

تحلیل خوشه‌ای ریخت‌شناسی برخی گونه‌های سرده *Acer L.* در ایران

*زهرة کریمی

مری گروه زیست‌شناسی، دانشگاه گلستان
تاریخ دریافت: ۸۷/۴/۲۹؛ تاریخ پذیرش: ۸۸/۴/۹

چکیده

سرده افرا *Acer L.* یا *Maple* از تیره افرا *Aceraceae* یا *Sapindaceae* می‌باشد، به‌جز *A. sacharum* که در تهیه شکر از آن استفاده می‌کنند؛ تمام گونه‌های افرا در صنعت چوب‌بری و تهیه لوازم چوبی استفاده می‌شود. به‌رغم کاربرد و اهمیت اکولوژی این گیاه، به‌دلیل شناسایی نشدن دقیق گونه‌ها، وجود گونه‌های دورگ، وجود نام‌های مترادف، تأثیر تغییرات اقلیمی و آب و هوایی جهت تشخیص گونه‌ها و وجود پلی‌مرفیسم برگ، هنوز از نظر رده‌بندی گیاهی پرسش‌های زیادی در مورد آن وجود دارد. بنابراین در این پژوهش به بررسی ریخت‌شناسی گونه‌های افرا پرداخته تا تفاوت‌ها و شباهت‌های ریختی بین آنها مشخص گردد، تعداد ۶۳ صفت رویشی و زایشی از ساقه، برگ، گل و میوه بررسی شد و تحلیل خوشه‌ای براساس فاصله بری-کورتیس^۱ صورت گرفت، تحلیل‌های رسته‌بندی براساس تحلیل محوره‌های مرتبط^۲ توانست گونه‌های متعلق به این سرده را در محور اول از گونه‌های دیگر (*Koelreutaria paniculata* Laxm) و *Dodonea viscosa* (L) Jacq. مجزا سازد. نتایج به‌دست آمده از تحلیل خوشه‌ای نشان داد *A. platanooides* Wall. ex Brandis و *A. cappaducicum* Gled فیلوژنتیکی RNA ریوزومی سایر تحقیقات هم‌خوانی دارد. همچنین جدا افتادن *A. negundo* L. در مراحل اولیه تحلیل خوشه‌ای نشان داد که این گونه به‌عنوان گونه پایه بوده که با مطالعات فیلوژنتیکی نیز تأیید شده است.

واژه‌های کلیدی: ریخت‌شناسی، *Acer L.*، تحلیل خوشه‌ای

مقدمه

(۲۰۰۷) تعداد گونه‌های افرا ۱۲۵ گونه عنوان شده که بیشتر در آسیا پراکنده‌اند. تیره افرا را به ۱۶ بخش تقسیم کرده‌اند به نقل از (زاساداواسترانگ، ۱۹۹۷). ثابته (۱۹۹۴) در کتاب جنگل‌ها، درختان و

سرده *Acer L.* با نام عمومی *Maple* که نام فارسی آن افرا و نام عربی آن سابسندهال می‌باشد دارای ۱۵۰-۱۴۸ گونه است که بیشتر در آسیا، چین و ژاپن می‌باشند (سایت‌نیرتیکا، ۲۰۰۱). البته در دایره‌المعارف ویکی‌پدیا

*- مسئول مکاتبه: karimiln@yahoo.com

1- Bray-Curtis
2- Principle Coordinate Ordination (PCO)

ریخت‌شناسی بین آنها اهمیت خود را از دست نداده و حتی مشخص شده برخی تشابهات ریخت‌شناسی از نظر ژنتیکی دارای اهمیت می‌باشند (وردو و گلیسر، ۲۰۰۶؛ اسکپنر و کرن، ۱۹۹۷؛ اسکپنر و کرن، ۱۹۹۸؛ بورد و کالاهان، ۲۰۰۰؛ جیانها و همکاران، ۲۰۰۶؛ چانگ و کیم، ۲۰۰۳). از آنجایی که این سرده عنصر اصلی رویش‌های جنگلی ایران را تشکیل می‌دهد و ارزش اکولوژیک و مصارف اقتصادی آن از یک طرف و شناسایی نشدن دقیق گونه‌ها و وضعیت نامشخص آنها از طرف دیگر تاکسونومی آن را در پرده‌ای از ابهام قرار داده است، بنابراین در این پژوهش، ریخت‌شناسی این سرده ارزشمند با تعداد صفات و گونه‌های بیشتر مورد توجه قرار گرفته تا با بررسی‌های فیلوژنتیک نیز مقایسه شده و در تحقیقات زیست‌شناسی و جنگلداری مورد استفاده قرار گیرد.

مواد و روش‌ها

در این پژوهش از گونه‌های *A. negundo*، *A. cappadocicum* Gled، *A. monspessulanum* L.، *A. palmatum* Van Hoote، *A. campestre* L.، *A. hyrcanum* Fisch & C. A. Mey، *A. semenovi* Regel & Herder، *A. platanoides* L.، *Koelreutaria paniculata*، *A. velutinum* Boiss. J.، *Dodonea viscosa* (L.) Jacq. Laxm که از رویشگاه‌های مختلف در سال ۱۳۸۶ جمع‌آوری شده بودند استفاده شد از هر گونه ۳۰ نمونه وجود داشت و ۶۳ صفت ریخت‌شناسی در آنها بررسی گردید. در مورد صفات کمی، صفت در تک‌تک نمونه‌ها اندازه گرفته شد و سپس میانگین ملاک قرار گرفت. صفات ریخت‌شناسی و کد و حالات صفات و ماتریس خام صفات به ترتیب در جدول‌های ۱ و ۲ آمده است. به منظور بررسی رابطه ریختی یا فنتیکی گونه‌های درون سرده افرا، نسبت به گونه‌های غیر سرده، از دو گونه *Dodonea viscosa*، *Koelreutaria paniculata* استفاده و تحلیل خوشه‌ای داده‌ها بر اساس فاصله بری-کورتیس انجام شد یعنی پس از تشکیل ماتریس خام داده‌ها و تعیین ضرایب

درختچه‌های ایران به ۱۲ گونه، ریشینگر (۱۹۶۹) در فلورا ایرانیکا ۱۰ گونه و مظفریان (۲۰۰۴) نیز در کتاب درختان و درختچه‌های ایران به ۱۰ گونه از سرده افرا اشاره کرده‌اند. دیویس (۱۹۶۵) نیز در فلور ترکیه ۱۱ گونه از آن را نام برده و قهرمان (۱۹۹۳) به ۱۰ گونه افرا اشاره کرده است که غالباً عناصر اصلی رویش‌های جنگلی ایران را تشکیل می‌دهند. گونه‌های افرا، درختی هستند و در جنگل‌های شمال تا ارتفاع ۲۰۰۰ متری و همچنین در غرب و جنوب ایران می‌رویند. از چوب درختان افرا در مصارف روستایی برای تهیه لت، پوشش خانه‌ها و تیره و تخته‌های کندوج (انبار برنج)، (ثابتی، ۱۹۹۴) و همچنین در تزئین پارک‌های بزرگ، سایه‌بان در پیاده‌روها و در خانه‌سازی استفاده می‌شوند (اسکپنر و کرن، ۱۹۹۷؛ گیلمن و واتسون، ۱۹۹۳). برگ آن عموماً به مصرف تعلیف گاو می‌رسد (آرمسترانگ، ۲۰۰۶). گونه‌های افرا را از شکل برگ و کرک‌دار یا صاف بودن میوه آن از یکدیگر تمیز می‌دهند (ثابتی، ۱۹۹۴؛ ساندبرگ، ۱۹۹۲؛ اسکپنر و کرن، ۱۹۹۷). به‌رغم کاربرد و اهمیت اکولوژی این گیاه، هنوز از نظر رده‌بندی گیاهی ابهامات زیادی در مورد آن وجود دارد زیرا به دلیل استفاده از صفات محدود (کمتر از ۱۵ صفت) در تاکسونومی این سرده و نبود شناسایی دقیق گونه‌ها به علت هم‌پوشانی پراکنش گونه‌ها که در ایجاد گونه‌های دورگ و واریته‌های متعدد نقش مهمی دارد، وجود نام‌های مترادف، تأثیر تغییرات اقلیمی و آب و هوایی جهت تشخیص گونه‌ها و همچنین وجود پلی‌مرفیسم برگی وضعیت برخی گونه‌های آن مبهم است (گریوز، ۱۹۹۴؛ بورنز و هونکالا، ۱۹۹۵؛ یوان‌یانگ و همکاران، ۱۹۹۳؛ اسکپنر و کرن، ۱۹۹۷). گرچه در بررسی فیلوژنتیک برخی گونه‌های این سرده یا سایر سرده‌های نزدیک استفاده از مارکرهای مولکولی و ژنوم کلروپلاست تا حدودی موقعیت قرار گرفتن گونه‌های نزدیک و مشابه را پاسخ داده است (گریم و همکاران، ۲۰۰۶؛ اسکپنر و کرن، ۱۹۹۷؛ تیان و دژو، ۲۰۰۴؛ جیانها و همکاران، ۲۰۰۶؛ یانگ و همکاران، ۲۰۰۷)، ولی هنوز مقایسه

استفاده شد که IS ضریب تشابه و MW کوچکترین مقدار کمی یک صفت مشترک در بین نمونه‌های مختلف است و تحلیل‌های رسته‌بندی محورهای مرتبط صورت گرفت (اسنیث و سوکال، ۱۹۷۳). در حال حاضر نمونه‌ها در هر بارיום دانشکده علوم دانشگاه گلستان نگهداری می‌شوند.

تشابه بین جفت گونه‌ها ضرایب به‌دست آمده در یک ماتریس متشابه وارد می‌شود. در این ماتریس ترتیب گونه‌ها در ردیف و ستون‌ها مشابه است، بنابراین گونه‌ها در قطر اصلی ماتریس با خود مقایسه می‌شوند. پس از تهیه ماتریس تشابه برای تیمار ریاضی داده‌ها از آنالیز خوشه‌ای و فرمول بری و کورتیس ($IS = \sum MW \times 100$)

جدول ۱- صفات، کد و حالات صفات ریخت‌شناسی مورد استفاده برای گونه‌های مورد بررسی.

صفات	کد و حالات صفات ریخت‌شناسی
۱: نوع برگ	۱: ساده ۲: مرکب
۲: تعداد لوب‌های برگ	۱: ۲-۳ لوبه ۲: ۳-۵ لوبه ۳: برگ چه وجود دارد ۴: لوب وجود ندارد
۳: حاشیه برگ	۱: درست ۲: دنداندار ۳: بدون دندانه و سینوسی
۴: نوک لوب‌ها یا برگ	۱: نوک باریک ۲: نوک تیز ۳: بدون نوک ۴: نوک باریک
۵: طول برگ (سانتی‌متر)	۱: ۵-۱۰ ۲: ۱۰-۱۵ ۳: ۱۵-۲۵ ۴: ۲۵-۴۰ ۵: کمتر از ۵
۶: عرض برگ (سانتی‌متر)	۱: ۲-۵ ۲: ۶-۱۰ ۳: ۱۰-۱۵ ۴: ۱۵-۲۰ ۵: کمتر از ۲
۷: رنگ برگ	۱: سفیدرنگ یا دورنگ ۲: سبز تا قهوه‌ای روشن ۳: قهوه‌ای یا سبز تیره
۸: اندازه کلی برگ	۱: نسبتاً بزرگ ۲: نسبتاً کوچک ۳: حد وسط ۱ و ۲
۹: سطح دم برگ	۱: بدون کرک و زگیل ۲: کرک‌های پراکنده و بدون زگیل ۳: زگیل‌دار ۴: زگیل‌دار و کرک‌دار
۱۰: شکل برگ	۱: پنجه‌ای و لوب‌دار ۲: مثلثی لوب‌دار ۳: واژنیه‌ای ۴: شانیه‌ای
۱۱: شکل لوب‌های برگ	۱: تخم‌مرغی یا بیضوی ۲: مثلثی تا تخم‌مرغی ۳: مثلثی ۴: لوب وجود ندارد
۱۲: قاعده برگ	۱: گوه‌ای یا میخی ۲: گرد یا کند ۳: قلبی ۴: آتونه
۱۳: رنگ روی برگ	۱: سبز روشن یا دورنگ ۲: سبز تیره
۱۴: رنگ پشت برگ	۱: سبز روشن یا دورنگ ۲: سبز تیره
۱۵: جنس برگ	۱: نرم و انعطاف‌پذیر ۲: کم و بیش چرمی
۱۶: طول دم برگ (سانتی‌متر)	۱: ۱-۵ ۲: ۵-۱۰ ۳: ۱۰-۱۵ ۴: ۱۵-۲۰ ۵: کمتر از ۰/۵
۱۷: برگ‌های نورسته	۱: خزی یا کرک‌های متراکم ۲: غیرخزی یا تراکم کم
۱۸: سطح روی برگ	۱: بدون کرک یا کرک‌های پراکنده ۲: کرک‌دار
۱۹: سطح زیر برگ	۱: بدون کرک ۲: کرک‌دار
۲۰: حاشیه برگ	۱: دارای کرک‌های مژه‌دار ۲: فاقد مژه
۲۱: طول مژه‌های حاشیه برگ (سانتی‌متر)	۱: ۰/۱-۰/۲ ۲: بیشتر از آن ۳: بدون مژه
۲۲: محل انشعاب رگ برگ در سطح رویی قاعده برگ	۱: دارای کرک‌های سفید و متراکم ۲: فاقد کرک ۳: دارای غدد زرد رنگ
۲۳: محل انشعاب رگ برگ در سطح پشتی قاعده برگ	۱: دارای کرک‌های سفید و متراکم ۲: فاقد کرک ۳: دارای کرک‌های قهوه‌ای و متراکم ۴: دارای غدد زرد رنگ
۲۴: زاویه فندقه‌ها یا میوه (درجه)	۱: دارای زاویه کاملاً باز (۱۸۰) ۲: دارای زاویه نسبتاً باز (۱۲۰) ۳: دارای زاویه بسته (۷۰-۹۰) ۴: زاویه‌ای وجود ندارد
۲۵: فشردگی دانه	۱: فشرده ۲: غیرفشرده
۲۶: وجود یا عدم وجود تزیینات فندقه	۱: کرک‌دار ۲: بدون کرک یا با کرک‌های پراکنده
۲۷: شکل دانه	۱: تخم‌مرغی ۲: گرد ۳: حد واسط بین ۱ و ۲
۲۸: سطح روی فندقه یا کپسول	۱: کرک‌های متراکم و خزی شکل ۲: کرک‌های پراکنده ۳: فندقه فاقد کرک

ادامه جدول ۱- صفات، کد و حالات ریخت‌شناسی مورد استفاده برای گونه‌های مورد بررسی.

صفات	کد و حالات صفات ریخت‌شناسی
۲۹: سطح روی بال‌ها یا رگه‌های میوه	۱: فاقد کرک
۳۰: شکل میوه	۲: دارای کرک
۳۱: وجود یا عدم وجود کرک در دم میوه	۱: کشیده و فشرده
۳۲: طول بال میوه (سانتی‌متر)	۲: گرد و برجسته و چندوجهی
۳۳: عرض بال میوه (سانتی‌متر)	۳: حد واسط ۱ و ۲
۳۴: طول کلی میوه (سانتی‌متر)	۱: فاقد کرک
۳۵: عرض کل میوه (سانتی‌متر)	۱: ۱/۵-۲/۵
۳۶: طول دم میوه (سانتی‌متر)	۲: ۲/۵-۳/۵
۳۷: زاویه بین لبه‌های داخلی بال‌ها	۳: کمتر از ۰/۵ یا وجود ندارد
۳۸: زاویه بین لبه‌های خارجی بال‌ها	۱: ۱-۲/۵
۳۹: رنگ چوب	۲: ۲/۵-۴
۴۰: تنه درخت	۳: ۴-۵/۵
۴۱: ارتفاع درخت (سانتی‌متر)	۱: ۰/۵-۰/۸
۴۲: رگ برگ‌های سطح برگ	۲: ۰/۸-۱/۲
۴۳: رگ برگ‌های پشت برگ کوچک و مشبک	۳: ۱/۲-۱/۶
۴۴: محل انشعاب رگ برگ‌ها در سرتاسر برگ (روی برگ)	۱: ۱-۲
۴۵: محل انشعاب رگ برگ‌ها در سرتاسر برگ (پشت برگ)	۲: ۲-۳
۴۶: سطح روی دم برگ	۳: ۳-۴
۴۷: سطح پشت برگ	۱: ۱۰-۵۰
۴۸: شاخه‌های جوان	۲: ۵۰-۹۰
۴۹: رنگ شاخه‌های جوان نسبت به دم برگ	۳: ۹۰-۱۳۰
۵۰: رنگ شاخه‌های جوان	۱: ۵۰-۸۵
۵۱: سطح شاخه‌های مسن	۲: ۸۵-۱۱۵
۵۲: سطح شاخه‌های جوان	۳: ۱۱۵-۱۴۵
۵۳: فرورفتگی‌های برگ	۴: ۱۴۵-۱۸۵
۵۴: فرم رویشی گیاه	۱: آجری رنگ تا قهوه‌ای روشن
۵۵: شکل پهنک‌های یک درخت	۲: صاف
۵۶: نوع گل آذین	۳: شیری رنگ یا خاکستری
۵۷: طول دم گل آذین (سانتی‌متر)	۱: ۶۰۰-۱۶۰۰
۵۸: طول گل آذین (سانتی‌متر)	۲: غیربرجسته
۵۹: گستردگی میوه	۳: غیربرجسته
۶۰: رنگ میوه	۱: دارای کرک‌های سفید
۶۱: وجود دم برگ	۲: بدون کرک
۶۲: نوع میوه	۳: دارای غدد
۶۳: نوع رگ برگ	۱: کرک‌دار یا زگیل‌دار
	۲: بدون کرک
	۳: دارای غدد زرد رنگ
	۱: کرک‌دار گاهی بدون کرک
	۲: تیره‌تر از دم برگ
	۳: تیره‌تر از دم برگ
	۱: سفید
	۲: کبود و سبز
	۳: خاکستری
	۱: شیاردار و عدسک‌دار
	۲: فاقد شیار
	۳: دارای رگه برجسته
	۱: شیاردار
	۲: صاف
	۳: فاقد
	۱: سینوسی و گرد
	۲: قاعده فرورفته و گرد
	۳: فاقد فرورفتگی
	۱: درختچه‌ای
	۲: درختی
	۳: درختی یا درختچه‌ای
	۱: شکل‌های متنوع
	۲: شکل‌های یکسان
	۳: خوشه مرکب
	۴: خوشه ساده
	۱: ۱-۲/۲
	۲: ۲/۲-۳/۴
	۳: ۳/۴-۴/۶
	۴: ندارد
	۵: < ۴/۶
	۱: ۳-۴
	۲: ۵-۱۰
	۳: ۱۰-۱۵
	۴: < ۱۵
	۱: وجود دارد
	۲: وجود ندارد
	۱: افقی و کم و بیش گسترده
	۲: موازی و به هم آمده
	۳: متورم و ایستاده
	۱: قهوه‌ای روشن
	۲: زیتونی
	۳: کرم رنگ
	۱: وجود دارد
	۲: وجود ندارد
	۱: فندقه بال‌دار
	۲: کپسول
	۱: رگ برگ پنجه‌ای و مشبک
	۲: رگ برگ شانه‌ای

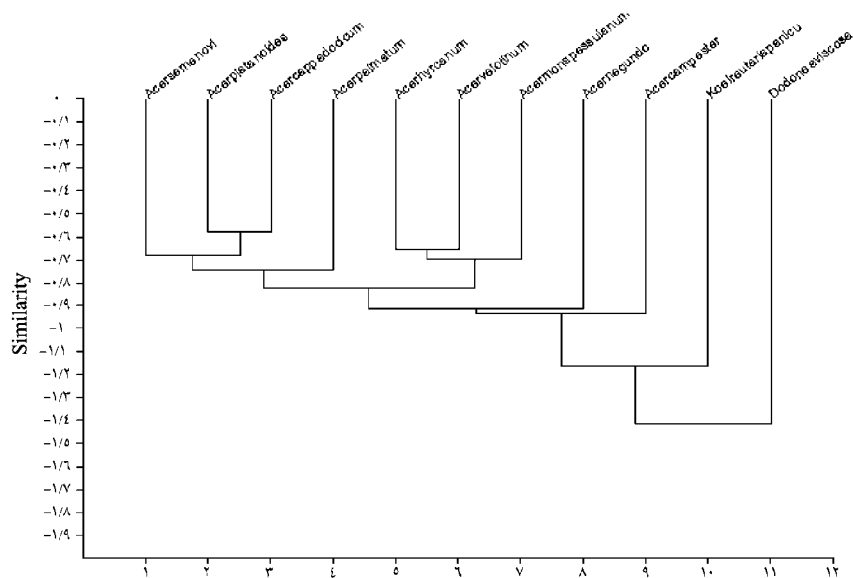
جدول ۲- ماتریس خام صفات ریخت‌شناسی مورد استفاده برای گونه‌های مورد بررسی.

گونه‌ها	<i>A.campestre</i>	<i>A.cappadocicum</i>	<i>A.monspessulanom</i>	<i>A.negundo</i>	<i>A.velutinum</i>	<i>A.palmatom</i>	<i>A.hyracanum</i>	<i>A.platanoides</i>	<i>A.semenovi</i>	<i>Koelreutaria paniculata</i>	<i>Dodonea viscosa</i>
صفات											
۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
۲	۱	۲	۱	۲	۲	۲	۲	۲	۱	۲	۴
۳	۲	۲	۱	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲
۴	۲	۱	۲	۲	۲	۱	۲	۱	۱	۱	۲
۵	۱	۱	۱	۱	۲	۱	۱	۱	۱	۴	۵
۶	۲	۲	۱	۱	۲	۱	۲	۲	۱	۲	۵
۷	۲	۲	۱	۱	۱	۲	۲	۲	۲	۲	۲
۸	۲	۲	۲	۱	۱	۲	۲	۱	۲	۱	۲
۹	۲	۱	۱	۲	۱	۱	۱	۲	۱	۲	۲
۱۰	۱	۱	۱	۴	۱	۱	۱	۱	۲	۴	۲
۱۱	۱	۲	۱	۱	۲	۲	۲	۱	۲	۱	۴
۱۲	۲	۲	۲	۱	۲	۲	۲	۲	۲	۱	۴
۱۳	۲	۲	۱	۱	۲	۱	۱	۲	۲	۲	۱
۱۴	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۲	۲	۱	۱
۱۵	۱	۲	۲	۱	۲	۱	۲	۱	۲	۱	۲
۱۶	۲	۲	۱	۲	۲	۱	۲	۲	۲	۲	۵
۱۷	۲	۲	۲	۱	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲
۱۸	۱	۱	۱	۲	۱	۱	۱	۱	۱	۲	۱
۱۹	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۲	۱
۲۰	۱	۲	۲	۱	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲
۲۱	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲
۲۲	۱	۲	۱	۱	۱	۲	۱	۲	۲	۱	۲
۲۳	۱	۲	۱	۱	۲	۲	۱	۲	۲	۲	۲
۲۴	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲
۲۵	۱	۱	۲	۱	۲	۲	۱	۱	۱	۲	۲
۲۶	۱	۲	۲	۲	۱	۲	۱	۲	۲	۲	۱
۲۷	۲	۱	۱	۱	۱	۱	۲	۱	۱	۲	۲
۲۸	۱	۲	۲	۲	۱	۲	۱	۲	۲	۲	۲
۲۹	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۲	۱	۱	۱	۱
۳۰	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۲	۲
۳۱	۱	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۱	۲	۱	۲
۳۲	۱	۲	۱	۱	۲	۱	۱	۲	۱	۲	۱
۳۳	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۲	۱
۳۴	۲	۲	۱	۲	۲	۱	۱	۲	۲	۲	۱

نتایج

دندروگرام حاصل از تحلیل خوشه‌ای براساس فاصله بری-کورتیس و نزدیک‌ترین فاصله‌ها در شکل ۱ نشان داده شده است. دندروگرام نشان می‌دهد که کلیه گونه‌های متعلق به سرده *Acer* در یک خوشه قرار می‌گیرند و گونه‌های *Koelreutaria paniculata* و *Dodonea viscosa* در موقعیت بیرون سرده افرا قرار

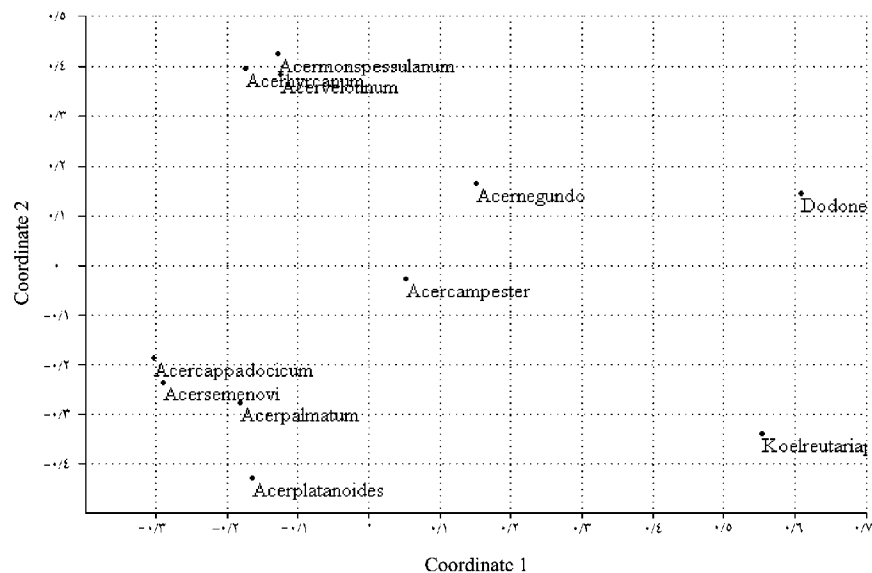
گرفتند. گونه‌های مورد مطالعه *Acer* به ۲ زیرخوشه دسته‌بندی می‌شود؛ یکی شامل *A. cappadocicum*، *A. platanoides* و *A. semnovi* و دیگری شامل *A. monspessulanum* و *A. velutinum*، *A. hyrcanum* می‌باشد، و دو گونه *A. campestre* و *A. negundo* در موقعیت پایه قرار دارند.



شکل ۱- تحلیل دندروگرام خوشه‌ای صفات ریخت‌شناسی *Acer*

تحلیل رسته‌بندی بر مبنای تحلیل محورهای مرتبط برای صفات ریخت‌شناسی چندحالتی شکل (۲)، منجر به استخراج چهار محور اصلی گردید (جدول ۳) که دو محور اول معنی‌دار بوده و پراکنش نمونه‌ها براساس محورها نشان می‌دهد *Dodonea viscosa* و *Koelreutaria paniculata* براساس محور اول از سرده *Acer* فاصله می‌گیرند.

تحلیل خوشه‌ای نشان می‌دهد، بین گونه‌های *Acer* سه گونه *A. cappadocicum*، *A. semenovii* و *A. platanoides* بیشترین شباهت را با هم دارند و کمترین شباهت را با *A. campestre* و *A. negundo* دارند؛ گونه‌های *Koelreutaria paniculata* و *Dodonea viscosa* کاملاً از گونه‌های *Acer* جدا افتاده‌اند.



شکل ۲- تحلیل رسته‌بندی صفات ریخت‌شناسی *Acer*

جدول ۳- ارزش ویژه و واریانس گونه‌های *Acer*.

محور (Vector)	ارزش ویژه (Eigenvalue)	واریانس (Variance)
۱	۱/۲۶	۱۶
۲	۱/۰۶	۱۳
۳	۰/۹۸	۱۲
۴	۰/۹۰	۱۱۰

دیگری ۳ گونه *A. monspessulanum*، *A. hyrcanum* و *A. velutinum* نشان‌دهنده دارا بودن دو ترکیب صفات از مجموعه صفات مطالعه شده در این گونه‌ها می‌باشند و دو روند تحول صفات ریختی را نشان می‌دهند. از مطالعات انجام شده در تحقیق حاضر می‌توان فهمید که چه صفاتی هر گونه را از بقیه متمایز ساخته و نام گونه‌ها و صفات متمایزکننده در جدول ۴ آمده است.

بحث

دو گونه *A. negundo* و *A. campestre* که در تحلیل خوشه‌ای در موقعیت پایه قرار گرفته بودند، در مرکز پراکنش دو محور قرار گرفته‌اند که نشان‌دهنده موقعیت پایه‌ای این دو گونه نسبت به گونه‌های دیگر *Acer* می‌باشد. دو گروه دیگر: اولی شامل ۴ گونه *A. cappadocicum*، *A. semnovii*، *A. palmatum* و *A. platanoides*

جدول ۴- صفات متمایزکننده گونه‌های مورد بررسی تیره *Aceraceae*

نام گونه	نوع صفت یا صفات متمایزکننده
<i>Dodonea viscosa</i>	عرض برگ، طول دم برگ و شکل لوب‌ها و شکل میوه
<i>Koelreutaria paniculata</i>	شکل برگ، نوع میوه و طول دم گل‌آذین
<i>Acer negundo</i>	زاویه بین فندقه‌ها، طول دم گل‌آذین، وجود یا عدم وجود تزئینات فندقه و طول بال میوه
<i>Acer monspessulanum</i>	رنگ شاخه‌های جوان و طول دم میوه
<i>Acer velutinum</i>	رنگ روی برگ و زاویه بین لبه‌های خارجی بال‌ها
<i>Acer cappadocicum</i>	شکل برگ، اندازه کلی برگ و سطح پشت برگ
<i>Acer hyrcanum</i>	وجود یا عدم وجود کرک در دم میوه
<i>Acer platanoides</i>	لوب‌های نوک‌دار و قاعده برگ‌ها
<i>Acer campester</i>	کرک‌دار بودن برگ‌ها و حالت بال میوه
<i>Acer palmatum</i>	گل‌آذین دیهیم کم گل و برگ‌های ۹-۵ لوبه
<i>Acer semenovii</i>	شکل برگ و قاعده برگ

A. negundo داده‌اند و نکته جالب توجه آن است که شباهت دو گونه *A. cappadocicum* و *A. platanoides* نیز توسط آنها تأیید شده که بیانگر نتیجه به‌دست آمده در این تحقیق نیز می‌باشد. در بررسی دیگری که اسکپنر و همکاران (۱۹۹۷) بر روی DNA کلروپلاست تحقیق می‌کردند نشان دادند گونه *A. platanoides* بیشتر به *A. negundo* شبیه است تا *A. pseudoplatanus* آنها همچنین در بررسی ژنتیکی دو گونه *A. negundo* و *A. saccharum* با استفاده از نشانگرهای RAPD^۱ نشان دادند که این دو گونه کاملاً مشابه هم می‌باشند (اسکپنر و همکاران، ۱۹۹۸). تیان و دژو (۲۰۰۴) که بر روی تیره *Aceraceae* و گونه‌هایی از *Dipteronia* و ۲۶ گونه از *Acer* که طبق سیستم اوگاتا در ۲۳ بخش تقسیم شده‌اند، مطالعه می‌کردند، بیان نموده‌اند که روش کلادیستیک به‌علت تعداد زیاد صفات هموپلازی در سرده *Acer* در حل ارتباطات فیلوژنتیک گونه‌های بخش‌ها نمی‌تواند مؤثر باشد و بخش *Palmata* در این سرده به‌علت دارا بودن و حفظ صفات ابتدایی، با ارزش بسیار پایینی به‌عنوان پایه سایر گونه‌ها در نظر گرفته می‌شود. اما تک‌نیایی در مورد سرده *Dipteronia* مورد تأیید بوده و روابط خوهری بین دو سرده با برخی صفات مشخص شده توسط مؤلفان فوق

موقعیت پایه‌ای به‌دست آمده در تحلیل‌های حاضر برای گونه *A. negundo* با مطالعات فیلوژنتیکی DNA هسته‌ای گریم و همکارانش (۲۰۰۶) هم‌خوانی دارد. شباهت دو گونه *A. platanoides* و *A. cappadocicum* در شکل نوک لوب‌ها و رنگ سطح تحتانی برگ صفتی است که آنها را به هم کاملاً نزدیک کرده، و صفت شکل لوب‌ها (لوب‌دار یا کامل) آنها را از هم متمایز ساخته است، این مطلب را مظفریان (۲۰۰۴) به وضوح بیان کرده است. تنها پدیده کاملاً سؤال‌برانگیز در این تحقیق موقعیت قرارگیری *A. campestr* و *A. palmatum* در بین سایر گونه‌هاست. در این تحقیق *A. campester* قبل از *A. negundo* از سایر گونه‌های این سرده جدا شده و تفاوت بسیاری با بقیه دارد حال آن که می‌بینیم گریم و همکاران (۲۰۰۶) در مطالعات *A. campester* را به‌عنوان نمونه مشابه با *A. monspessulanum* معرفی کرده‌اند. در این بررسی *A. palmatum* در مراحل میانه دندروگرام از بقیه جدا می‌شود و شباهت زیادی با گونه‌های *A. hyrcanum*، *A. velutinum* و *A. monspessulanum* دارد، گرچه تمام گونه‌های مورد بررسی در این پژوهش در مطالعات فیلوژنی گریم و همکاران (۲۰۰۶) مطالعه نشده‌اند اما آنها *A. palmatum* را در دسته‌ای کاملاً جدا و نزدیک

یانگ و همکارانش (۲۰۰۷) در مورد *Dipteronia* که اندمیک چین می‌باشد نیز تأیید شده است. بنابراین از مطالب بالا می‌توان نتیجه گرفت که گرچه نتایج به‌دست آمده در این تحقیق در برخی موارد با مطالعات کریم و همکاران (۲۰۰۶) کاملاً هم‌خوانی ندارد ولی می‌تواند در جهت تأیید نتایج تیان و دژو (۲۰۰۴) و اسکپنر و همکاران (۱۹۹۷) و جیانهاو و همکاران (۲۰۰۶) باشد و علت آن وجود صفات هموپلازی زیاد در این سرده و تفاوت شرایط اقلیمی و تأثیر آب و هوای مناطقی است که گونه‌های مورد مطالعه در این تحقیق در آن مورد بررسی قرار گرفته‌اند. همچنین می‌توان اظهار داشت که مطالعات فیلوژنتیک با وجود ظرافتی که دارند نمی‌توانند به‌عنوان سند کاملاً معتبری در نظر گرفته شوند.

سپاسگزاری

نویسنده بدین‌وسیله از جناب آقای مهندس علی باقریان که در تحلیل داده‌ها با دادن نظرات ارزشمندشان بر غنای علمی مقاله افزودند سپاسگزاری می‌نماید.

مورد تأیید قرار گرفت (تیان و دژو، ۲۰۰۴؛ جیانهاو و همکاران، ۲۰۰۶) نیز که بر دو ناحیه کد نشده *trnD-trnT* و *PsbM-trnD* کلروپلاست، فیلوژنی این دو سرده را بررسی می‌کردند به این نتیجه رسیدند که گونه‌های *Acer* موجود در بخش‌های *Palmata*، *Ginnala*، *Integrifolia*، *Lithocarpa*، *Macrantha*، *Trifoliata*، *Arguta* و *Platanoidea* تک‌نیا بوده، حال آن که بخش‌های *Parviflora*، *Goinocarpa*، *Spicata* و *Saccharodendron* تک‌نیا نیستند آنها در این بررسی به برخی نکات متناقض و بحث‌برانگیز دیگری برخورد نمودند به عبارتی گاهی دیده می‌شد که شباهت گونه‌های بین دو بخش مختلف به مراتب بیشتر از گونه‌های درون یک بخش بوده و یا گونه موجود در یک بخش، به بخش دیگر شباهت بیشتری نشان می‌دهد تا همان بخش، بنابراین نتیجه گرفتند شباهت‌های ریختی گونه‌های شرق آسیا با گونه‌های رویش‌یافته در شمال آمریکا دلیلی بر وجود گونه‌های خواهری نبوده و این شباهت ناشی از تأثیر اقلیم بوده است (جیانهاو و همکاران، ۲۰۰۶). این نتیجه‌گیری توسط یوان

منابع

1. Armstrong, W.P. 2006. Major Types of Chemical Compounds in Plant & Animals, PartII: Phenolic compounds, Glycosides & Alkaloids. <http://waynesword.palomar.edu/chemid2.htm>.
2. Burns, R.M., and Honkala, B.H. 1995. Silvics of North America. vol: 2, Hard woods. Agr. Handbook .654 Forest service, United States Department of Agriculture. Washington, DC, 155p.
3. Burd, M., and Callahan, H.S. 2000. What does the male function hypothesis claim? Journal of Evolutionary Biology, 13: 735-742.
4. Chang, C.S., and Kim, H. 2003. Analysis of morphological variation of the *Acer tschonoskii* Complex in eastern Asia: implications of inflorescence size and number of flowers Within section *Macrantha*. Botanical journal of Linnean Society, 143: 29-42.
5. Davis, J.C. 1965. Flora of Turkey (*Aceraceae*). Edinburgh at the University, No: 2, 655p.
6. Ghahreman, A. 1993. Chormophytes of Iran, Centre of University Press, vol: 2. 842p.
7. Gilman, E.F., and Watson, D.G. 1993. *Acer platanoides*. Cleveland-Cleveland Norway Maple. Fact sheet ST-3, University of Florida, 375p.
8. Graves, W.R. 1994. Seedling development of Sugar maple and Black maple Irrigated at various frequencies, Hort. Science, 29: 1292-4.
9. Grimm, W.G., Renner, S.S., Stamatakis, A., and Hemleben, V. 2006. A nuclear ribosomal DNA phylogeny of *Acer* inferred with maximum likelihood, Splits graphs, and Motif analysis of 606 sequences. Evolutionary Bioinformatics Online, 2: 279-294.
10. Jianhua, L., Jipei, Y., and Suzanne, Sh. 2006. Phylogenetic of *Acer* (*Acerioideae*, *Sapindaceae*) based on nucleotide sequences of two chloroplast non-coding region. Harvard Papers in Botany Article, 11: 101-115.

11. Juan, Y., Zeng-Qiang, Q., Zhan-Lin, L., Shan, L., and Gen, Ou. 2007. Genetic diversity and geographical differentiation of *Dipteronia* Oliv. (Aceraceae) endemic to China as revealed by AFLP analysis. *Biochemical Systematics and Ecology*, 35: 593-599.
12. Mozaffarian, V. 2004. *Iranian Trees and Shrubs*. Mossavar Press, 317p. (In Persian).
13. Neartica.com. 2001. maple. www.nearctica.com/maple.
14. Rechinger, K. 1969. *Flora Iranica*. N.L. Druck-u. No: 61. 55p.
15. Sabeti, H. 1994. *Jungles, Tress and Shrubs of Iran*. Yazd University Publications, 820p. (In Persian).
16. Skepner, A., and Krane, D. 1997. cp DNA of *Acer saccharum* and *Acer nigrum* are very similar. *OHIOJ. SCI.* 97: 4. 90-93.
17. Skepner, A., and Krane, D. 1998. RAPD reveals genetic similarity of *Acer saccharum* and *Acer nigrum*. *Heredity*, 80: 422-428.
18. Sundberg, M.D. 1992. *An Introduction to Stereological Analysis: Morphometric Techniques for Beginning Biologists*. Association for Biology Laboratory Education (ABLE). www.zoo.utoronto.ca/able.
19. Sneath, P.H.A., and Sokal, R.R. 1973. *Numerical Taxonomy*. Reemans Francisco, 670p.
20. Tian, X., and DeZhu, L. 2004. A cladistic analysis of the Aceraceae based on morphological data set. *Acta Botanica Yunnanica*, 26: 387-397.
21. Verdu, M., and Gleiser, G. 2006. Adaptive evolution of reproductive and vegetative traits driven by breeding systems. *New phytologist*, 169: 409-417.
22. Wikipedia Foundation. 2007. GNU. Ferr Documentation License. www.Wikipedia.org/wiki/maple.
23. Young, A.G., Warwick, S.I., and Merriam, H.G. 1993. Genetic variation and structure at Three spatial scales of *Acer saccharum* in Canada and implication. *Can. J. for .Res.* 23: 2568-78.
24. Zasada, J.C., and Strong, T.F. 1997. *Acer* L. maple. Aceraceae CMaple Family. www.nsl.fs.fed.us.

Cluster analysis of morphological characters of *Acer* species in Iran

***Z. Karimi**

Instructor, Dept. of Biology, Golestan University

Abstract

Acer L. or Maple belongs to Aceraceae or Sapindaceae. *A. sacharum* is potentially valuable as a source of sugar and the other species in this family are used in wood industrial products. Despite its economic importance, it constitutes species that raise many taxonomic and evolutionary questions. The systematic of this assemblage are further complicated by the fact that generic and specific circumscription within the family is considered to be highly artificial by many taxonomists with species delimitation primarily due to lack of enough morphological traits. Presence of unidentified and hybrid species, numerous synonymous and influences of environmental changes on morphological traits, as well as usage of different diagnostic characters for species identification, leaf polymorphism, have further complicated the confusion over species grouping in this genus. This work was initiated with the objective of morphology to: Identify taxa and establish their relationship and compare these results and data with other researches. Thus, we observed 63 morphological reproductive and vegetative characters from stem, leaf, flower and fruit and cluster analysis (Bray-curtis distance and single linkage) was done. Results showed that *A. platinum* and *A. cappaducicum* had the most similarities. Ordination analysis (Principle coordinate analysis) showed that *Acer* species distinct from other species (*Koelreutaria paniculata* Laxm, *Dodonea viscosa* (L) Jacq. based on first coordinate. These findings are consistent with earlier phylogenetic and rRNA in several studies. Also *A. negundo* distinctness from other species at the first of cluster showed it is the basic species and this regard has opined by other phylogenetic studies.

Keywords: Cluster analysis; Morphology; *Acer*