

تولوزیکم کروموزمی گونه‌های یونجه در ایران Cytological study of *Medicago* species in Iran

سپهر قنوتی^۱ و جواد مظفری^۲

چکیده

قنوتی، ف. و ج. مظفری. ۱۳۸۸. تولوزیکم کروموزمی گونه‌های یونجه در ایران. مجله علوم زراعی ایران ۱۱(۱): ۱-۱۱.

شش جمعیت از گونه‌های مختلف یونجه از مناطق طبیعی کشور جمع‌آوری شد و با استفاده از سلولهای بستم انتهایی ریشه آنها، تعداد و ابعاد کروموزم در مرحله میتوز اندازه‌گیری و فرمول کاریوتیپی هر گونه تعیین گردید. این بررسی نشان داد که *M. sativa* جمع‌آوری شده از مناطق مختلف ایران دارای دو سطح پلوئیدی دیپلوئید ($2n=40$) و تتراپلوئید ($4n=80$) است، در حالیکه گونه‌های *M. rugosa* و *M. scutellata* تتراپلوئید بوده و دارای کروموزم و *M. ciliaris* دیپلوئید و کروموزم است. گونه‌های *M. minima*، *M. lupulina*، *M. radiata*، *M. turbinata*، *M. noeana*، *M. orbicularis*، *M. tornata*، *M. sauvagei*، *M. laciniata*، *M. coronata* و *M. aculeata* و *M. arabica*، *M. littoralis*، *M. truncatula* و *M. rigiduloides* دیپلوئید با کروموزم می‌باشند. بر اساس فرمول کاریوتیپی اغلب کروموزم‌ها در گونه‌های مورد مطالعه متاساتریک تا ساب متاساتریک، گونه‌های مختلف یونجه ایران دارای کروموزم ۲۰ و کروموزم می‌باشند. این مشخص شد که در گونه *M. ciliaris* ۲۰ با نه کروموزوم پایه نیز وجود دارد.

واژه‌های کلیدی: سطح پلوئیدی، سیتوزنتیک، کروموزم، یونجه، دیپلوئید، تتراپلوئید.

(Shariat, 2001) مورد مطالعه قرار داده است.

گونه‌های *M. radiata* و *M. polymorpha* دارای کروموزم و جمعیتی از گونه *M. scutellata* دارای کروموزم و بقیه جمعیت‌های مورد مطالعه از گونه‌های *M. minima* *M. radiata* *M. truncatula* *M. littoralis* *M. orbicularis* و *M. rigidula* دارای کروموزم گزارش شده‌اند. اگر چه گونه‌ها و جمعیت‌های مختلف پلوتیدی و تعداد متفاوتی از کروموزم پایه هستند، ولی همگی در داشتن کروموزم‌های کوچک مشترک هستند. به عبارت دیگر در مقایسه با بسیاری از گونه‌ها و جنس‌های دیگر میانگین طول کروموزم‌های یونجه‌های یکساله کوچک است. گاهی تعداد کروموزم‌های پایه متفاوتی در یک گونه مشاهده و گزارش شده است که تردید بعضی از محققان را نسبت به یک گونه بودن آن برانگیخته است.

ماریانی و فالستوکو (Mariani and Falistocco, 1990) گونه‌های $n = x$ و $n = 2x$ کروموزمی از *M. murex* را با استفاده از روش C-Banding مورد مطالعه قرار دادند و نشان دادند که $n = 2x$ کروموزمی از جمعیت $n = x$ کروموزمی منشأ گرفته است. از طرفی این دو جمعیت از نظر ویژگی‌های مورفولوژیکی نظیر خصوصیات برگ، و گلچه‌ها و غلاف‌ها با یکدیگر تفاوت زیادی دارند و حتی تلاش در دورک‌گیری بین آن‌ها ناموفق بوده است. این موضوع تردید در اینکه دو جمعیت مذکور متعلق به یک گونه هستند را تشدید می‌کند.

شمارش تعداد کروموزم‌ها و اندازه‌گیری ابعاد آن‌ها و تعیین اختلاف‌های احتمالی بین کروموزم‌های مختلف می‌تواند به عنوان ابزاری در تعیین احتمال موفقیت در انجام تلاقی‌های بین گونه‌ای به کار گرفته شود. از آنجا که یونجه‌های یکساله به طور بالقوه منابع ژنتیکی مطمئنی برای اصلاح یونجه چندساله باشند در طول چند سال گذشته به شدت مورد توجه

در ایران به‌طور فزاینده‌ای از اهمیت برخوردار شده است. به‌عنوان مثال، در استان تهران مرکز پایداری آن محسوب می‌شود (Sheidai and Shafeineya, 2001). در حال حاضر گونه یکساله و گونه‌های مختلف یونجه یکساله از نظر سطح پلوتیدی و نیز تعداد کروموزم پایه تفاوت‌های زیادی از خود نشان داده‌اند (Small and Jomphe, 1988). کاراداک و گولکان (Karadag and Gulcan, 1997) گزارش نمودند که تعداد کروموزم‌های گونه‌های *M. scutellata* *M. orbicularis* و *M. polymorpha* ترتیب برابر با $n = 2x$ ، $n = x$ و $n = 2x$ بود. اساس این مطالعه، ماهواره نیز بر روی کروموزم‌های شماره یک *M. scutellata* و کروموزم شماره دو از *M. polymorpha* مشاهده گردید. در مطالعات همکاران (Lemmi et al., 1995) نمونه از یونجه‌های فیزیولوژیکی و زراعی قرار گرفتند. ماریانی و فالستوکو (Mariani and Falistocco, 1991) و همکاران (Mariani et al., 1996) تعداد زیادی از گونه‌های یونجه یکساله را مورد مطالعات سیتوژنتیکی قرار داده و سطوح مختلف پلوتیدی و تعداد متفاوتی از کروموزم پایه را در گونه‌های مختلف یونجه یکساله گزارش نمودند. در زمینه سیتوژنتیک و سطح پلوتیدی گونه‌ها و گونه‌های متفاوت یونجه یکساله در ایران نیز گزارش‌هایی وجود دارد، از جمله (Shariat, 2001) پور گرجی، (Mousapour Gorgie, 1998) نجیان (Gazanchian, 1993) و شافعی (Sheidai and Shafeineya, 2001) مطالعات سیتوژنتیک نسبت فراگیری را در زمینه گونه‌های موجود در ایران انجام داده‌اند. از میان گونه‌های

نژادگران قرار گرفته‌اند (Lemmi et al., 1995) و مطالعات سیتوژنتیکی لازم است تا نتایج حاصل از دورک‌های بین گونه‌های دیپلوئید و تتراپلوئید به مرحله ثبات و پایداری لازم از نظر ویژگی‌های کاربوتیپی برسد.

در این پژوهش با شمارش و اندازه‌گیری کروموزم‌های مرحله متافازی میتوز جمعیت‌های مختلف یونجه ایرانی این موضوع مورد مطالعه و بازبینی مجدد قرار گرفت.

مواد و روش

و شش جمعیت از گونه‌های یکساله و چندساله *M. orbicularis* *M. littoralis* *M. radiata* *M. rugosa* *M. noeana* *M. sativa* *M. polymorpha* *M. turbinata* *M. constricta* *M. minima* *M. aculeata* *M. rigidula* *M. rigiduloides* *M. sauvagei* *M. laciniata* *M. truncatula* *M. lupulina* *M. scutellata* *M. arabica* *M. coronata* *M. ciliaris* و *M. tornata* که قبلاً از مناطق مختلف کشور جمع‌آوری و براساس صفات مورفولوژیک مورد شناسایی قرار گرفته بودند، از نظر سیتولوژیک بررسی شدند (جدول ۱).

ابتدا برای از بین بردن سختی پوسته بذر، پس از عدد از بذر ۱۰۰۰ توسط کاغذ سمباده خراش داده شد و سپس با قارچ کش بنومیل ضدعفونی گردیدند. بذور تیمار شده در پتری دیش‌های محتوی کاغذ صافی ۱۰۰ بوب قرار گرفت و جهت جوانه‌زنی به ژرمیناتور ۱۰ درجه سانتی‌گراد منتقل گردیدند. پس از ۲۴ ساعت ریشه‌ها اندازه ۱-۲ سانتی‌متر رشد کردند، ریشه‌ها را جدا کرده و به محلول پیش تیمار الفا بروموفتالین (۱٪) منتقل و به مدت ۲ ساعت در یخچال نگهداری شدند. نمونه‌ها در ادامه پس از شستشو با آب مقطر در محلول فیکساتور لویتسکی (محلول یک به یک فرمالین ده درصد و کرم اکسید یک درصد) قرار داده

و در یخچال نگهداری گردیدند. پس از گذشت ۲-۳ ساعت به مدت ۲ ساعت در آب جاری شستشو و در الکل ۱۰ درصد نگهداری شد. ریشه‌ها در محلول سدیم هیدروکسید نرمال به مدت ۱۰ دقیقه در حمام ابی ۱۰ درجه سانتی‌گراد هیدرولیز و با هماتوکسیلین رنگ آمیزی و پس از اسکوایش ۱-۲ دقیقه متافازی میتوز سلول‌های مریستم نوک ریشه برای هر گونه مطالعه گردید.

در تمام آزمایشات مورد مطالعه ابتدا تعداد کروموزم در سلول شمارش شد و بازوهای بزرگ و کوچک ۱۰۰۰ نرم افزار میکرو مژر (Micromasure) اندازه‌گیری شد. سپس با استفاده از ابعاد اندازه‌گیری شده کروموزمی نسبت‌های بین طول بازوهای بلند به بازوهای کوتاه و میانگین طول کل کروموزم و فرمول کاربوتیپی هر گونه تعیین گردید.

نتیجه و بحث

این نتایج نشان داد که هرچند این گونه‌ها و جمعیت‌های مختلف یونجه دارای سطوح مختلف پلیپیدی و تعداد متفاوتی کروموزم پایه ۱۰ ولی همگی در داشتن کروموزم‌های کوچک مشترک هستند. به عبارت دیگر در مقایسه با بسیاری از گونه‌ها و جمعیت‌های دیگر گیاهی میانگین طول کروموزم‌های کوچک ۱۰ است. میانگین طول کل کروموزم‌های کوچک ۱۰ در تحقیق حاضر ۱۰/۱۰ میکرون در گونه *M. sativa* و ۱۰/۱۰ میکرون در گونه *M. rugosa* بود (جدول ۱). با استفاده از نسبت اندازه طول بازوی بلند بر بازوی کوتاه کروموزم‌ها و براساس نظر لوان و همکاران (Levan et al., 1964) فرمول کاربوتیپی این گونه‌ها مورد بررسی تعیین شد (جدول ۱). این مطالعه نشان داد که اغلب کروموزم‌های مورد مطالعه گونه‌های متاسنتریک (Metacentric) و سوبمتاسنتریک (Sub-metacentric) هستند، بطوریکه کروموزم‌های گونه *M. lupulina* از نوع متاسنتریک و

جمعیت از گونه *M. sativa* نشان داد که این گونه دارای سطوح پلوییدی متفاوت دیپلوئید و تتراپلوئید بوده شمارش کروموزم‌های مرحله متافاز میتوزی در دو طوری که یک جمعیت جمع آوری شده از منطقه

جدول ۱- جمعیت‌های مورد مطالعه جنس *Medicago* در ایران و رویشگاه آن‌ها

Table 1. The studied *Medicago* populations and their habitats in Iran.

ردیف Row	گونه Species	محل جمع‌آوری Collection site
1	<i>M. radiata</i>	Fars: Sepidan, Cheshme Shol, 2110m فارس: سپیدان، چشمه شول، ۲۱۱۰ متر
2	<i>M. radiata</i>	Lorestan: Aleshtar, Raimaleh, 1500 m لرستان: الشتر، ریمله، ۱۵۰۰ متر
3	<i>M. radiata</i>	Lorestan: Khoramabad, Tange Daredozdan, Deh.e.Pir, 1620m لرستان: خرم‌آباد، تنگ دره دزدان، قرق ده‌پیر، ۱۶۲۰ متر
4	<i>M. radiata</i>	West Azarbaijan: Piranshahr, Mirabad, 1440m آذربایجان غربی: پیرانشهر به سردشت، میرآباد، ۱۴۴۰ متر
5	<i>M. littoralis</i>	Golestan: Gonbad, Besh Ailan Valley, 140m, گلستان: گنبد، دره بش آیلان، ۱۴۰ متر
6	<i>M. orbicularis</i>	Fars: Kazerun, Kotal Pirzan, 1300m فارس: کازرون، کتل پیرزن، ۱۳۰۰ متر
7	<i>M. orbicularis</i>	Kermanshah: Biston, Najivaran, 1420m کرمانشاه: بیستون، نجیوران، ۱۴۲۰ متر
8	<i>M. orbicularis</i>	Kermanshah: Kerend Gharb, Sorkhe Dizeh, 1420m کرمانشاه: کرند غرب به سرپل ذهاب، سرخه دیزه، ۱۴۲۰ متر
9	<i>M. rugosa</i>	Khuzestan: Ahvaz, 80m خوزستان: اهواز، ۸۰ متر
10	<i>M. polymorpha</i>	West Azarbaijan: Piranshahr, Mirabad, 1440m آذربایجان غربی: پیرانشهر به سردشت، میرآباد، ۱۴۴۰ متر
11	<i>M. polymorpha</i>	West Azarbaijan: Sardasht, 1200m آذربایجان غربی: نلاس به سردشت، ۱۲۰۰ متر
12	<i>M. polymorpha</i>	Kermanshah: Sarpole Zahab, Sarabe Garm, 100m کرمانشاه: سرپل ذهاب، سراب گرم، ۱۰۰ متر
13	<i>M. sativa</i>	Golestan: Chahar Bagh, 800m گلستان: چهارباغ، ۸۰۰ متر
14	<i>M. sativa</i>	East Azarbaijan: Tabriz, 1400m آذربایجان شرقی: تبریز، ۱۴۰۰ متر
15	<i>M. noeana</i>	Lorestan: Aleshtar, Raimaleh, 1500m لرستان: الشتر، ریمله، ۱۵۰۰ متر
16	<i>M. noeana</i>	West Azarbaijan: Mahabad, Shahindaj, Aghjavan, 1500m آذربایجان غربی: مهاباد، شاهین‌دژ، آغ‌جوان، ۱۵۰۰ متر
17	<i>M. minima</i>	Qazvin: Alamut, Moalem Kelayeh, 1630m قزوین: الموت، معلم کلایه، ۱۶۳۰ متر
18	<i>M. minima</i>	East Azarbaijan: Kalibar, Joshun, 1250m آذربایجان شرقی: کلپیر، جوشون، ۱۲۵۰ متر
19	<i>M. constricta</i>	Kermanshah: Sarpole Zahab, Sarabe Garm, 700m کرمانشاه: سرپل ذهاب، سراب گرم، ۷۰۰ متر
20	<i>M. turbinata</i>	Kermanshah: Sarpole Zahab, Sarabe Garm, 700m کرمانشاه: سرپل ذهاب، سراب گرم، ۷۰۰ متر
21	<i>M. turbinata</i>	Fars: Chenar Shahijan, Ganji, 810m فارس: چنار شاه‌یجان، گنجی، ۸۱۰ متر
22	<i>M. rigiduloides</i>	Fars: Sepidan, Cheshmeh Shol, 2110m فارس: سپیدان، چشمه شول، ۲۱۱۰ متر

ادامه جدول ۱.

Table 1. Continued

ردیف	گونه	محل جمع‌آوری
Species		Collection site
23	<i>M. rigiduloides</i>	Kermanshah: Eslam Abad Gharb, Tarazak Abdoloh, 1500m کرمانشاه: اسلام آباد غرب، ترازک عبدالله
24	<i>M. rigiduloides</i>	East Azarbaijan: Kalibar, Ahar, Janbag, 1620m آذربایجان شرقی: کالیبار، اهر، جانباغ، ۱۶۲۰م
25	<i>M. rigidula</i>	West Azarbaijan: Mahabad, Ashkan, 1320m آذربایجان غربی: مهاباد، اشکان، ۱۳۲۰م
26	<i>M. aculeata</i>	Kermanshah: Sarpole Zahab, Sarabe Garm, 700m کرمانشاه: سرپل ذهاب، سراب گرم، ۷۰۰م
27	<i>M. laciniata</i>	Fars: Parishan Lake, Nooshinjan, 970m فارس: دریاچه پریشان، نوشین جان، ۹۷۰م
28	<i>M. sauvagei</i>	Khuzestan: Shooshtar, 140m خوزستان: شوشتر، مسجد سلیمان، اهواز، ۱۴۰م
29	<i>M. arabica</i>	Golestan: Agh Ghola, Marzan kalateh, 80m گلستان: آق قلا، مرزن کلاته، ۸۰م
30	<i>M. arabica</i>	Golestan: Gorgan, Toskasthan, 860m گلستان: گرگان، توسکاستان، قرق، ۸۶۰م
31	<i>M. scutellata</i>	Bushehr: Dashtestan, Tange Zard, 460m بوشهر: دشتستان، تنگ زرد، ۴۶۰م
32	<i>M. lupulina</i>	West Azarbaijan: Takab, Takhte Soleiman, 2200m آذربایجان غربی: تکاب، تخت سلیمان، ۲۲۰۰م
33	<i>M. coronata</i>	Fars: Kazerun, Kotale Pirzan, 1700m فارس: کازرون، کتل پیرزن، ۱۷۰۰م
34	<i>M. coronata</i>	Qazvin: Alamut Razmian, 1060m قزوین: الموت، رازمیان، ۱۰۶۰م
35	<i>M. ciliaris</i>	Khuzestan: Behbahan, Maroon, 300m خوزستان: بهبهان، رودخانه مارون، ۳۰۰م
36	<i>M. tornata</i>	Kermanshah: Biston, Najivaran, 1420m کرمانشاه: بیستون، نجیوران، ۱۴۲۰م

(Bauchan and Elgin, 1984).

بررسی شمارش کروموزم‌های مرحله متافازی میتوزی در گونه *M. ciliaris* نشان داد که این گونه دیپلوئید و دارای ۲۲ کروموزم است (۲n = ۲۲) که نشانگر وجود عدد پایه کروموزمی ۱۱ در این گونه می‌باشد. در یک بررسی دیپلومورفی (Heyn, 1963) پیشنهاد کرد عدد ۱۱ پایه کروموزمی ۱۱ و هم عدد پایه کروموزمی ۱۱ در این گونه ممکن است مشاهده شود. این نتیجه در گزارشات محققان قبلی به چشم نمی‌خورد و برای اولین بار در ایران گزارش می‌شود. در بررسی‌های مختلف از گونه‌های *M. radiata*، *M. noeana*، *M. orbicularis*، *M. D*، *M. truncatula*، *M. turbinata*، *M. minima*

این گونه دیپلومورفی و دارای ۲۲ کروموزم و جمعیت استان گلستان آن تتراپلوئید و دارای ۴۴ کروموزم بود (۲n = ۴۴ و ۲A = ۴۴). اکثر جمعیت‌های زراعی (۲n = ۴۴) تتراپلوئید بوده که فرم افراشته تا نیمه افراشته و برگ‌های بزرگتری دارند، در حالیکه در برخی گونه‌ها فرم خوابیده با برگ‌های بسیار کوچک دارند. هان دیپلوئید ۲n = ۲۲. گونه‌های *M. rugosa* و *M. scutellata* (۲n = ۲۲) نیز تتراپلوئید و دارای ۴۴ کروموزم بودند. در اصل دارای ۲۲ کروموزم بوده است ولی به دلیل داشتن دو کروموزم با ماهواره‌های بزرگ به احتمال زیاد از الوتتراپلوئیدهایی بوده‌اند که از دو رگ بین گونه‌های ۲n = ۲۲ و ۲n = ۴۴ کروموزم حاصل شده است

جدول ۱- مشخصات کاریوتیپی گونه های یونجه

Table 2. Karyotypic characterization of Medicago species

گونه	سطح پلوئیدی (2n)	میانگین طول کروموزوم (میکرومتر)	فرمول کاریوتیپی	ماهواره
Species	Ploidy level (2n)	Mean of chromosome length (μm)	Karyotypic Formula	Sattelite
<i>M. radiata</i>	16	2.10	6 m† + 2 sm‡	۱۰۰۰۰۰
<i>M. littoralis</i>	16	1.73	5 m + 3 sm	2
<i>M. orbicularis</i>	16	2.60	7 m + 0 sm	۱۰۰۰۰۰
<i>M. rugosa</i>	30	1.05	14 m + 0 sm	۱۰۰۰۰۰
<i>M. polymorpha</i>	14	2.30	6 m + 0 sm	۱۰۰۰۰۰
<i>M. noeana</i>	16	1.40	7 m + 0 sm	۱۰۰۰۰۰
<i>M. minima</i>	16	1.10	6 m + 2 sm	2
<i>M. constricta</i>	14	1.90	4 m + 3 sm	۱۰۰۰۰۰
<i>M. turbinata</i>	16	1.34	7 m + 0 sm	۱۰۰۰۰۰
<i>M. truncatula</i>	16	1.60	6 m + 2 sm	۱۰۰۰۰۰
<i>M. rigiduloides</i>	14	1.82	6 m + 0 sm	2
<i>M. rigidula</i>	14	2.10	6 m + 0 sm	۱۰۰۰۰۰
<i>M. aculeata</i>	16	1.70	7 m + 0 sm	۱۰۰۰۰۰
<i>M. laciniata</i>	16	1.80	3 m + 5 sm	۱۰۰۰۰۰
<i>M. sauvagei</i>	16	1.50	6 m + 2 sm	۱۰۰۰۰۰
<i>M. arabica</i>	16	1.30	4 m + 4 sm	2
<i>M. tornata</i>	16	1.12	5 m + 3 sm	2
<i>M. lupulina</i>	16	1.43	5 m + 3 sm	۱۰۰۰۰۰
<i>M. sctellata</i>	30	1.86	8 m + 0 sm	2
<i>M. coronata</i>	16	1.20	7 m + 0 sm	۱۰۰۰۰۰
<i>M. ciliaris</i>	18	1.72	7 m + 2 sm	۱۰۰۰۰۰
<i>M. sativa</i>	32	2.90	14 m + 2 sm	4
<i>M. sativa</i>	16	2.80	7 m + 0 sm	2

† Metacentric and ‡ Sub-metacentric

† و ‡ سبب متاساتریک



شکل ۱- کاریوتیپ دو جمعیت (Medicago sativa L.) (A) و (B) 2n = 32 و 2n = 16.

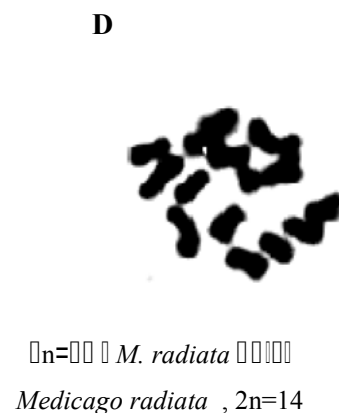
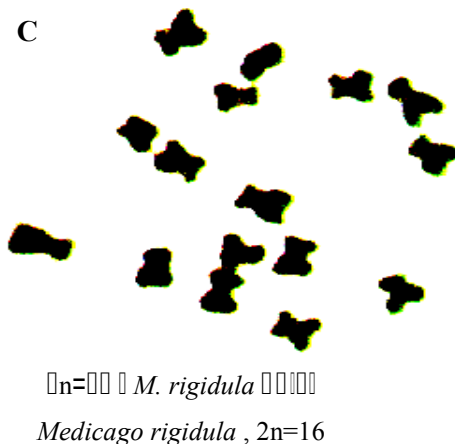
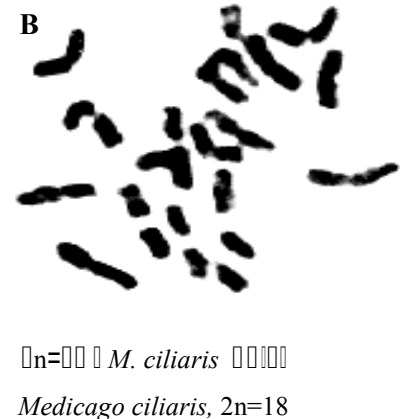
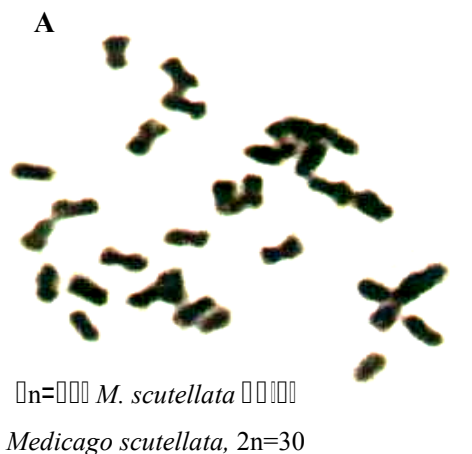
Fig 1. Karyotype of two Medicago (*Medicago sativa* L.) populations; 2n = 32 (A) and 2n = 16 (B).

دیپلوئید، عدد پایه کروموزومی
(جدول ۱) درحالیکه در های
و *M. rigiduloides* (C) *M. rigidula*

M. sativa *M. laciniata* *M. aculeata*
M. coronata *M. lupulina* *M. arabica*
tornata نشان داد که این دارای کروموزوم و

M. rigidula و *M. polymorpha* و *M. murex* را به عنوان محتمل‌ترین اجداد دو پلوئید فوق‌الذکر قلمداد نمودند. جالب آنکه در گونه‌های مذکور با $2n = 30$ کروموزم، یک جفت کروموزم بزرگ‌تر از بقیه کروموزم دیده شد و می‌تواند مؤید تکامل آن‌ها از طریق جابجایی کروموزمی و حذف قطعات کروموزمی باشد. همچنین با بررسی کروموزم‌های مرحله متافازی مشخص گردید که برخی از گونه‌ها دارای ماهواره‌اند که در

M. onstricta دارای کروموزم دیپلوئید و با عدد پایه کروموزمی بودند. گاهی تعداد کروموزم‌های پایه متفاوتی در یک گونه مشاهده و گزارش شده است که تردید بعضی از محققان را نسبت به یک گونه بودن آن‌ها برانگیخته است. فالستوکو و فالسینلی (Falistocco and Falcinelli, 1991) و ماریانی و همکاران (Mariani et al., 1996) کاریوتیپ گونه‌های *M. rigidula* و *M. polymorpha* و *M. murex* را بررسی کردند و چهار گونه



کاریوتیپ چهار گونه یونجه یکساله در مرحله متافاز میتوز شامل (A) *M. scutellata*، (B) *M. ciliaris*، (C) *M. rigidula* و (D) *M. radiata* با 30، 18، 16 و 14 کروموزم.

Fig 2. Karyotype of four annual medicago species during metaphase mitosis including *M. scutellata* (A), *M. ciliaris* (B), *M. rigidula* (C) and *M. radiata* (D) with 30, 18, 16 and 14 chromosomes, respectively.

Lesins, K. A. and I. Lesins. 1979. Genus *Medicago* (*Leguminosae*). A taxogenetic study. The Netherlands, W. Junk by Publishers. 342p.

- Levan, A., K. Frendga and A. Sandberg. 1964.** Nomenclature for centromeric position of chromosome. *Hereditas*. 52: 201-220.
- Mariani, A. F. Pupilli and O. Calderini. 1996.** Cytological and molecular analysis of annual species of the genus *Medicago*. *Can. J. Bot.*, 74: 299-307.
- Mariani, A. and E. Falistocco. 1991.** Cytogenetic analysis of *Medicago rugosa* and *Medicago scutellata*. *J. Gen. Breed.* 45: 111-116.
- Mariani, A. and E. Falistocco. 1990.** Chromosome studies in $2n = 14$ and $2n = 16$ types of *Medicago murex*. *Genome*. 33: 159-163.
- Mousapour Gorgie, A. 1998.** Genetic diversity of annual medics based on cytological and electrophoresis studies. M.Sc. dissertation. Islamic Azad University, Karaj College of Agriculture. 179p.
- Shariat, A. 2001.** Genetic diversity of annual medics based on cytological, electrophoresis, and morphological studies. M.Sc. dissertation, the University of Sistan and Baluchestan, Zabole College of Agriculture. 175p.
- Sheidai, M. and M. Shafeineya. 2001.** Cytogenetical study in some alfalfa cultivars of Iran. *J. Sci. I. R. Iran*. 3:213-221.
- Small, E. 1990.** *Medicago rigiduloides* a new species segregated from *M. rigidula*. *Can. J. Bot.* 68: 2614-2617.
- Small, E. and M. Jomphe. 1988.** A synopsis of the genus *Medicago* (Leguminosae). *Can. J. Bot.* 67: 3260-3294.

Cytological study of *Medicago* species in Iran

Ghanavati, F.¹ and J. Mozafari²

ABSTRACT

Ghanavati, F. and J. Mozaffari. 2008. Cytological study of *Medicago* species in Iran. **Iranian Journal of Crop Sciences**. 10(2): 136-145.

Thirty six *Medicago* populations were collected from natural habitats across Iran. Number and size of chromosomes as well as karyotypic formula of the populations were measured and studied-using thier root tip meristems. This study showed that *M. sativa* consists of diploid ($2n = 16$) and teraploid ($2n = 32$) populations in Iran, while *M. rugosa* and *M. scutellata* were tetraploid ($2n = 30$) and *M. ciliaris* was diploid ($2n = 18$). In addition, *M. radiata*, *M. lupolina*, *M. minima*, *M. coronata*, *M. laciniata*, *M. sauvagei*, *M. tornata*, *M. orbicularis*, *M. noeana*, *M. turbinata*, *M. truncatula*, *M. littoralis*, *M. arabica* and *M. aculeata* were diploid possessing 16 chromosomes, while *M. constricta*, *M. polymorpha*, *M. rigidula* and *M. rigiduloides* were diploid possessing 14 chromosomes. Based on karyotypic formula, in these species most of the studied chromosomes were metacentric and sub-metacentric. This study also revealed that *M. ciliaris* has genotypes with $n = 9$ base chromosomes in Iran.

Key words: Chromosome, Cytogenetic, *Medicago*, Ploidy levels, Diploid, Tetraploid

Recieved: October, 2007

1- Assistant Professor, Seed and Plant Improvement Institute, Karaj, Iran.(Corresponing authour)

2- Associated Professor, Seed and Plant Improvement Institute, Karaj, Iran