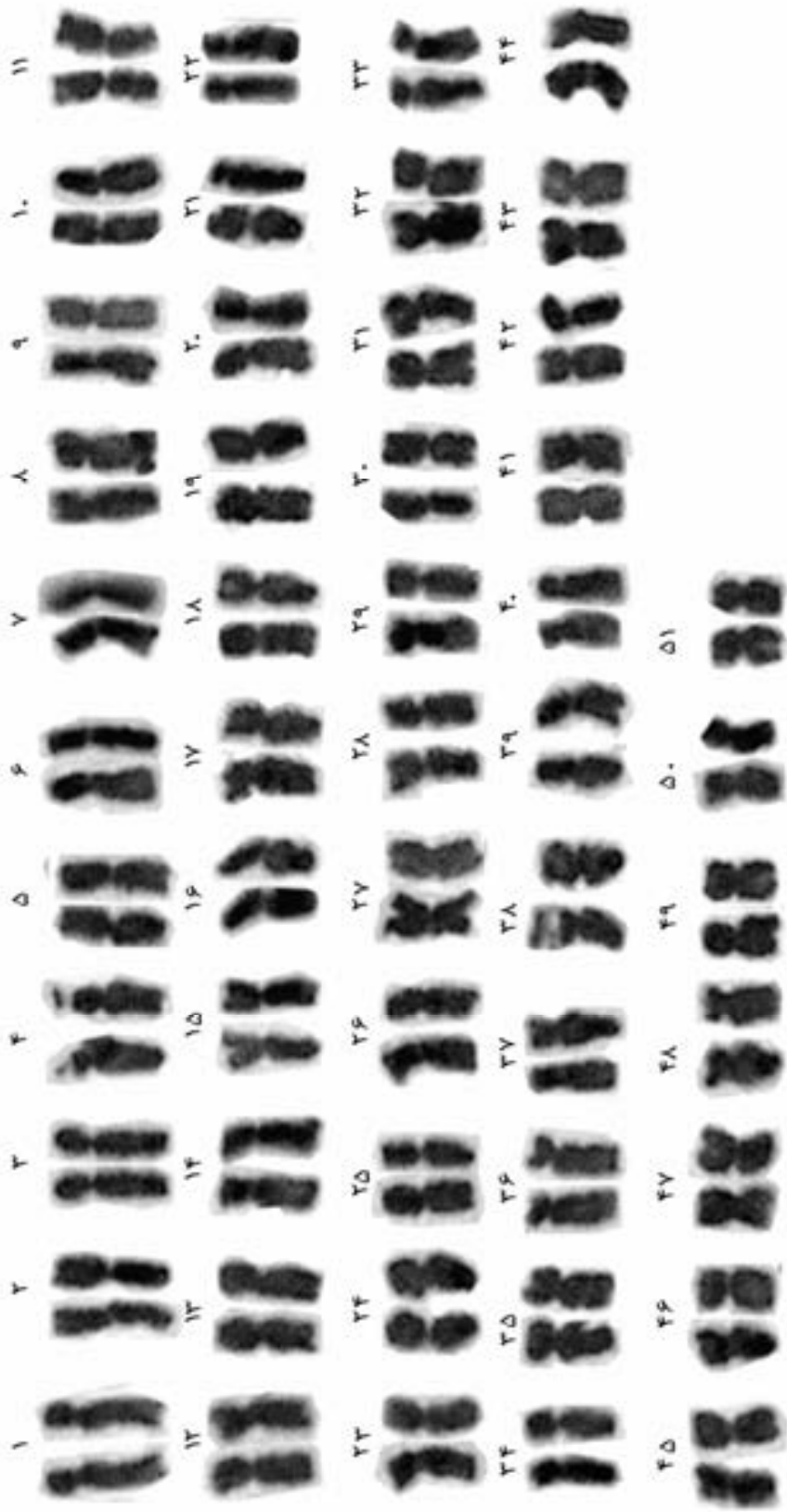
SA: ساب آگرو سانتربیک

SM: ساب متاسانتریک

M: متاسانتریک



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



شکل ۳-۲ نمایش کاربوتگرام گونه *Helianthus tuberosus*



شکل ۳-۳. نمایش ایدیوگرام ۵۱ کروموزوم گونه *Helianthus tuberosus*. کروموزوم‌های شماره ۲۱، ۲۸ و ۳۱ دارای ماهواره در انتهای بازوی کوتاه می باشد.

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 $2n=2X=34$ و دیپلوئید می‌باشد. طول متوسط یک دسته کروموزوم هاپلوئید (n)، $75/682 \pm 2/995$ میکرون برآورد گردید.

بزرگترین کروموزوم، کروموزوم شماره ۱، $6/033 \pm 0/341$ میکرون طول داشت و طول نسبی

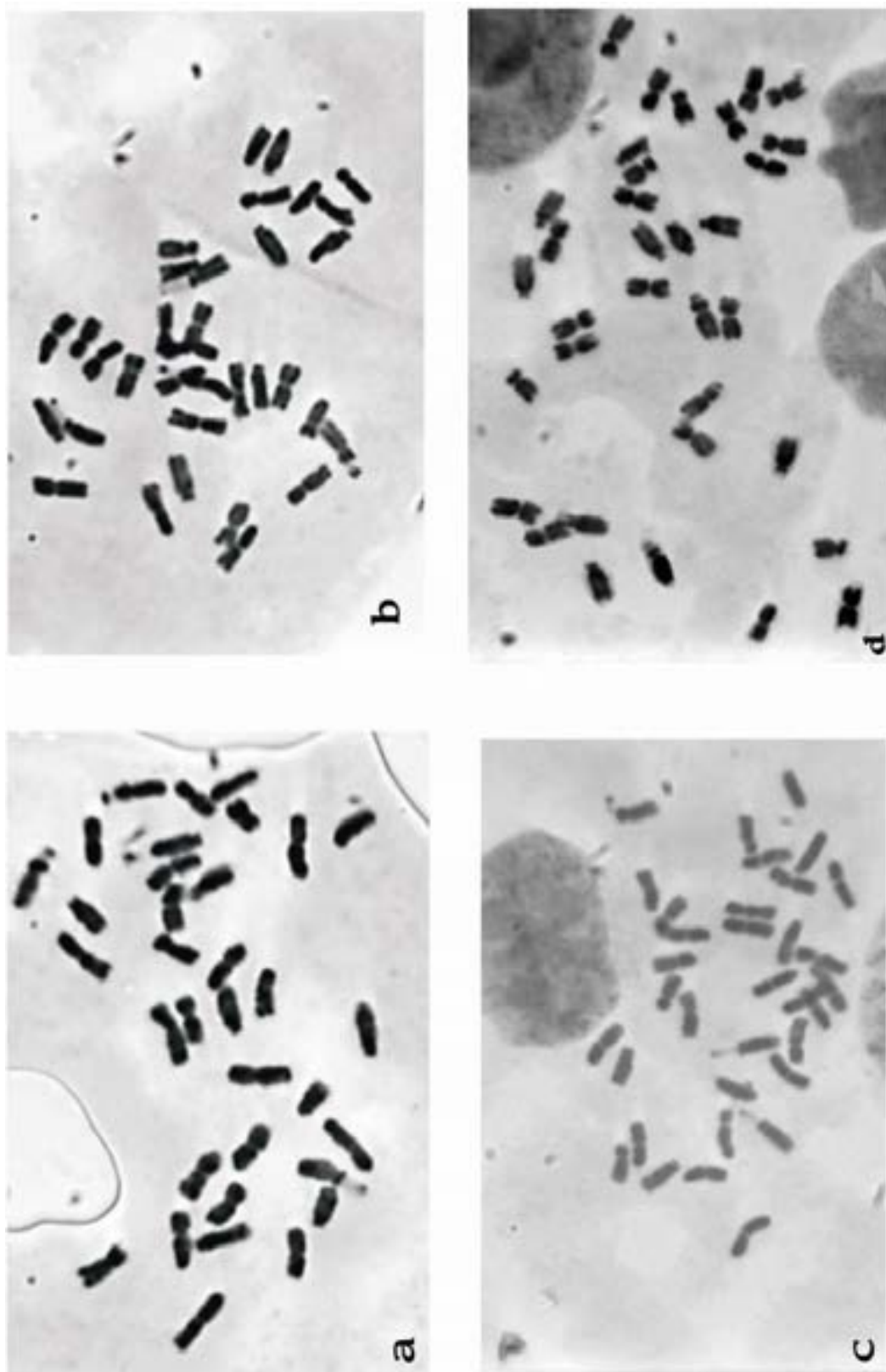
آن $7/939 \pm 0/285$ و از نوع متاسانتریک (M) بود. کوچک‌ترین کروموزوم نیز با طول $2/471 \pm 0/16$ میکرون از نوع ساب متاسانتریک بود.

در بررسی شاخص نسبت بازو، بیشترین شاخص نسبت بازو مربوط به کروموزوم شماره ۱۵، $1/218 \pm 0/054$ از نوع ساب اکروسانتریک (SA) و کمترین شاخص نسبت بازو مربوط به کروموزوم شماره ۱، $5/634 \pm 0/544$ 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 ($5/544$) و از نوع ساب اکروسانتریک می‌باشند (جدول ۲).

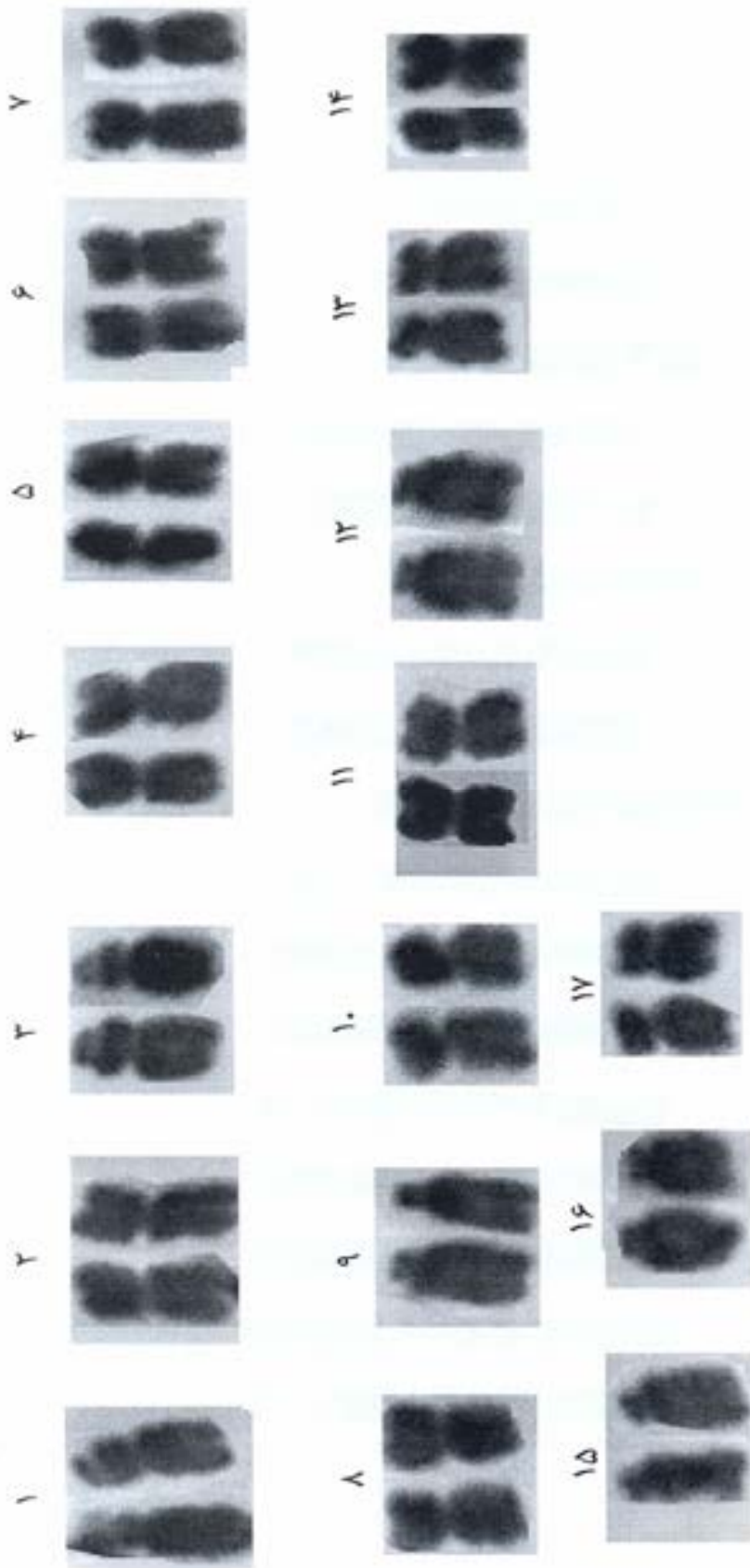
در بررسی ژنوم به لحاظ یکسان بودن، ژنوم گونه مذکور یکسان و قابل تشخیص بود و کاریوگرام و ایدیوگرام آن برحسب تعداد ژنوم $2X$ تهیه گردید (شکل‌های ۵ و ۶).

جدول ۲- مشخصات کروموزوم‌های پایه گونه *Helianthus annuus*Table 2- Characteristics of haploid chromosomes species *Helianthus annuus*

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



شکل ۴ تصاویر a، b، c، d گستره های مختلف متافازی *Helianthus annuus* را نشان می دهد.



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



نتیجه گیری و پیشنهادات

(۱) تجزیه کاریوتیپی نمونه‌های مختلف دو گونه *H. tuberosus* و *H. annuus* نشان داد که بین دو گونه از لحاظ مورفولوژی 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 ۳SA:۴SM:۱۴M:۳۴ و *H. annuus* دارای ۴SA:۲SM:۱۱M 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 studies in hexaploid *Helianthus* species and their F1 hybrids with cultivated 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.