"مجله علوم زراعی ایران"
جلد سیزدهم، شماره ۲ تابستان ۱۳۹۰

روابط خویشاوندی گونه‌های یونجه (*Medicago*) در ایران
Phylogenetic relationships of Medicago species in Iran

فرنگیس قنواتی[۱]

چکیده

قنواتی، ف. روابط خویشاوندی گونه‌های یونجه (*Medicago*) در ایران. **مجله علوم زراعی ایران. ۱۳(۲): ۴۳۵-۴۲۴.**

آنالیز فیلوژنی ۲۳ گونه از جنس یونجه (*Medicago*) در ایران بر اساس داده‌های حاصل از ۹۰ صفت ریخت شناسی و به روش Maximum Parsimony تعبیه شده در نرم افزارPAUP با استفاده از جستجوی ابتکاری(Heuristic) و گزینه تبادل شاخه دو نیمه شدن و اتصال مجدد درخت صورت گرفت. از تجزیه و تحلیل صفات با وزن دهی متوالی با استفاده از شاخص سازگاری تصحیح شده، درختانی با روابط فیلوژنی بهتر و حدود اطمینان کلادهای بیشتر نسبت به وزن دهی یکسان صفات بدست آمد. گونه *M. radiata* به عنوان برون گروه در نظر گرفته شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها نشان داد که برای جنس یونجه پنج گروه قابل تشخیص است که تا حدودی با بخش‌های این جنس مطابقت می‌نماید. گونه‌های چندساله *M. sativa* و *M. lupulina* با ضریب اطمینان ۹۱ درصد در مجاور هم و در میان گونه‌های یک‌ساله جای گرفتند که نشان‌دهنده پارافیلتیک بودن گونه‌های یک‌ساله *Medicago* می باشد و همچنین در روند تکامل، گونه‌های دگرلقاح (*M. sativa*) از گونه‌های خودلقاح (یک‌ساله‌ها) مشتق شده‌اند. بیشترین خویشاوندی بین گونه‌های *M. rugosa* و *M. scutellata*، *M. sativa* و *M. lupulina*، *M. coronata* و *M. minima*، *M. rigidula* و *M. rigiduloides*، *M. polymorpha* و *M. arabica*، *M. tornata* و *M. turbinata* مشاهده گردید، که می‌توان از آن‌ها در تعیین احتمال موفقیت در انجام تلاقی‌های بین گونه‌ای استفاده نمود.

واژه‌های کلیدی: ایران، تلاقی، روابط خویشاوندی، ریخت شناسی و یونجه.

Archive of SID

تاریخ دریافت:۱۳۸۸/۹/۲۵ تاریخ پذیرش: ۱۳۸۹/۱۰/۱

۱- استادیار موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر (مکاتبه کننده) (پست الکترونیک: f_Ghanavati83@yahoo.com)

www.SID.ir

مقدمه

جنس یونجه (*Medicago*) یکی از بزرگ‌ترین جنس‌های تیره بقولات (Fabaceae) محسوب می‌شود که مشتمل بر ۱۲ بخش می‌باشد و پنج بخش آن شامل *Orbiculares*، *Hymenocarpos*، *Medicago*، *Lupularia* و *Spirocarpos* در کشور ایران پراکنده هستند (Heyn, 1984). پارسا (Parsa, 1948) ۱۴ گونه، موسوی (Mousavi, 1977) ۱۶ گونه، هین (Heyn, 1984) ۱۱ گونه، مهرگان و همکاران (Mehregan *et al.*, 2001) ۱۸ گونه و قنواتی (Ghanavati, 2004, Ghanavati *et al.*, 2007) ۲۳ گونه از این جنس را در ایران گزارش نموده‌اند.

بر اساس گزارش‌های موجود تنوع زیادی از لحاظ صفات نیام به ویژه شکل، خارداری، اندازه خار، تعداد حلقه‌های نیام و رنگ در گونه‌های جنس *Medicago* به ویژه گونه‌های *M. laciniata*، *M. rigidula*، *M. constricta*، *M. truncatula*، *M. littoralis* و *M. polymorpha* دیده می‌شود. هین (Heyn, 1984) بر اساس صفات نیام به تنوع موجود در گونه *M. rigidula* اشاره کرده است و در سال ۱۹۸۴ بر اساس تنوع موجود، سه واریته از این گونه را در ایران گزارش کرده است. اسمال (Small, 1990) ، ۳۰ جمعیت اروپایی و آسیایی گونه *M. rigidula* را بر اساس صفات نیام مورد ارزیابی قرار داد و به وسیله ۸ صفت، جمعیت‌های اروپایی و آسیایی را از یکدیگر تفکیک نمود. بر اساس نظر اسمال جمعیت‌های اروپایی منحصراً گونه *M. rigidula* و جمعیت‌های آسیایی گونه *M. rigiduloides* نامگذاری شدند . اسمال و جامفه (Small and Jomphe, 1989) ، ۵۲ جمعیت از دو گونه *M. truncatula* و *M. littoralis* را بر اساس صفات بخش رویشی و زایشی مورد مطالعه قرار دادند و اظهار داشتند که به دلیل هیبریداسیون بین این دو گونه، تفکیک و شناسایی تاکسونومیکی آنها در مواردی با مشکل مواجه است. در عین حال خصوصیات میوه به ویژه عدم وجود کرک در نیام *M. littoralis* می‌تواند آن را از گونه *M. truncatula* که دارای کرک می‌باشد، جدا نماید. اسمال(Small, 1980) بر اساس ۷۵ صفت رویشی و زایشی، خویشاوندی فنتیکی ۵۵ گونه جنس یونجه را با استفاده از تاکسونومی عددی مورد بررسی قرار داد. در تجزیه خوشه‌ای صورت گرفته ۱۲ گروه مشخص شدند. گونه *M. sativa* در یک گروه، یک گروه شامل گونه‌های حدواسط *Medicago* و *Trigonella* و تحت عنوان Medicagoid در نظر گرفته شدند و گروه‌های دیگر به تفکیک گونه‌های یک ساله و چندساله از هم جدا شدند. بیشترین عدم تشابه بین گونه *M. arborea* با سایر گونه‌ها مشاهده شد. همچنین اسمال و جامفه(Small and Jomphe, 1989b) آنالیز تاکسونومی عددی ۵۵ گونه *Medicago* را بر اساس ۲۸ صفت مربوط به گل مورد مطالعه قرار دادند. در این بررسی نیز گونه *M. arborea* به عنوان یک جنس مونوتیپ از جنس یونجه جدا شد. بنا و همکاران (Bena *et al.*, 1998) در سال ۱۹۹۸ در یک تحقیق جامع، فیلوژنی جنس یونجه را با استفاده از نشانگرهای مولکولی ITS (Internal Transcribed Spacer) و ETS (External Transcribed Spacer) مورد بررسی قرار دادند. بر اساس نتایج این تحقیق، گونه‌های چندساله و دگرلقاح برخلاف نظر سایر محققان ابتدایی نبوده و به نظر می‌رسد در مسیر تکاملی ابتدا گونه‌های یک ساله خودلقاح و در بین آنها گونه‌های چندساله با سیستم تولیدمثلی دگرلقاحی تشکیل شده باشند . این محققان در پژوهش دیگری عنوان کرده‌اند که نتایج فیلوژنی مولکولی حاصل از نشانگرهای ITS ، ETS حاکی از تعلق داشتن گونه *M. radiata* به جنس یونجه می‌باشد (Bena *et al.*, 1998).

بر اساس نتایج موجود تناقضاتی در خویشاوندی گونه‌های مختلف جنس *Medicago* به چشم می‌خورد. در پژوهش حاضر سعی شده است تا روابط فیلوژنتیک گونه‌های این جنس در ایران بر اساس صفات رویشی،

Archive of SID

www.SID.ir

گل، نیام و بذر و نشانگرهای مولکولی ETS + ITS به منظور تعیین گونه‌های خویشاوند و امکان تلاقی این گونه‌ها و استفاده از آنها در برنامه‌های به نژادی تعیین و روند تکامل برخی صفات رویشی بررسی شود.

مواد و روش‌ها

مواد گیاهی

۴۰۰ نمونه گیاهی که از نقاط مختلف کشور جمع‌آوری شده و در هرباریوم بانک ژن گیاهی ملی ایران و موسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، موسسه تحقیقات گیاهپزشکی کشور، پژوهشکده علوم گیاهی و هرباریوم دانشگاه تهران نگهداری می‌شوند، در این مطالعه مورد بررسی قرار گرفتند. شناسایی نمونه‌ها با استفاده از فلورهای موجود، شامل فلور ایرانیکا (Heyn, 1984)، فلور عراق (Heyn, 1963)، مونوگراف اسمال (Small, 1989) و مقاله Mehregan et al., 2001) انجام گرفت، که مجموعا شامل ۲۳ گونه بودند (جدول ۱).

صفات مورد ارزیابی

۹۰ صفت کمی و کیفی درگونه‌های یونجه مورد ارزیابی قرار گرفت. صفات مورد بررسی به همراه درجه بندی آنها در جدول ۲ ارائه شده است.

توالی‌های ITS و ETS

کلیه توالی‌های مربوط به ITS_1، ITS_2 و ETS مربوط به شماره توده‌های Z ۹۹۲۵۴ – Z ۹۹۲۰۷ و Z ۹۷۷۲۹ – Z ۹۷۶۵۵ و Z ۹۲۹۵۰ – Z ۹۲۹۱۲ که بنا و همکاران (Bena *et al.*, 1998) تعیین و در سایت اینترنتی DDBJ و EMBL منتشر نمودند، اقتباس و مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

شمارش کروموزوم‌ها

با استفاده از مریستم انتهایی ریشه و به روش (Ghanavati and Mozafari, 2008) تعداد کروموزوم‌ها در مرحله میتوزی برای هر گونه شمارش گردید.

تجزیه و تحلیل فیلوژنتیکی

از آنجا که در بررسی روابط خویشاوندی بر اساس صفات ریخت‌شناسی، تعداد صفات کم می باشد، جهت بررسی روند تکامل صفات، از داده‌های مربوط به توالی‌های DNA ITS + ETS ریبوزومی گونه‌های مورد مطالعه استفاده شد. به همین منظور روابط خویشاوندی ۲۱ گونه بر اساس توالی‌های مذکور تعیین و درخت فیلوژنی آن ترسیم و سپس کلیه صفات ریخت‌شناسی بر روی درخت فیلوژنی مذکور منطبق و روند تکامل هر یک از صفات بررسی شد. تجزیه و تحلیل فیلوژنتیکی بر روی صفات ریخت‌شناسی و توالی‌های ITS + ETS از روش حداکثر پارسیمونی (Maximum Parsimony) با استفاده از نرم‌افزار PAUP (Swofford 2000) انجام شد. در این روش از الگوریتم جستجوی ابتکاری Heuristic تحت دستورات زیر استفاده شد.

صفات هم وزن (equal weighting) و نامرتب unordered (Fitch, 1971) با ۱۰۰ تکرار تصادفی از تاکسون‌ها و جاروب کردن شاخه (branch swapping) با روش قطع دو تایی و اتصال مجدد درخت TBR (Tree Bisection-Reconnection) و حفظ ۵ درخت در هر گام به کار برده شدند. در روش Maximum Parsimony، آنالیز Bootstrap برای به دست آوردن حدود اطمینان کلادهای مورد نظر با ۱۰۰ تکرار انجام گرفت (Felsenstein, 1985). در روش Maximum Parsimony تجزیه و تحلیل Bootstrap متعاقب وزن‌گذاری مجدد صفات و بر اساس اندیکس (شاخص) RC (Rescaled Consistency) انجام شد (Farris, 1989). سپس روند تکامل صفات بر اساس کلادوگرام حاصل از توالی DNA ریبوزمی مورد بررسی قرار گرفت.

نتایج و بحث

با بررسی صفات رویشی و زایشی بر روی جمعیت‌های جمع‌آوری شده در سراسر کشور و با

www.SID.ir

بررسی نمونه‌های هرباریومی موجود در کشور، مجموعاً ۲۱ گونه یک ساله شامل *M. coronata*، *M. minima*، *M. polymorpha*، *M. arabica*، *M. laciniata*، *M. sauvagei*، *M. tornata*، *M. ciliaris*، *M. rigidula*، *M. rigiduloides*، *M. constricta*، *M. aculeata*، *M. littoralis*، *M. turbinata*، *M. truncatula*، *M. noeana*، *M. scutellata*، *M. rugosa*، *M. syriaca*، *M. orbicularis* و *M. radiata* و دو گونه چندساله *M. sativa* و *M. lupulina* مشاهده شدند.

نتایج حاصل از تحقیق به عمل آمده بر روی گونه‌های *Medicago* نشانگر یافته‌های جدیدی درباره خویشاوندی گونه‌های این جنس می‌باشد. نتایج تجزیه و تحلیل کلادیستیک صفات ریخت‌شناسی به روش حداکثر پارسیمونی یک درخت فیلوژنی با طول ۶۱۱ و CI = ۰/۳۹۸ (Consistency Index) و RI = ۰/۴۳۶ (Retention Index) و ۰/۱۷۳ = (Rescaled Consistency Index) RC را مشخص نمود. پس از وزن‌گذاری مجدد صفات بر اساس RC با ۱۰۰ تکرار، درخت فیلوژنی نهایی با ضریب اطمینان بالای ۵۰ درصد به دست آمد (شکل ۱). بر اساس تحقیقات اسمال و همکاران (Small *et al.*, 1981) و بنا و همکاران (Bena *et al.*, 1998) و بررسی‌های فنتیکی (Ghanavati, 2004)، گونه *M. radiata* به عنوان برون گروه در نظر گرفته شد. بر اساس کلادوگرام ارائه شده در شکل ۱، پنج گروه عمده مشخص شدند. در ابتدایی‌ترین گروه، گونه *M. radiata*، در گروه دوم گونه *M. orbicularis* و دو گونه یک‌ساله *M. rugosa* و *M. scutellata* که دارای نیام بدون خار هستند و هر یک دارای ۳۰ کروموزم می‌باشند، بیشترین خویشاوندی را با ضریب اطمینان ۹۴ درصد داشته و در گروه سوم قرار گرفتند. گونه‌های چندساله *M. sativa* و *M. lupulina* با ضریب اطمینان ۹۱ درصد در مجاور هم و در میان گونه‌های یک‌ساله جای گرفتند و گروه چهارم را به خود اختصاص دادند. این نتیجه پارافیلتیک بودن گونه‌های یک‌ساله *Medicago* را نشان می‌دهد و مؤید این مطلب است که گونه‌های یک‌ساله به صورت موازی تکامل یافته‌اند و در طول تکامل ابتدا یک‌ساله‌ها به وجود آمده و سپس چندساله‌ها و مجددا یک‌ساله‌ها مشتق شدند و اینکه چند ساله بودن الزاماً یک صفت نیایی محسوب نمی‌شود. لسینز و لسینز (Lesins and Lesins, 1979) بر اساس صفات دوره رویشی و سیستم لقاحی بیان داشته‌اند که گونه‌های نیایی جنس *Medicago* عمدتاً گونه‌های چندساله و دگرلقاح هستند. آنها معتقدند که گونه‌های یک‌ساله و خودلقاح در مسیر تکامل از گونه‌های چندساله مشتق شده اند و نظریه مونوفیلتیک بودن جنس را مطرح نمودند. بنا و همکاران (Bena *et al.*, 1998) براساس نتایج تجزیه و تحلیل با استفاده از نشانگرهای ITS و ETS اظهار داشتند که صرفاً صفات مربوط به دوره زندگی و سیستم تولیدمثلی نمی‌توانند برای بیان مسیر تکاملی در نظر گرفته شوند و معتقدند که باید از صفات دیگری مثل ریخت شناسی و عوامل زیست محیطی در بیان روند تکامل استفاده نمود. براساس نظر این محققان در گونه‌های خودلقاح به دلیل افزایش هموزیگوتی و ایزوله شدن تدریجی جمعیت و جهش ناگهانی یک ژن کشنده، موجب از بین رفتن گونه‌های خودلقاح می‌شود. بنابراین در این گونه‌ها درصد بسیار پائینی از دگرلقاحی جهت حفظ بقای گونه وجود دارد. به عنوان مثال در گونه *M. truncatula* که ۹۷ تا ۹۹ درصد خودلقاح است، درصد بسیار پائین دگرلقاحی برای ایجاد تنوع ژنتیکی بالا در این گونه کفایت می‌کند. بر اساس این نظریه بنا و همکاران (Bena *et al.*, 1998) معتقدند که در روند تکامل، گونه‌های دگرلقاح از گونه‌های خودلقاح مشتق شده‌اند که این موضوع برخلاف نظر محققان قبلی می‌باشد، در تحقیق حاضر نیز گونه *M. sativa* که چندساله و دگر لقاح می‌باشد در میان گونه های یک‌ساله قرار دارد که موید نظر بنا و همکاران (Bena *et al.*, 1998) می باشد. در گروه پنجم

Archive of SID

www.SID.ir

کـه بـزرگ‌تـرین گـروه فیلـوژنی حاصـل را تشـکیل مـی‌دهـد، کلیـه گونـه‌هـای یـک‌سـاله خـاردار شـامل گونه‌های *M. coronota*، *M. minima*، *M. laciniata*، *M. sauvagei*، *M. polymorpha*، *M. arabica*، *M. ciliaris*، *M. syriaca*، *M. rigidula*، *M. rigiduloides*، *M. constricta*، *M. aculeata*، *M. truncatula*، *M. tornata*، *M. turbinata* و *M. littoralis* در یـک کـلاد قـرار گرفتنـد. در ایـن بررسـی گونـه‌هـای بـدون خـار شـامل *M. noeana*، *M. sativa*، *M. lupulina*، *M. rugosa*، *M. scutellata*، *M. orbiculoris* و *M. radiata* در کلادهای جداگانه در کنار این کلاد قرار گرفتند و ایـن نشان می‌دهد که احتمالاً صـفت خـارداری یـک صـفت تعیـین‌کننـده در مسـیر تکـاملی ایـن جـنس مـی‌باشـد. پنجمین کلاد بر اساس سختی نیام و بـا ضـریب اطمینـان ۷۳ درصد به دو زیـر کـلاد تقسـیم شـد. گونـه‌هـای *M. coronata*، *M. minima*، *M. laciniata*، *M. sauvagei*، *M. polymorpha*، *M. arabica* و *M. ciliaris* بـا داشـتن دیواره نرم و انعطاف‌پذیر در نیام، در یک زیرکلاد و در زیرکلاد دیگر گونه‌های *M. syriaca*، *M. rigidula*، *M. rigiduloides*، *M. constricta*، *M. aculeata*، *M. truncatula*، *M. tornata*، *M. turbinata* و *M. littoralis* کـه دارای دیـواره سـخت و انعطـاف‌ناپـذیر بـا بافـت اسفنجی در جداره نیام می‌باشند قرار گرفـت. بـر اسـاس نتایج این تحقیق گونه‌های یک‌ساله مورد مطالعه بخـش Spirocarpos گروه پنجم را به خـود اختصـاص دادنـد و دو زیـر کـلاد آن بـا زیـر بخـش‌هـای Leptospireae و Pachyspireae مطابقـت دارنـد کـه مؤیـد نظـر اسـمال و همکـاران (Small *et al.*, 1989) مـی‌باشـد. گونـه *M. ciliaris* با ضریب اطمینان ۵۲درصد بـه گونـه هـای زیـر بخش Leptospireae تعلق دارد. این گونه بر اسـاس نظـر اسمال متعلق به زیر بخش Intertexteae می باشـد، نتـایج این تحقیق نشان دهنده خویشاوندی بسیار زیاد این گونه

جدول ۱- اسامی گونه‌های یونجه (*Medicago*) مورد مطالعه

Table 1. The names of species of *Medicago*

ردیف Row	گونه گیاهی Species	بخش Section
1	*M. sativa* L.	Medicago
2	*M. lupulina* L.	Lupularia
3	*M. radiata* L.	Hymenocarpos
4	*M. orbicularis* Bartalini.	Orbiculares
5	*M. noeana* Boiss.	Spirocarpos SubSec. Rotatae
6	*M. scutellata* (L) All.	Spirocarpos SubSec. Rotatae
7	*M. rugosa* Desr.	Spirocarpos SubSec. Rotatae
8	*M. laciniata* (L.) Mill.	Spirocarpos SubSec. Leptospireae
9	*M. minima* (L.) Bartalini	Spirocarpos SubSec. Leptospireae
10	*M. polymorpha* L.	Spirocarpos SubSec. Leptospireae
11	*M. sauvagei* Negr.	Spirocarpos SubSec. Leptospireae
12	*M. arabica* (L.) Huds.	Spirocarpos SubSec. Leptospireae
13	*M. coronata* (L.) Bartalini	Spirocarpos SubSec. Leptospireae
14	*M. littoralis* Rhode ex Loisel.	Spirocarpos SubSec. Pachyspireae
15	*M. tornata* (L.) Mill.	Spirocarpos SubSec. Pachyspireae
16	*M. constricta* Durieu.	Spirocarpos SubSec. Pachyspireae
17	*M. aculeata* Gaertn.	Spirocarpos SubSec. Pachyspireae
18	*M. rigidula* (L.) All.	Spirocarpos SubSec. Pachyspireae
19	*M. rigiduloides* Small.	Spirocarpos SubSec. Pachyspireae
20	*M. truncatula* Gaertn.	Spirocarpos SubSec. Pachyspireae
21	*M. turbinata* (L.) All.	Spirocarpos SubSec. Pachyspireae
22	*M. syriaca* Small.	Spirocarpos SubSec. Pachyspireae
23	*M. ciliaris* (L.) Krocker.	Spirocarpos SubSec. Intertexteae

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۲- صفات گیاهی مورد ارزیابی در گونه‌های جنس *Medicago*

Table 2. Plant characteristics of *Medicago* species

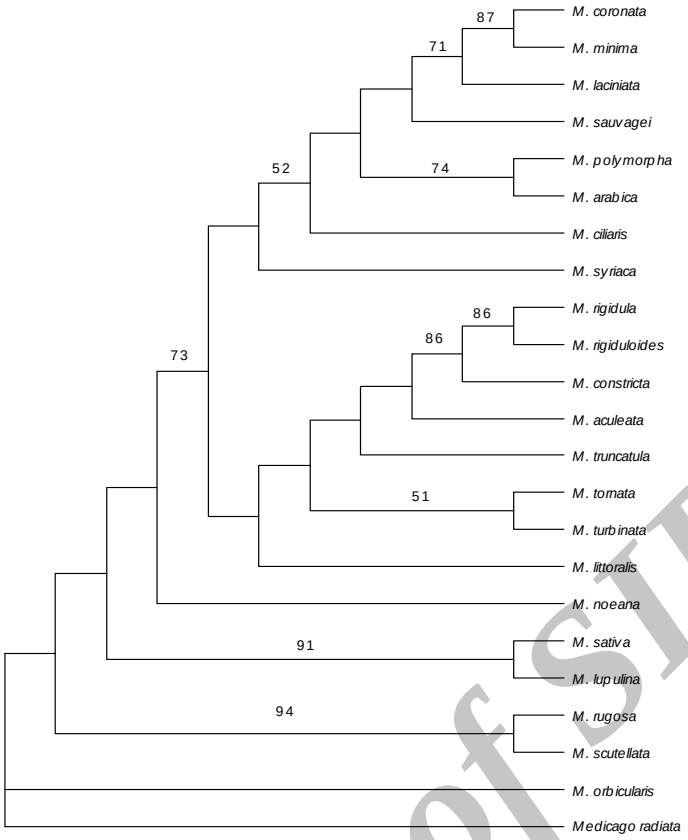
Row ردیف	Plant characteristics	صفات گیاهی	Score	درجه
1	Longevity	دوره زندگی	0=annual; 1= prennial; a= annual or perennial	۰=یکساله، ۱=چند ساله، a=یکساله یا چندساله
2	Chromosome number	تعداد کروموزوم	0=16 ; 1=14; 2=30; 3=32	۰=۱۶ کروموزم، ۱=۱۴، ۲=۳۰، ۳=۳۲
	Leaf برگ			
3	Leaflet length	طول برگچه	0=5-9.9; 1= 10- 14.9; 2=15-20	۰=۵-۹/۹، ۱=۱۰-۱۴/۹، ۲=۱۵-۲۰
4	Leaflet narrowness	عرض برگچه	0=narrow; 1, 2, 3, 4=broad	۰=باریک، ۱، ۲، ۳، ۴=پهن
5	Number of marginal serrations on leaflet	تعداد دندانه‌های برگچه	0=4-6; 1=7-9; 2=10-12; 3=13-15	۰=۴-۶، ۱=۷-۹، ۲=۱۰-۱۲، ۳=۱۳-۱۵
6	Distribution of serrations on leaflet	توزیع دندانه‌های برگچه	0= distal two fifths; 1= distal three fifths; 2= distal four fifths; 3= distributed over entire margin	۰=۲/۵، ۱=۳/۷، ۲=۴/۵، ۳=کامل
7	Shape of marginal serrations	شکل دندانه‌های حاشیه‌ای	0=sharp; 1=very sharp	۰=تیز، ۱=بسیار تیز
8	Uniformity of serrations	همشکلی دندانه‌ها	0=uniform; 1=middle; 2=nonuniform	۰=همشکل، ۱=متوسط، ۲=ناهمشکل
8	Presense of leaf blotchs	لکه برگی	0= absent; 1= presence	۰=ندارد، ۱=دارد
10	Evidence od anthocyanin stain	وجود رنگ آنتوسیانینی	0= never; 1, 2, 3, 4= frequent	۰= ندارد، ۱، ۲، ۳، ۴ =فراوان
11	Number of abaxial veins	تعداد رگ‌های پشتی	0= indistinct;1, 2, 3, 4= distinct	۰= نامشخص، ۱، ۲، ۳، ۴ =مشخص
12	Leaflet apex shape	شکل رأس برگچه	0= acute; 1= truncate; 2= slightly cordate; 3= deeply cordate	۰=نوک کند، ۱=سربریده، ۲=نسبتاً قلبی، ۳=کاملاً قلبی شکل
13	Length of terminal tooth	طول دندانه برگچه مرکزی	0= 20-30; 1= 40- 50; 2=>50	۰=۲۰-۳۰، ۱=۴۰-۵۰، ۲=بیش از ۵۰
14	Distinctiveness of terminal tooth compared to remaining serrations	میزان تفکیک دندانه انتهایی از دندانه‌های حاشیه‌ای	0= uniform; 1,2,3,4= nonuniform	۰=همشکل، ۱، ۲، ۳، ۴=غیر همشکل
15	Number of abaxial hairs per square milimetre	تعداد کرک‌های سطح پشتی در میلی‌مترمربع	0=absent; 1=1-10; 2=11-20; 3=>20	۰=ندارد، ۱=۱-۱۰، ۲=۱۱-۲۰، ۳=>۲۰
16	Number of adaxial hairs per square milimetre	تعدادکرک‌های سطح‌شکمی در میلی‌مترمربع	0= 1-10; 1= 11-20; 2= 21-30; 3= 31-40; 4= 41- 50; 5=51-60	۰=۱-۱۰، ۱=۱۱-۲۰، ۲=۲۱-۳۰، ۳=۳۱-۴۰، ۴=۴۱-۵۰، ۵=۵۱-۶۰
17	Presense of multicellular hairs	کرک چند سلولی	0=absent; 1, 2, 3, 4=presence	۰=ندارد، ۱، ۲، ۳، ۴=دارد
	Stipule گوشواره			
18	Length of stipule	طول گوشواره	0=4-5; 1=6-7; 2=>2	۰=۴-۵، ۱=۶-۷، ۲=>۷
19	Number of lobes on outer side of stipule	تعداد دندانه در بخش خارجی	0=absent; 1=2-4; 2= 5-7; 3=>2	۰=بدون دندانه، ۱=۲-۴، ۲=۵-۷، ۳=> ۷
	Stem ساقه			
20	Length of middle internode	طول میانگره میانی	0=<30; 1=30-50; 2=>50	۰=<۳۰، ۱=۳۰-۵۰، ۲=>۵۰
21	Length	طول	0=<20; 1= 20-30; 2=>30	۰=<۲۰، ۱=۲۰-۳۰، ۲=> ۳۰
22	Frequency of simple hairs	فراوانی کرک های ساده	0=absent; 1, 2, 3, 4=abundant	۰=ندارد، ۱، ۲، ۳، ۴=فراوان
23	Frequency of multicellular hairs	کرک چندسلولی	0=absent; 1, 2, 3, 4=abundant	۰=ندارد، ۱، ۲، ۳، ۴=فراوان
	Fruit میوه			
24	Thichness of dorsal suture	ضخامت درز پشتی	0=<10; 1=10-20; 2=20-30; 3=30-40; 4=40-50; 5=50-60; 6=60-70 7=>70	۰=کمتر از ۱۰، ۱=۱۰-۲۰، ۲=۲۰-۳۰ ۳ = ۳۰-۴۰، ۴ = ۴۰-۵۰، ۵ = ۵۰-۶۰، ۶ = ۶۰-۷۰، ۷=>۷۰
25	Colur	رنگ	0=light; 1=medium brown; 2=dark	.=روشن، ۱=قهوه ای روشن، ۲=تیره
26	Intersuture distance	فاصله درز میانی	0=<20; 1=10-30; 2=30-40; 3=40-50; 4=50-60; 5=>60	۰=<۲۰، ۱=۱۰-۳۰، ۲=۳۰-۴۰، ۳=۴۰-۵۰، ۴=۵۰-۶۰، ۵= ۶۰>
27	Rigidity of mature wall	سختی دیواره	0=easily bent; 1=moderately tough; 2=very stiff	۰=نرم، ۱=سخت، ۲=خیلی سخت
28	Number of fruits persisting on mature infructescence	تعداد میوه در یک گل‌آذین	0=1; 1=2-3; 2=5; 3=8; 4=>10	۰=۱، ۱=۲-۳، ۲=۵، ۳=۸، ۴=>۱۰
29	Density of simple hairs on young fruit	تراکم کرک‌های ساده روی میوه جوان	0=absent; 1, 2, 3, 4,=abundant	۰=ندارد، ۱، ۲، ۳، ۴= فراوان
30	Density of multicellular hairs on young fruit	تراکم کرک‌های چندسلولی روی میوه جوان	0=absent; 1, 2, 3, 4,= abundant	۰= ندارد، ۱، ۲، ۳، ۴=فراوان
31	Presence of fimbriations or appendages on ventral suture	وجود زائده روی درز شکمی	0=absent; 1=present	۰=ندارد، ۱=دارد
32	Vein relief on face of pod	وجود رگ‌های آزاد روی نیام	0=not evident; 1=obscurely evident; 2, 3, 4=notably raised	۰=نامشخص، ۱=تقریباً مشخص، ۲، ۳، ۴=مشخص
33	Vein reticulation on face of pod	رگ‌بندی مشبک روی سطح نیام	0=absent; 1=poorly defined; 2=well defined	۰= ندارد، ۱=تا حدی مشخص، ۲=کاملاً مشخص
34	Presence of submarginal vein on face of pod	وجود رگ زیرحاشیه‌ای روی سطح نیام	0=absent; 1=poorly defined; 2=well defined	۰=ندارد، ۱=تا حدی مشخص، ۲=کاملاً مشخص
35	Presence of distinctive vein- free area on face of pod	وجود ناحیه بدون رگ روی سطح نیام	0=absent; 1=present	۰=ندارد، ۱=دارد
36	Degreeof curvature of radial veins on face of pod	میزان خمیدگی رگ‌های شعاعی روی نیام	0=uncurved; 1, 2, 3=highly curved	۰=تقریباً مستقیم، ۱، ۲، ۳=کاملاً خمیده
37	Number of seeds per fruit	تعداد دانه در میوه	0=10; 1=10-20; 2=40-60; 3=60-80; 4=80-100	۰=۱۰، ۱=۲۰-۱۰، ۲=۶۰-۴۰، ۳=۸۰-۶۰، ۴=۱۰۰-۸۰، ۵=>۱۰۰
38	Presence of septa separating seeds in fruit	وجود دیواره جدا کننده دانه در میوه	0=not distinct; 1=poorly developed; 2=highly distinct	۰=نامشخص، ۱= غشایی نازک، ۲=کاملاً مشخص
39	Seed length	طول دانه	0=<20; 1=20-30; 2=30-40; 3=40-50; 4=>50	۰=<۲۰، ۱=۲۰-۳۰، ۲=۳۰-۴۰، ۳=۴۰-۵۰، ۴=>۵۰

Archive of SID
www.SID.ir

Row ردیف	Plant characteristics	صفات گیاهی	Score	درجه
40	Seed darkness	رنگ دانه	0=light yelloe; 1=yellowish orang; 2=redish brown	۰=زرد روشن، ۱=زرد نارنجی، ۲=قرمز قهوه‌ای
41	Seed tubercularity	میزان جروکیدگی دانه	0=smooth; 1=tubercular	۰=صاف، ۱=جروکیده
42	Ratio of radicle length to seed length	نسبت طول ریشه‌چه به طول دانه	0= < ½; 1= ½; 2= > ½; 3= semiequal	۰=کمتر از نصف، ۱= نصف، ۲=بیشتر از نصف، ۳=تقریباً مساوی
43	Angle of seed axis and ventral suture of fruit	زاویه‌محوردانه ودرز شکمی میوه	0=0; 1=90degrees	۰=۰، ۱=۹۰ درجه
44	Growth of cellular tissue on mature pod face	رشد بافت سلولی روی سطح نیام رسیده	0=absent; 1=present	۰= ندارد، ۱=دارد
45	Presence of clockwise coils	جهت حلقه‌های نیام	0=opposite of clockwise; 1=clockwise	۰=در خلاف جهت عقربه ساعت، ۱=در جهت عقربه ساعت
46	Number of veins per pod face	تعداد رگه در سطح نیام	0=<10; 1=10-30; 2=30-50; 3=50-70; 4=70-90	۰=<۱۰، ۱=۳۰-۱۰، ۲=۵۰-۳۰، ۳=۷۰-۵۰، ۴=۹۰-۷۰
47	Direct distance from proximal to distal ends of pod	فاصله سطح پشتی و شکمی نیام	0=<50; 1=50-100; 2=>100	۰=کمتر از ۵۰، ۱=۱۰۰-۵۰، ۲=بیش از ۱۰۰
48	Ratio of axis length to widest width of pod	نسبت طول به عرض نیام	0=somewhat shorter; 1=approximately equal; 2=somewhat longer	۰=تا حدی کوتاهتر، ۱=تقریباً برابر، ۲=تا حدی بلندتر
49	Number of coils	تعداد حلقه	0=<10; 1=10-20; 2=20-40; 3=40-60; 4=>60	۰=کمتر از ۱۰، ۱=۲۰-۱۰، ۲=۴۰-۲۰، ۳=۶۰-۴۰، ۴=۶۰<
50	Presence of legume and calyx	وضعیت نیام و کاسه	0=highly contracted while within calyx, 1=slightly to moderately coiled within calyx; 2= emerging from calyx uncoiled or only slightly coiled	۰=کاملاً داخل کاسه حلقه‌دار شده، ۱=کمی از کاسه خارج شده، ۲=از کاسه خارج شده
51	Degree of adpression of coils	درجه فشردگی نیام	0=very loosely coiled; 1, 2, 3, 4=very tightly coiled	۰=بسیار آزاد، ۱، ۲، ۳، ۴=کاملاً فشرده
52	Presence of appendages on dorsal suture	وجود زائده روی درز پشتی	0=none; 1=merely tubercles; 2=spine	۰= ندارد، ۱=غده، ۲=خار
53	Spine length	طول خار	0=none; 1=<10; 2=10-25; 3=>25	۰= ندارد، ۱=<۱۰، ۲=۱۰-۲۵، ۳=>۲۵
54	Spine curvature	خمیدگی خار	0=none; 1=uncurved; 2, 3, 4=highly curved	۰= ندارد، ۱=مستقیم، ۲، ۳، ۴=کاملاً خمیده
55	Spine tip hooking	درجه قلاب‌دار شدن خار	0=none; 1=uncurved; 2, 3, 4=strongly hooked	۰= ندارد، ۱= مستقیم، ۲، ۳، ۴=کاملاً قلاب‌دار
56	Interspine sulcation	شیار روی خار	0=none; 1=ungrooved; 2, 3, 4=strongly grooved	۰=ندارد، ۱= بدون شیار، ۲، ۳، ۴=شیار دار
57	Spine stockiness near base	ضخامت پایه خار	0=none; 1=slim; 2, 3, 4= socky	۰=ندارد، ۱=باریک، ۲، ۳، ۴=ضخیم
58	Degree of spine branchs	میزان انشعابات خار	0=none; 1=little; 2, 3, 4, 5=abundant	۰=ندارد، ۱= با انشعاب کم ،۲، ۳، ۴، ۵ =با انشعاب زیاد
59	Density of simple trochomes on spines	میزان کرک ساده روی خار	0=absent; 1, 2, 3, 4=many hairs present	۰=ندارد ، ۱، ۲، ۳، ۴ =با کرک زیاد
60	Density of multicelled trichomes on spines	میزان کرک چندسلولی روی‌خار	0=absent; 1, 2, 3, 4=many hairs present	۰= ندارد، ۱، ۲، ۳، ۴ =با کرک زیاد
61	Spine uniformity	یکنواختی خار	0=highly variable; 1, 2, 3, 4=highlyuniform	۰=ناهمگن، ۱ ، ۲، ۳، ۴=یکنواخت
62	Number of rows of spines on dorsal suture	تعداد ردیف‌های خار روی درز پشتی	0=none; 1=one row; 2=two rows	۰= ندارد، ۱=یک ردیف، ۲=دو ردیف
63	Number of spines per coil face	تعداد خار در سطح حلقه	0=none; 1=<10; 2=10-20; 3=20-30; 4=>20	۰= ندارد، ۱=<۱۰، ۲=۲۰-۱۰، ۳=۳۰-۲۰، ۴=>۲۰
	Flower گل			
64	Number of flowers per raceme	تعداد گل در گل آذین	0=1-3; 1=2-4; 2=5-6; 3=7-8; 4=9-10; 5=>10	۰=۳-۱، ۱=۴-۲، ۲=۶-۵، ۳=۸-۷، ۴=۱۰-۹، ۵=>۱۰
65	Peduncle lenght	طول دمگل	0=mm میلی‌متر	
66	Calyx length	طول کاسه گل	0=2-3; 1=4-5; 2=6-7	۰=۳-۲، ۱=۵-۴، ۲=۷-۶
67	Calyx teeth	دندانه‌های کاسه	0=equal; 1=unequal	۰=مساوی، ۱=نامساوی
68	Ratio of teeth to calyx tube	نسبت دندانه به لولهٔ کاسه	0=<1; 1=equal; 2=>1; 3=twice	۰=کمتر از ۱، ۱=مساوی، ۲=بیشتر از ۱، ۳=دو برابر
69	Hairness of calyx	کرک‌داری کاسه گل	0=none; 1=simple scattered; 2=simple compressed; 3=simple and glandular	۰= ندارد، ۱=ساده پراکنده، ۲=ساده متراکم، ۳=ساده و غده‌ای
70	Flower colur	رنگ گل	0=purple; 1=ligth yellow; 2=yellow; 3=yellowish orange	۰=بنفش، ۱=زرد روشن، ۲=زرد، ۳=زرد مایل به نارنجی
71	Ratio of corolla to calyx	نسبت جام به کاسه	0=equal; 1=little more; 2=1.5 times; 3=twice	۰=مساوی، ۱=کمی بیشتر، ۲=۱/۵ برابر، ۳=۲ برابر
72	Vexillum length	طول درفش	0=<2.5; 1=2.5-5.5; 2=>5.5	۰=کمتر از ۲/۵، ۱=۵/۵-۲/۵، ۲=>۵/۵
73	Vexillum width	عرض درفش	0=<2.5; 1=2.5-5.5; 2=>5.5	۰=کمتر از ۲/۵، ۱=۵/۵-۲/۵، ۲=>۵/۵
74	Vexillum shape	شکل درفش	0=subcircular, 1=ovat; 2=obovate	۰=نیمه کروی، ۱=تخم‌مرغی، ۲=تخم‌مرغی واژگون
75	Vexillum at base	قاعده درفش	0=attenuate; 1=small claw; 2=long claw	۰=باریک شونده، ۱=ناخنک کوتاه، ۲=ناخنک بلند
76	Vexillum apex	رأس درفش	0=emarginate; 1=entire	۰=جاله‌دار، ۱=کامل
77	Vexillum to wing ratio	نسبت درفش به بال	0=equal; 1=little more; 2=1.5 times; 3=twice	۰=مساوی، ۱=کمی بیشتر، ۲=۱/۵ برابر، ۳=۲ برابر
78	Wing length	اندازه بال	0=<2.5; 1=2.5-5.5; 2=>5.5	۰=کمتر از ۲/۵، ۱=۵/۵-۲/۵، ۲=>۵/۵
79	Wing shape	شکل پهنک بال	0=deltoid; 1=oblong; 2=obovate	۰=دلتایی، ۱=مستطیلی، ۲=واژ تخم‌مرغی
80	Curvation of wing blade	خمیدگی پهنک بال	0=uncurved; 1= curved	۰=مستقیم، ۱=خمیده
81	Wing blade to claw ratio	نسبت پهنک بال به ناخنک	0=equal; 1= > 1.5times; 3=twice	۰=مساوی، ۱=بیشتر از ناخنک، ۲=۱/۵ برابر، ۳=۲ برابر
82	Auricule wing	گوشک بال	0=small; 1=medium; 2=large; 3=very large	۰=کوچک، ۱=متوسط، ۲=بزرگ، ۳=خیلی بزرگ
83	Pocket	دندانه رابط	0=smaller; 1=equal; 2=longer	۰=کوچکتر، ۱=مساوی، ۲=بزرگتر
84	Keel to wing ratio	نسبت ناو به بال	0=<2.5; 1=2.5-5.5; 2=>5.5	۰=کمتر از ۲/۵، ۱=۵/۵-۲/۵، ۲=>۵/۵
85	Keel length	اندازه ناو	0=<1; 1=equal; 2=>1; 3=twice	۰=کمتر از یک، ۱=مساوی، ۲=بیشتر از یک، ۳=۲ برابر
86	Keel blade to claw ratio	نسبت پهنک ناو به ناخنک	0=<2; 1=2-5; 2=>5	۰=<۲، ۱=۵-۲، ۲ = ۵ >
87	Fossette of keel apex	فرو رفتگی بالای ناو	0=<2.5; 1=2.5-5; 2=>5	۰=کمتر از ۲/۵، ۱=۵/۵-۲/۵، ۲=>۵/۵
88	Pistil length	اندازه مادگی	0=small; 1=large	۰=کوچک، ۱=بزرگ
89	Degree of pubescence of pistil	کرکداری مادگی	0=glabrous; 1= pubascence	۰=بدون کرک، ۱=کرک‌دار
90	Stamen length	اندازه پرچم	0=<2.5; 1=2.5-5; 2=>5	۰=کمتر از ۲/۵، ۱= ۵/۵-۲/۵، ۲= ۵/۵ >

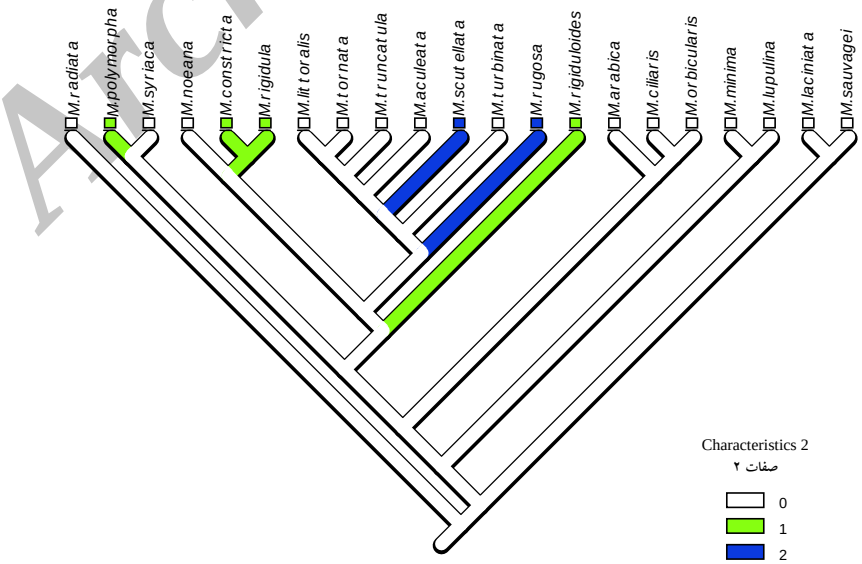
Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۱- درخت فیلوژنی حاصل از آنالیز کلادیستیک گونه‌های Medicago بر اساس صفات ریخت شناسی پس از وزن‌گذاری صفات با (طول ۶۱۱، *CI*=۰/۳۹۸، *RI*=۰/۴۳۶، *RC*=۰/۱۷۳)، مقادیر *Bootstrap* بیش از ۵۰ درصد بر روی شکل نشان داده شده است

Fig.1. Phylogrnetic tree resulting from cladistic analysis of morphological characters after successive weighting with (length=611, CI= 0.398, RI, 0.436, RC= 0.173), Bootstrap values greater than 50% were shown above the branches



شکل ۲- تکامل کاریولوژیکی در جنس *Medicago* بر اساس درخت فیلوژنی حاصل از DNA ریبوزومی

Fig. 2. Karyological evolution in the *Medicago* genus based on phylogenetic tree of ribosomal DNA

Archive of SID
www.SID.ir

با گونه‌های زیر بخش Leptospireae می باشد که نظر اسمال (Small, 1990)را تائید نمی کند. دو گونه *M. rigidula* و *M. rigiduloides* که دارای شباهت مورفولوژیکی بسیار زیادی با یکدیگر می‌باشند با ضریب اطمینان ۸۶ درصد از یکدیگر تفکیک شدند. تفاوت عمده در تشخیص دو گونه فوق در این است که در گونه *M. rigidula* خارها بلند و فاصله بین حلقه‌های نیام زیاد است، در حالی که در گونه *M. rigiduloides* نیام فاقد خار یا بار خار کوتاه بوده و فاصله حلقه‌های نیام بسیار کم می‌باشد. در عین حال این دو گونه دارای شباهت مورفولوژیکی بسیار نزدیکی با گونه *M. constricta* می‌باشند که در دندروگرام حاصل با ضریب اطمینان ۸۶٪ مشخص شده است. اسمال (Small, 1990) بیان نمود که گونه *M. rigidula* گونه اروپایی بوده و *M. rigiduloides* در کشورهای آسیایی دیده می‌شود. در این بررسی، با مطالعه ویژگی‌های ریخت شناسی، این دو گونه به راحتی از یکدیگر تفکیک گردیدند. با این‌حال بر خلاف نظر اسمال (Small, 1990) در ایران هر دو گونه *M. rigidula* و *M. rigiduloides* در مناطق سردسیر کشور وجود داشته و به خوبی گسترش یافته‌است.

در طبیعت علت مشاهده جمعیت‌هایی که از نظر ویژگی‌های ریخت‌شناسی، دارای صفاتی حد واسط گونه‌های ذکر شده می‌باشند، بویژه بین گونه های *M. rigidula* و *M. rigiduloides* و گونه های *M. tornata* و *M. turbinata* احتمالا به دلیل هیبریداسیون بین گونه‌ای طبیعی می‌باشد. در این بررسی بیشترین خویشاوندی بین گونه‌های *M. rugosa* و *M. scutellata*، *M. sativa* و *M. lupulina*، *M. coronata* و *M. minima*، *M. rigidula* و *M. rigiduloides*، *M. polymorpha* و *M. arabica*، *M. tornata* و *M. turbinata* مشاهده گردید که می‌تواند بیانگر احتمال هیبریداسیون بین این گونه‌ها باشد.

بررسی روابط خویشاوندی بین گونه‌ها و تکامل صفات نیز موید این مطلب است که گونه‌های یک‌ساله یونجه به صورت موازی تکامل یافته‌اند. از نظر تعداد کروموزوم ، چهار گونه *M. polymorpha*، *M. constricta*، *M. rigidula* و *M. rigiduloides* دارای ۱۴ = ۲n کروموزم بوده و گونه‌های *M. rugosa* و *M. scutellata* با ۳۰ = ۲n کروموزم و سایر گونه‌ها دارای ۱۶ = ۲n کروموزم بودند (Ghanavati and Mozafari, 2008). در بررسی تکامل کاریولوژیکی، گونه‌های *M. rigidula* و *M. constricta* با عدد پایه کروموزمی مشابه در یک کلاد انتهایی مجاور هم قرار گرفتند. سایر گونه‌های ۱۴ کروموزمی در کنار گونه‌های ۱۶ کروموزمی و گونه *M. polymorpha* با ضریب اطمینان ۷۷ درصد در کنار گونه *M. syriaca* با ۱۶ کروموزم در یک کلاد قرار گرفتند. بنابراین به نظر می‌رسد که کاهش کروموزمی در این گونه‌ها هم زمان صورت نگرفته و به صورت موازی می‌باشد و در مسیر تکاملی حداقل ۲ بار ۱۴ کروموزمی‌ها از ۱۶ کروموزمی‌ها مشتق شده‌اند. همچنین دو گونه *M. rugosa* و *M. scutellata* با ۳۰ = ۲n کروموزم در مجاورت هم قرار دارند و طبق نظر بچان و الگین (Bauchan and Elgin, 1984) و ماریانی و همکاران(Mariani *et al.*, 1996) از هیبریداسیون بین دو گونه ۱۴ و ۱۶ کروموزمی حاصل شده‌اند. نتایج نشان می‌دهد که در مسیر تکامل ابتدا گونه‌های ۱۴ کروموزمی از ۱۶ کروموزمی مشتق شده و سپس از تلاقی یک گونه ۱۴ کروموزمی با یک گونه ۱۶ کروموزمی، گونه‌های با ۳۰ کروموزم بوجود آمده‌اند (شکل ۲).

ایران به علت داشتن شرایط اقلیمی متنوع یکی از بزرگ‌ترین مراکز پیدایش و تنوع ژنتیکی درون گونه‌ای جنس یونجه محسوب می‌شود و شناسایی این گونه‌ها امکان انتخاب ژن‌های مناسب و سازش یافته با هر محیط و انتقال آنها به گونه زراعی به منظور تولید ارقام متحمل به تنش را برای به‌نژادگران و متخصصین بیوتکنولوژی فراهم می‌کند. بررسی روابط خویشاوندی بین گونه‌ها و تکامل صفات، می‌تواند به عنوان ابزاری

www.SID.ir

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 می‌باشند، در طول چند سال گذشته به شدت مورد توجه به‌نژادگران قرار گرفته‌اند بنابراین مطالعات فیلوژنتیکی جهت اطمینان از ثبات و پایداری نتاج حاصل از دورگ‌های بین گونه‌های دیپلوئید و تتراپلوئید ضرورت دارد.

منابع مورد استفاده

References

Bena, B., J. M. Prosperi, B. Lejeune and I. Olivieri. **1998.** Evolution of annual species of the Genus *Medicago*: A molecular phylogenetic Approach. J. Mol. Evol. 3: 552-559.

Bena, G., M. F. Jubier, I. Olivieri and B. Lejeune. 1998. Ribosomal external and internal transcribed spaces: Combined use in the phylogenetic analysis of *Medicago* (Leguminosae). J. Mol. Evol. 46: 299-306.

Bauchan, G. R. and J. H. Elgin. 1984. A new chromosome number for the genus *Medicago*. Crop Sci. 24: 193-195.

Farris, J. S. 1989. The retention index and the rescaled consistency index. Cladistics, 5: 417-419.

Felsenstein, J. 1985. Confidence limits on phylogenies: an approach using the bootstrap. Evolution, 39: 783-791.

Fitch, W. M. 1971. Towards defining the course of evolution: minimum change for a specific tree topology. System. Zoology, 20: 406-416.

Ghanavati, F. 2004. Genetic diversity and phylogenetic realationships in *Medicago* species of Iran. Ph.D. Dissertation. Islamic Azad university, Science and Research branch, Tehran. (In Persian).

Ghanavati, F., J. Mozaffari, A. A. Masoumi and S. Kazempour. 2007. Morphological studies of pollen grains of *Medicago* species in Iran. Iran. J. Crop Sci. 34: 184-199. (In Persian with English abstract).

Ghanavati, F. and J. Mozaffari. 2008. Cytogenetic study of *Medicago* species in Iran. Iran. J. Crop Sci. 38: 136-145. (In Persian with English abstract).

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

Heyn, C. C. 1963. The annual species of *Medicago*, Vol XII, Jerusalem. 145 p.

Heyn, C. C. 1984. *Medicago*. *In*: K. H. Rechinger (Ed.). Flora Iranica. Axademische Druch-U. Verlagsanstalt, Graz. 157: 253-271.

Mariani, A., F. Pulpili and O. Calderining, 1996. Cytological and molecular analysis of annual species of the genus *Medicago*. Can. J. Bot. 74: 341-346.

Mehregan, I., M. R., Rahiminejad, D. Azizian. 2002. A taxonomic revision of the genus *Medicago*. L. (Fabaceae) in Iran. Iranian. J. Bot. 9(2): 207-221. (In Persian with English abstract).

Moussavi, M. 1977. Identification of *Medicago* species in Iran. Ministry of Agriculture, Tehran. 45 p. (In Persian).

Parsa, A. 1948. *Medicago* in Flora de I'Iran. Publication du Ministere de I'Education, Museum I'Histoire Naturelle de Tehran, Iran. 2: 171-181.

Small, E. 1990. *Medicago rigiduloides* a new species segregated from *M. rigidula*. Can. J. Bot. 68: 2614-2617.

Archive of SID

www.SID.ir

Small, E. 1980. A numerical analysis of major groupings in medicago employing traditionally used characters. Can. J. Bot. 59: 1553-1577.

Small, E., I. J. Bassett, and C. W. Crompton. 1981. Pollen variation in tribe *Trigonelleae* (Leguminosae) with special reference to *Medicago*. Pollen Spores. 23: 295-320.

Small, G., and M. Jomphe. 1989. A note on *Trigonella* (*Melilotus*) bicalor. Can. J. Bot. 67: 1604-1606.

Small, G., 1989. A synopsis of the genus *Medicago* (Leguminosae). Can. J. Bot. 67: 3260-3294.

Archive of SID

www.SID.ir

Phylogenetic realationships of *Medicago* species in Iran

Ghanavati, F[1].

ABSTRACT

Ghanavati, F. Phylogenetic realationships of *Medicago* species in Iran**. Iranian Journal of Crop Sciences. 13(2): 424-435. (In Persian).**

Phylogenetic analysis of 23 species of *Medicago* (Fabaceae) was performed based on 90 morphological characteristics by maximum parsimony approach as implemented in PAUP software-using heuristic search and branch swapping option of tree bisection-reconnection. Analysis of the characters with successive weighting using rescaled consistency index generated more reasonable phylogentic trees than the analysis with equally weighting characters. *M. radiata* was as outgroup. The analyses showed that there are five clades in *Medicago* that to some extent are in accordance with sections in *Medicago* genus. Perennial species, *M. sativa* and *M. lupulina*, with 91% confident intervals grouped together in the clade and among annual medics. This implies that annual medics are paraphyletic and in evolutionary process cross-pollinated species (*M. sativa*) have been evolved from self-pollinated species (annual medics). The most phylogenetical relationships was observed between *M. rugosa* and *M. scutellata*, *M. sativa* and *M. lupulina*, *M. coronata* and *M. minima*, *M. rigidula* and *M. rigiduloides*, *M. polymorpha* and *M. arabica*, *M. tornata* and *M. turbinata*. This information can be used in determining the dgree of success of inter-specific hybridization between different species in *Medicago* genus.

Key words: Inter-specific hybridazatio, Medicago, Morphology and Phylogeny.

Archive of SID

Received: December, 2009 Accepted: December, 2010
1- Assistant Prof., Seed and Plant Improvement Institute, Karaj, Iran (Corresponding author)
(Email: f_Ghanavati83@yahoo.com)

www.SID.ir