

تنوع ریختی جنس توسکا (*Alnus Mill.*) در ایران: ارزیابی پنج تاکسون جدید

فاطمه شایان مهر^۱، سید غلامعلی جلالی^{۱*}، اباضلت حسین زاده کلاگر^۲، حبیب زارع^۳ و حامد یوسف زاده^۱
^۱ گروه جنگلداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تربیت مدرس، نور، ایران
^۲ گروه زیست شناسی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه مازندران، بابلسر، ایران
^۳ مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی مازندران، نوشهر، ایران

چکیده

جنس توسکا در منابع فلوری قدیم ایران دارای دو گونه در قالب دو وارسته و یک زیرگونه ثبت شده است. به تازگی پنج تاکسون جدید به فهرست فلور ایران معرفی شده اند. در پژوهش حاضر، نمونه های هرباریومی، طی جمع آوری گسترده از ۲۵ رویشگاه در سراسر جنگل های هیرکانی از شرقی ترین حد پراکنش توسکا در جنگل های گلستان تا غرب شهرستان تالش و از بخش های جلگه ای تا ارتفاعات کوهستانی گردآوری گردید. ۲۸ صفت ریخت شناسی از برگ و مخروط ماده متعلق به ۱۴۰ پایه توسکا پس از نمونه برداری، اندازه گیری و تحلیل شد. نتایج، اهمیت ۱۱ صفت از جمله: زاویه نوک برگ، شکل بن برگ، شکل دندانه، شدت حضور گُرک، حضور گُرک در سطح رویی برگ و شکل مخروط در تمایز تاکسون ها از یکدیگر را نشان داد. در این آنالیز، ۸۴/۳ درصد از پایه های شناسایی شده به درستی به تاکسون مربوطه اختصاص داشتند. بیشترین عدم تطابق بین تاکسون های شناسایی شده و گروه بندی پیش بینی شده، ناشی از تخصیص وارسته های توسکای ییلاقی یعنی *Alnus subcordata* var. *subcordata* به *A. subcordata* var. *villosa* و برعکس بوده است. به طور کلی، ویژگی های ریخت شناسی دو گونه جدید *A. subcordata* var. *subcordata* و *A. dolichocarpa* از نظر برخی صفات گزینش شده مشابه با *A. glutinosa* استفاده از DNA جهت تأیید حضور تاکسون های جدید در ایران پیشنهاد شد.

واژه های کلیدی: توسکا، آنالیز چند متغیره، تاکسون، جنگل های هیرکانی، صفات متمایز کننده

مقدمه

پراکنش دارد (Chen, Benson and Silvester, 1993) و Li, 2004). توسکاها به واسطه شاتون های ماده مخروطی شکل با فلس های پایا (پنج لوب با دو بذر در هر فلس) و نیز داشتن رابطه همزیستی با

جنس توسکا (*Alnus Mill.*) از تیره Betulaceae دارای گونه های چوبی درختی و درختچه ای است که سراسر نیم کره شمالی و کوه های آند در نیم کره جنوبی

(Mozaffarian, 2009)، یک زیر گونه از توسکای قشلاقی به نام *A. glutinosa* ssp. *barbata* (C. A. Mey.) (در سراسر مناطق جلگه‌ای دریای خزر) به همراه دو وارسته از توسکای ییلاقی (*A. subcordata* C. A. Mey.) به نام‌های *A. subcordata* var. *subcordata* و *A. subcordata* var. *villosa* (Regel) H.J.P.Winkl نام برده شده است. بررسی‌های جدید مجموع گونه‌ها، زیر گونه‌ها و وارسته‌های جنس توسکا در ایران را به ۸ تاکسون ارتقا بخشیده است (Zare and Amini, 2012). دو زیر گونه دیگر از توسکای قشلاقی به نام‌های *A. glutinosa* ssp. *glutinosa* (L.) Gaertn و *A. glutinosa* ssp. *antitaurica* Yalt. (که زیر گونه اخیر در فلور ترکیه نیز گزارش شده است) به فهرست فلور ایران افزوده شده است (Zare and Amini, 2012). علاوه بر این، حضور گونه توسکای بومی مناطق مدیترانه‌ای به نام *A. orientalis* Decne. در ایران گزارش و دو گونه جدید دیگر به نام‌های *A. dolichocarpa* Zare, Amini و *A. djavanshirii* Zare and Assadi به عنوان گونه‌های توسکای ایران و جهان معرفی شده است (Zare and Amini, 2012).

با توجه به شرایط ویژه بوم شناختی و جغرافیای گیاهی جنگل‌های هیرکانی و احتمال حضور گونه‌های ناشناخته جدید و از سوی دیگر، ارزیابی حضور تاکسون‌های توسکای معرفی شده در فهرست فلور ایران، پژوهش حاضر اهداف اصلی زیر را دنبال می‌کند: الف) بهره‌گیری از نمونه‌برداری گسترده در سراسر جنگل‌های هیرکانی به دلیل احتمال حضور تاکسون‌های بیشتری در جنس توسکا، ب) بررسی تاکسون‌های توسکای موجود در ایران با استفاده از صفات ریختی (بررسی شباهت‌ها و تفاوت‌ها) و پ) ارزیابی جایگاه

اکتیومیسست‌های فرانکیا (*Frankia*): باکتری‌های رشته‌ای با نقش تثبیت کنندگی ازت که تشکیلات گره ماندی را روی ریشه ایجاد می‌نمایند، از جنس خواهری خود، یعنی *Betula* و سایر اعضای این تیره مجزای می‌گردد (Benson and Silvester, 1993؛ Chen and Li, 2004).

توسکا در نواحی پراکنش خود دارای زیر گونه‌های فراوانی است و قابلیت ایجاد زیر گونه و دو رگه در این جنس در بسیاری از پژوهش‌ها ثابت شده است (King and Ferris, 2000؛ Ren et al., 2010). از آنجا که جنس توسکا از پراکنش هم ناحیه (حضور گونه‌های مختلف آن در جمعیت‌های آمیخته با یکدیگر) برخوردار است، بنابراین تشکیل گونه، زیر گونه و دورگه‌های مختلف در محدوده پراکنش این جنس به راحتی ایجاد می‌شود (King and Ferris, 2000؛ Ren et al., 2010). به همین دلیل رده‌بندی جنس توسکا همچنان دارای ابهام فراوانی است که نتیجه آن، اختلاف نظر فراوان در رده‌بندی این جنس است (Ren et al., 2010).

بر اساس مطالعات فیلوژنی (تبارشناسی)، جغرافیای زیستی و کاربرد اطلاعات مولکولی و ریخت‌شناسی، هم اکنون تعداد گونه‌های توسکای موجود در جهان حدود ۲۹-۳۵ گونه است که ۹ گونه در قاره آمریکا، ۴-۵ گونه در اروپا و ۱۸-۲۳ گونه نیز در آسیا پراکنده‌اند (Furlow, 1979؛ Ashburner, 1986؛ Chen et al., 1999؛ Chen and Li, 2004). این در حالی است که بر اساس آخرین نتایج موجود در بانک داده گونه‌های گیاهی، تاکنون ۴۴ گونه و ۶۲ تاکسون برای این جنس به ثبت رسیده است (The Plant List, 2010). در فلورا ایرانیکا (Browicz, 1972) و سایر منابع موجود (Sabeti, 1994)؛

گونه‌هایی که به تازگی در فهرست فلور ایران قرار گرفته با استفاده از روش‌های آماری چند متغیره.

مواد و روش‌ها

نمونه‌برداری: از آنجا که محدوده پراکنش توسکا در ایران تنها جنگل‌های هیرکانی است پایه‌های جنس توسکا در سه استان: گلستان، گیلان و مازندران نمونه‌برداری گردید. به دلیل این که شباهت بین گونه‌ها و زیرگونه‌های جنس توسکا زیاد است، سعی شد از پایه‌های دارای تفاوت‌های ریخت‌شناسی شاخص نمونه برداری گردد. از نظر طول جغرافیایی، شرقی‌ترین حد نمونه‌برداری انتهای جنگل‌های گلستان ($55^{\circ} 56' 9''/4^{\circ}$) جایی که حضور آخرین پایه‌های توسکا مشاهده شد و غربی‌ترین حد آن در غرب شهرستان تالش در استان گیلان ($48^{\circ} 46' 60''$) بود. از نظر عرض جغرافیایی، کمترین یا جنوبی‌ترین آن در ورسک سوادکوه مازندران ($35^{\circ} 58' 15''/3''$) و شمالی‌ترین آن واقع در بخش‌های شمالی شهرستان تالش بود ($37^{\circ} 49' 52''/9''$). نمونه‌ها از مناطق جلگه‌ای که محدوده پراکنش توسکای قشلاقی است تا بستر دره‌های واقع در ارتفاعات کوهستانی جنگل‌های هیرکانی که که محدوده پراکنش گونه توسکای ییلاقی (*A. subcordata*) است جمع‌آوری شد. در نهایت، حداقل ارتفاع نمونه‌برداری شده ۷- (در رامسر) و حداکثر آن ۱۴۳۳ متر از سطح دریا (توسکا چشمه - ارتفاعات هزار جریب گلوگاه) است. از آنجا که توسکا معمولاً در لکه‌های کمتر از ۲۰۰ متر مربع (متشکل از تعداد کمتر از ۱۰ پایه در اراضی آبگیر و خاک‌های مردابی جلگه) تا توده‌های نواری بزرگ‌تر در حاشیه رودخانه‌ها حضور پیدا می‌کند، تعداد ۱ تا ۱۰

پایه متناسب با مساحت و جمعیت رویشگاه آن، نمونه‌برداری شد. نمونه‌ها تنها از شاخه‌های در معرض آفتاب (جهت جنوبی) تهیه شدند. نمونه‌ها پس از جمع‌آوری و انجام مراحل آماده‌سازی، در هرباریوم باغ گیاه‌شناسی نوشهر (مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی مازندران) بر اساس آخرین تحقیقات و کلید شناسایی جدید ارایه شده (Zare and Amini, 2012) شناسایی شدند. در کل، ۱۴۰ پایه با رعایت حداقل فاصله ۱۰۰ متر از یکدیگر (Yosefzadeh *et al.*, 2010) از سراسر جنگل‌های هیرکانی جمع‌آوری و تحلیل آماری شد.

مسیر نمونه‌برداری پایه‌ها (از غرب به شرق) از تالش، ماسال، هشتپر، انزلی، سیاهکل، دیلمان، لاهیجان، رودسر، رامسر، نوشهر، سنگده، ویسر، گلندرود و پیمود، نور، ورسک و دوآب، توسکا چشمه، دره زرین گل، نهارخوران گرگان، دره زیارت، توسکستان، دره رامیان، مینودشت، لوه و جنگل گلستان است. علاوه بر این، نمونه‌های هرباریومی جمع‌آوری شده از مناطق نوشهر، کلارآباد، فومن (روستای آبرود) و سنگده نیز مطالعه گردید. شکل ۱ پراکنش نمونه‌ها را در جنگل‌های هیرکانی نشان می‌دهد.

جمع‌آوری و دسته‌بندی داده‌ها: پس از

نمونه‌برداری، از هر پایه حداقل ۱۰ برگ و ۱۰ مخروط ماده انتخاب و ۲۸ صفت مربوط به آنها اندازه‌گیری و تحلیل آماری شد. صفات مزبور بر اساس منابع فلور در مورد جنس توسکا نظیر فلور چین (Shu, 1999)، صفات رایج در مطالعات ریخت‌شناسی (Yosefzadeh *et al.*, 2010؛ Fallah *et al.*, 2011) و نیز صفات مورد استفاده برای جنس توسکا انتخاب شدند (Schrader and Eom؛ Banaev and Bažant, 2007؛ Graves, 2002)

(et al., 2011). برای نمونه، ۱۲ صفت اندازه گیری شده بر روی برگ که توسط Banaev و Bažant (۲۰۰۷) بررسی شده بود، در پژوهش حاضر نیز استفاده شد. مجموع صفات اندازه گیری شده عبارتند از:

- ۱- طول مخروط، ۲- قطر بیشینه مخروط، ۳- طول پایک مخروط، ۴- شکل مخروط (نسبت طول به قطر مخروط)، ۵- طول پهنک، ۶- طول دم برگ، ۷- طول نسبی دم برگ (نسبت طول دم برگ به طول پهنک)، ۸- حداکثر عرض پهنک، ۹- فاصله بن برگ تا حداکثر عرض پهنک، ۱۰- شکل پهنک برگ (نسبت طول پهنک به حداکثر عرض پهنک)، ۱۱- عرض بن برگ (عرض پهنک در ۱/۱ فاصله آن از بن برگ)، ۱۲- عرض نوک برگ (عرض پهنک در ۹/۱۰ طول آن از بن برگ)، ۱۳- شکل بن برگ، ۱۴- شکل نوک برگ ۱۵-

- زاویه بن برگ، ۱۶- زاویه نوک برگ، ۱۷- تعداد جفت رگبرگ های اصلی، ۱۸- تعداد دندان در دو سانتی متر میانی برگ، ۱۹- اختلاف دو لبه تحتانی برگ در محل اتصال به دم برگ، ۲۰- نسبت طول پهنک به فاصله بن برگ تا حداکثر عرض پهنک، ۲۱- نسبت فاصله بن برگ تا حداکثر عرض پهنک به طول دم برگ، ۲۲- شکل دندان (حاشیه برگ)، ۲۳- شدت حضور گُرک، ۲۴- حضور گُرک در محل انشعاب رگبرگ ها، ۲۵- حضور گُرک در دم برگ، ۲۶- حضور گُرک در پشت برگ ها، ۲۷- حضور گُرک در سطح روی برگ ها و ۲۸- حضور گُرک بر سطح شاخه های جوان و نورسته. پنج صفت آخر، صفات دو وضعیتی (binary) و مابقی صفات، چند وضعیتی (multistate) هستند (Chen et al., 1999; Bousquet et al., 1992).

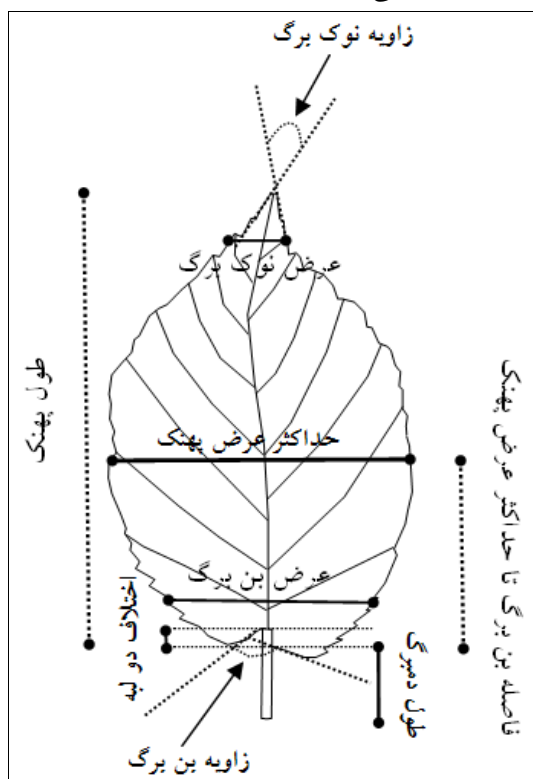


شکل ۱- موقعیت مکانی درختان نمونه برداری شده در جنگل های هیرکانی

شکل بن برگ از تقسیم عرض پهنک در ۱/۱ فاصله آن از بن برگ، بر حداکثر عرض پهنک به دست آمد. شکل نوک برگ نیز برابر با عرض پهنک در ۹/۱۰ طول آن (از بن برگ) تقسیم بر حداکثر عرض پهنک در نظر گرفته شد.

Banaev و Bažant (۲۰۰۷) بر اساس میزان گُرک دار بودن هیبریدهای توسکا، آنها را در پنج گروه قرار دادند. این درجات شدت گُرک، در پژوهش حاضر با اندکی تغییر استفاده شدند: فاقد گُرک یا glabrous (درجه صفر)، حضور

نحوه اندازه گیری تعدادی از صفات در برگ درختان توسکا را نشان می دهد.



شکل ۲- نحوه انتخاب برخی از صفات ریختی برای اندازه گیری در برگ درختان توسکا

تحلیل آماری داده ها: نمونه های هرباریومی برداشت شده از تمامی پایه ها، در هرباریوم باغ گیاه شناسی نوشهر، شناسایی شد که در نهایت، پایه ها در قالب ۸ تاکسون برای تحلیل گروه بندی شدند (Zare and Amini, 2012; Browicz, 1972).

ابتدا تعداد کلی خوشه ها با روش آنالیز خوشه ای دو مرحله ای (two step cluster) از نظر مجموع صفات بر اساس شباهت مشخص و نزدیکی تاکسون ها از این نظر بررسی شد. سپس، با آنالیز خوشه ای با روش Ward (۱۹۶۳) پایه های بررسی شده، در خوشه های مختلف از یکدیگر تفکیک شدند. برای بررسی صحت اختصاص پایه های درختی در خوشه های تشکیل شده، از آنالیز تشخیص (discriminant analysis) و روش گام به

گُرک در محل انشعاب رگبرگ ها (درجه یک)، در دمبرگ (درجه دو)، در سطح زیرین برگ (درجه سه)، در سطح رویی (درجه چهار) و دارای گُرک انبوه در تمام سطوح برگ (درجه پنج) در نظر گرفته شد. این درجات به صورت ترکیبی و مرحله ای استفاده شد. به این معنی که اگر سطح پشتی برگ و دمبرگ و همچنین محل انشعاب در یک برگ دارای گُرک باشد، درجه سه (ارزش ۱ به هر یک از این سه بخش برگ) و در صورت نبود گُرک در یکی از این سه بخش، درجه دو بدان تعلق می گیرد. یعنی مجموع مقادیر شدت گُرک برای دمبرگ، سطوح پشتی و رویی برگ و محل انشعاب آن (که هر یک ارزشی از ۰ تا ۱ به آن تعلق گرفته است) معادل شدت گُرک برگ محسوب می شود. مرحله ای بودن نیز به این معنی است که اگر هر یک از این سطوح (سطح دمبرگ، سطح پشتی و رویی برگ) از شدت گُرک کمتری داشته باشد، به جای ارزش ۱ مقدار ۰/۵ برای آن در نظر گرفته می شود.

علاوه بر این، حضور و عدم حضور گُرک در محل دمبرگ، سطح پشتی و رویی برگ و نیز شاخه های نورسته به طور جداگانه به مقدار صفر (برای عدم حضور) و مقدار ۵ (در صورت حضور) کدهای تحلیل شد.

بر اساس حضور اشکال مختلف دندانه (حاشیه برگ) در تاکسون های توسکا، صفت شکل دندانه نیز به هفت رده به شرح زیر طبقه بندی و به هر رده یک کد اختصاص داده شد: کد ۱: دندانه ساده و تیز، کد ۲: دندانه خیلی ریز و منظم، کد ۳: دندانه ازه ای درشت، کد ۴: دندانه مضاعف، نوک تیز و نامنظم، کد ۵: دندانه مثلی درشت، کد ۶: دندانه مثلی نوک دار و کد ۷: که مربوط به دندانه مثلی نوک گند یا گرد است. شکل ۲

این آنالیز در شکل ۴ ارائه شده است.

در گروه اول پایه‌های *A. subcordata* var. *subcordata* به همراه گونه‌های *A. djavanshirii* و *A. dolichocarpa* قرار گرفتند که اعضای دو تاکسون اخیر، به صورت خوشه‌های مجزا درون این گروه جای گرفتند. قاعده قلبی تا گرد و بیضوی شکل، شدت حضور کُرک، عدم حضور کُرک در سطح پشتی و رویی برگ، عرض پهنک، طول پایک مخروط، طول نسبی دمبرگ از وجوه اشتراک این گروه است.

گروه دوم متعلق به واریته *A. subcordata* var. *villosa* بود که با پایه‌هایی از واریته *A. subcordata* var. *subcordata* همراه شده است. در منابع موجود (Browicz, 1972؛ Sabeti, 1994؛ Zare and Amini, 2012) وجه تمایز این دو واریته تنها در حضور کُرک خلاصه شده است. پایه‌های *A. subcordata* var. *subcordata* که در این گروه قرار گرفته‌اند همگی دارای مقدار اندکی کُرک هستند؛ اما نه به حدی که در منابع اشاره شده *A. subcordata* var. *villosa* نام‌گذاری شود.

این در حالی است که گروه سوم متشکل از ۹ پایه شاید خالص‌ترین خوشه در این تحلیل باشد. بارزترین ویژگی این گروه که همگی به تاکسون *A. subcordata* var. *villosa* متعلق بودند، داشتن حداکثر مقدار کُرک در تمام سطوح برگ، دمبرگ و شاخه‌های جوان است.

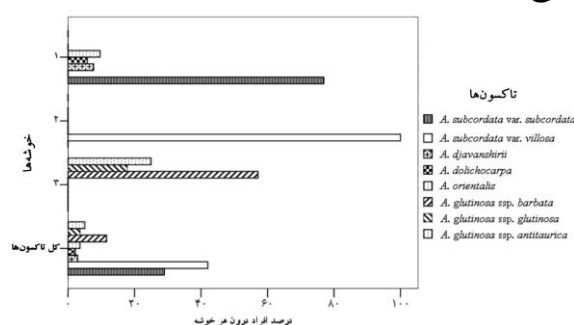
گروه چهارم نیز متعلق به گونه *A. orientalis* و پایه‌های مشابه آن است. گروهی که حداقل در یک ویژگی اشتراک کامل دارند و آن هم بیشترین میانگین تعداد دندانه در بخش میانی برگ است.

گروه پنجم، جایگاه تاکسون‌هایی با قاعده برگ کاملاً گوه‌ای، یعنی دو زیر گونه *A. glutinosa* ssp. *barbata* و

گام (stepwise method) استفاده شد. نقش و اهمیت هر یک از ۲۸ صفت اندازه‌گیری شده در ایجاد تمایز پایه‌های توسکا از یکدیگر با این آزمون تعیین گردید. از آزمون توکی HSD برای مقایسه چندگانه میانگین صفات در هر یک از تاکسون‌ها استفاده شد. تحلیل داده‌ها در قالب آزمون‌های نام‌برده به ترتیب با نرم‌افزارهای JMP نسخه ۳/۲/۶ و SPSS نسخه ۱۳ انجام شد.

نتایج

آنالیز خوشه‌ای دو مرحله‌ای (two step cluster)، سه خوشه کاملاً مجزا را در میان تاکسون‌ها نشان داد که نتایج آن در شکل ۳ نشان داده شده است.



شکل ۳- نتایج آنالیز خوشه‌ای دو مرحله‌ای

چنانچه مشاهده می‌شود در خوشه اول سه گونه *A. djavanshirii*، *A. dolichocarpa*، *A. orientalis* با واریته *A. subcordata* var. *subcordata* همراه شده‌اند. این تاکسون‌ها به طور معمول بیشترین شباهت ریختی را به یکدیگر دارند. در خوشه دوم که بیشترین تعداد افراد را به خود اختصاص داده، واریته *A. subcordata* var. *villosa* قرار گرفته است. در خوشه سوم نیز سه زیر گونه توسکای قشلاقی قرار گرفته‌اند.

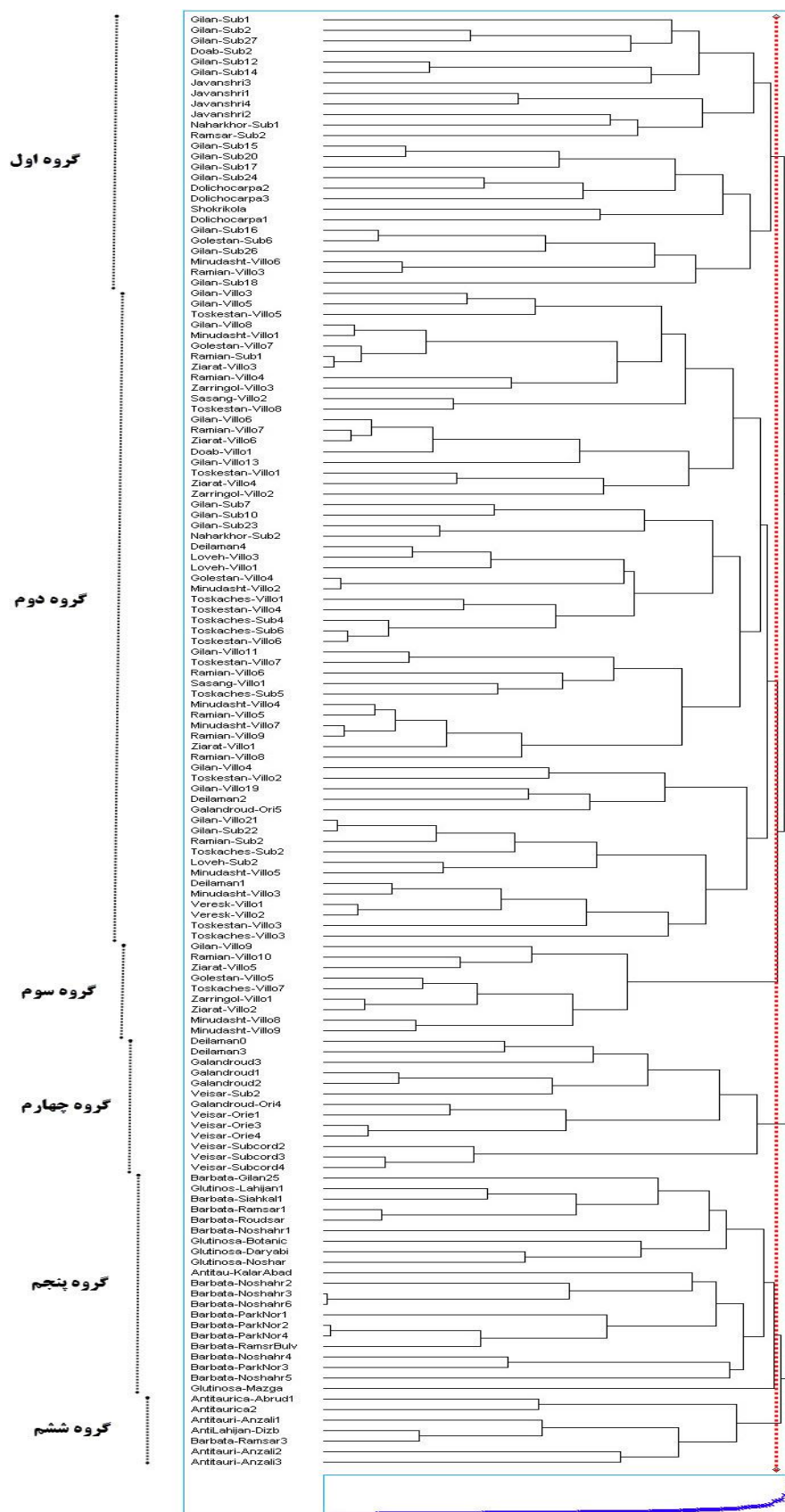
در آنالیز خوشه‌ای با روش Ward (۱۹۶۳)، پایه‌های بررسی شده در شش خوشه مجزا قرار گرفتند که نتایج

A. glutinosa ssp. glutinosa است. از دیگر شباهت‌های این دو گروه صفات مربوط به شکل نوک برگ، ابعاد مخروط، عرض پهنک در بخش انتهایی برگ و تعداد دندان‌هاست. اما ویژگی مهمی که باعث جدا شدن این گروه به دو خوشه مجزا از یکدیگر می‌شود، زاویه نوک برگ است که در زیرگونه *A. glutinosa ssp. glutinosa* میانگین بسیار بیشتری (حدود دو برابر) دارد. در هر حال، شکل نوک برگ زیرگونه *A. glutinosa ssp. glutinosa* همیشه به صورت بُریده به سمت داخل یا به حالت فرو رفته (*retuse*) نیست و این دو زیرگونه در داشتن برگ‌هایی با نوک گرد نیز گاهی با یکدیگر اشتراک دارند.

گروه ششم که یکی دیگر از خالص‌ترین اعضا در این تحلیل است، جایگاهی برای زیرگونه دیگر توسکای قشلاقی یعنی *A. glutinosa ssp. antitaurica* است. داشتن گُرک‌های فراوان و حضور گُرک در سطح فوقانی برگ، آن را از سایر زیرگونه‌ها جدا می‌کند. برگ‌های لوزی شکل با ابعادی کوچک‌تر از سایر زیرگونه‌ها به همراه زاویه تند در نوک برگ، از دیگر ویژگی‌های این تاکسون محسوب می‌شود.

بر اساس نتایج آنالیز تشخیص، ۱۱ صفت به عنوان مهم‌ترین صفات تفکیک کننده جنس توسکا در مناطق نمونه‌برداری تشخیص داده شد. این صفات به ترتیب اهمیت (وارد شدن در هر یک از مراحل آنالیز تشخیص و ایجاد حداقل مقدار کل آماره Wilks' Lambda) عبارتند از: زاویه نوک برگ، شکل بن برگ، میزان گُرک‌دار بودن، عرض پهنک در ۰/۹ طول آن از بن برگ، عرض پهنک در ۰/۱ طول آن از بن برگ، طول مخروط، نوع دندان‌ها، حداکثر پهنای برگ، نسبت فاصله بن برگ تا حداکثر عرض پهنک به طول دم‌برگ، حضور گُرک در روی برگ و شکل مخروط و سایر صفات از اهمیت

چندانی در تمایز میان تاکسون‌ها برخوردار نبودند. در این آنالیز ۸۴/۳ درصد از پایه‌های شناسایی شده به درستی به تاکسون مربوطه اختصاص داده شده بود. نتایج تطابق طبقه‌بندی درختان مطالعه شده بر اساس گروه‌های شناسایی شده (واقعی) با گروه‌های پیش‌بینی شده (در آنالیز تشخیص) در جدول ۱ ارائه شده است. با توجه به نتایج جدول تطابق گروه‌بندی، مشاهده می‌شود که تمامی پایه‌هایی که در گروه‌های *A. glutinosa ssp. antitaurica*، *A. glutinosa ssp. glutinosa*، *A. dolichocarpa*، *A. djavanshirii*، *A. barbata*، *A. glutinosa ssp. glutinosa* و *A. orientalis* شناسایی شده بودند به طور کامل در این تاکسون‌ها قرار داده شدند. اما ۱۵/۷ درصد از پایه‌هایی که توسط این آزمون به درستی گروه‌بندی نشده بودند (یعنی ۲۲ پایه از مجموع ۱۴۰ پایه)، مربوط به تاکسون‌های *A. subcordata* var. *villosa* و *A. subcordata* var. *subcordata* بوده است. بیشترین عدم تطابق میان تاکسون‌های شناسایی شده با گروه‌بندی پیش‌بینی شده، ناشی از تخصیص تاکسون‌های *A. subcordata* var. *subcordata* به *A. subcordata* var. *villosa* و برعکس بوده است. تعداد ۹ پایه (۲۱/۴ درصد) که در تاکسون *A. subcordata* var. *subcordata* گروه‌بندی شده بودند توسط این آزمون به گروه *A. subcordata* var. *villosa* و ۴ پایه (۹/۵ درصد) به *A. djavanshirii* و ۴ پایه دیگر نیز از این گروه مشابه پایه‌های گروه *A. orientalis* تشخیص داده شد. خطای به وجود آمده در گروه *A. subcordata* var. *villosa* ناشی از تشابه آنها به گروه *A. subcordata* var. *subcordata* بود چرا که تعداد ۵ پایه (۹/۱ درصد) از این گروه توسط آزمون مزبور در گروه *A. subcordata* var. *subcordata* قرار داده شد.



شکل ۴- نتایج آنالیز خوشه‌ای با روش Ward (۱۹۶۳) با استفاده از ۱۴۰ پایه توسکای جمع‌آوری شده از جنگل‌های هیرکانی

جدول ۱- نتایج تطابق طبقه‌بندی درختان مطالعه شده بر اساس گروه‌های شناسایی شده با آنالیز تشخیص

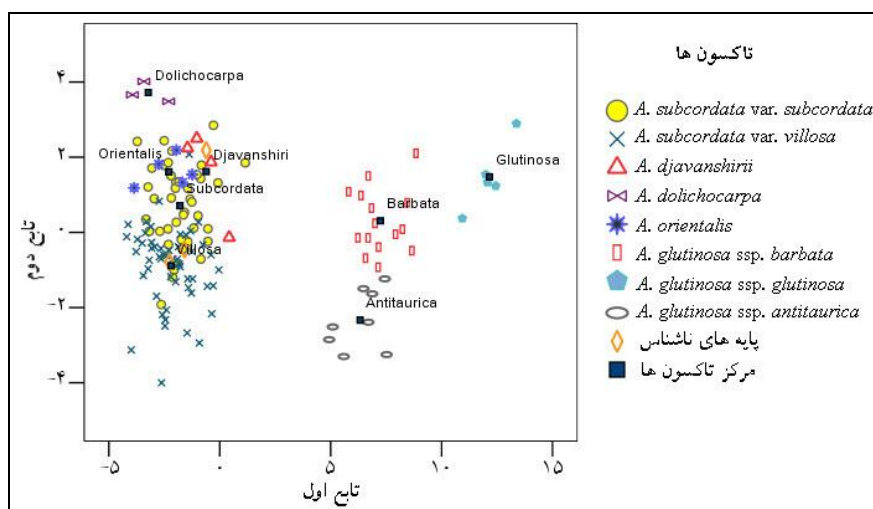
مجموع تعداد پایه‌ها	درصد کل	گروه‌بندی پیش‌بینی شده								گروه‌های کد داده شده	درصد پایه‌ها	گروه‌بندی واقعی
		<i>A. glutinosa</i> ssp. <i>antitaurica</i>	<i>A. glutinosa</i> ssp. <i>glutinosa</i>	<i>A. glutinosa</i> ssp. <i>barbata</i>	<i>A. orientalis</i>	<i>A. dolichocarpa</i>	<i>A. djavanshirii</i>	<i>A. subcordata</i> var. <i>villosa</i>	<i>A. subcordata</i> var. <i>subcordata</i>			
۴۲	۱۰۰	۰	۰	۰	۹/۵	۰	۹/۵	۲۱/۴	۵۹/۵	<i>A. subcordata</i> var. <i>subcordata</i>		
۵۵	۱۰۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۹۰/۹	۹/۱	<i>A. subcordata</i> var. <i>villosa</i>		
۴	۱۰۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱۰۰	۰	۰	<i>A. djavanshirii</i>		
۳	۱۰۰	۰	۰	۰	۰	۱۰۰	۰	۰	۰	<i>A. dolichocarpa</i>		
۵	۱۰۰	۰	۰	۰	۱۰۰	۰	۰	۰	۰	<i>A. orientalis</i>		
۱۵	۱۰۰	۰	۰	۱۰۰	۰	۰	۰	۰	۰	<i>A. glutinosa</i> ssp. <i>barbata</i>		
۵	۱۰۰	۰	۱۰۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	<i>A. glutinosa</i> ssp. <i>glutinosa</i>		
۸	۱۰۰	۱۰۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	<i>A. glutinosa</i> ssp. <i>antitaurica</i>		
۳	۱۰۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۳۳/۳	۶۶/۷	پایه‌های شناسایی نشده		

به دلیل وجود شبهه در شناسایی برخی از تاکسون‌ها و برای اطمینان از عدم ایجاد خطا در این زمینه تعداد سه پایه به صورت ناشناس آنالیز شد. از این تعداد دو پایه به گروه *A. subcordata* var. *subcordata* اختصاص داده شد و سهم *A. subcordata* var. *villosa* نیز یک پایه بود.

میانگین ۲۸ صفت اندازه‌گیری شده با آزمون توکی بین ۸ تاکسون مقایسه شد که نتایج آن در پیوست ۱ نشان داده شده است.

در آنالیز تشخیص همچنین دو تابع اول ۸۹/۷ درصد از واریانس‌ها را تبیین نمودند. مقادیر ویژه (eigenvalue) دو تابع اول به ترتیب: ۲۷/۸ و ۲/۹ بود. توزیع هر یک از پایه‌های نمونه‌برداری شده بر اساس همبستگی صفات اندازه‌گیری شده نسبت به این دو تابع

اول در شکل ۵ نشان داده شده است. چنانچه ملاحظه می‌شود زیرگونه‌های توسکای قشلاقی (*A. glutinosa* ssp. *antitaurica*)، *A. glutinosa* ssp. *barbata* و *A. glutinosa* ssp. *glutinosa* و نیز پایه‌های *A. orientalis* به خوبی با استفاده از صفات ذکر شده، از سایر تاکسون‌ها جدا شدند. اما تاکسون‌های *A. subcordata* var. *villosa* و *A. subcordata* var. *subcordata* از همپوشانی و آمیختگی تشخیصی زیادی برخوردار بودند و تعیین حد و مرز آنها به راحتی مقدور نشد. تاکسون‌های *A. dolichocarpa* و *A. djavanshirii* به دلیل شباهت زیاد به *A. subcordata* var. *subcordata* مراکز آنها بسیار نزدیک به مرکز تاکسون اخیر قرار گرفت.



شکل ۵- توزیع پایه‌های نمونه‌برداری شده با توجه به صفات اندازه‌گیری شده نسبت به دو تابع اول آنالیز تشخیص

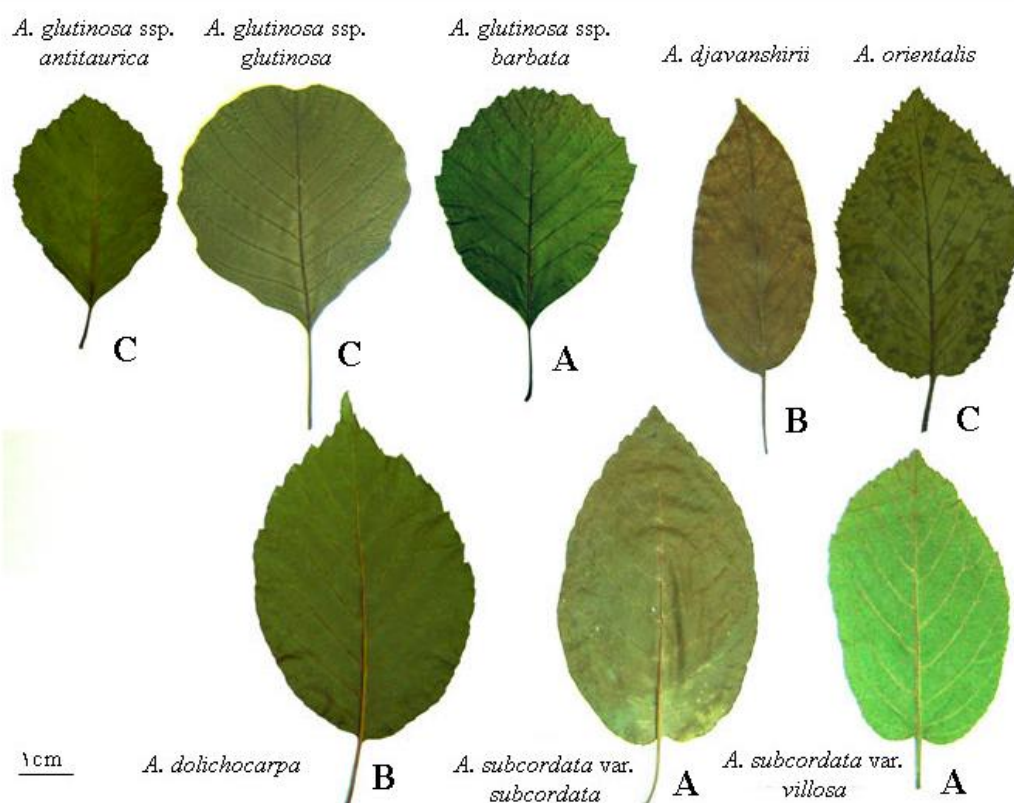
جدول ۲- بررسی فاصله اقلیدسی تاکسون‌های تشخیص داده شده با یکدیگر. * وجود اختلاف آماری معنی‌دار در سطح احتمال ۹۹ درصد؛ ns عدم وجود اختلاف آماری معنی‌دار.

<i>A. glutinosa</i> ssp. <i>antitaurica</i>	<i>A. glutinosa</i> ssp. <i>glutinosa</i>	<i>A. glutinosa</i> ssp. <i>barbata</i>	<i>A. orientalis</i>	<i>A. dolichocarpa</i>	<i>A. djavanshiri</i>	<i>A. subcordata</i> var. <i>villosa</i>	تاکسون‌ها
۲۹/۶*	۵۷/۴*	۱۲۳/۵*	۴/۷۵*	۵/۰۰*	۵/۷۸*	۴/۸۱*	<i>A. subcordata</i> var. <i>subcordata</i>
۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	
۳۷/۵*	۶۳/۷*	۱۴۶/۰*	۶/۹۹*	۵/۴۵*	۴/۵۶*	F	<i>A. subcordata</i> var. <i>villosa</i>
۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	Sig.	
۱۳/۹*	۲۵/۱*	۲۹/۸*	۶/۴۰*	۶/۷۲*		F	<i>A. djavanshiri</i>
۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰		Sig.	
۲۱/۷*	۳۵/۳*	۴۰/۲*	۶/۱۰*			F	<i>A. dolichocarpa</i>
۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰			Sig.	
۱۹/۵*	۳۹/۶*	۵۵/۰*				F	<i>A. orientalis</i>
۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰				Sig.	
۱۱/۳*	۲/۰۶ns					F	<i>A. glutinosa</i> ssp. <i>barbata</i>
۰/۰۰۰	۰/۰۵۳					Sig.	
۹/۶۶*						F	<i>A. glutinosa</i> ssp. <i>glutinosa</i>
۰/۰۰۰						Sig.	

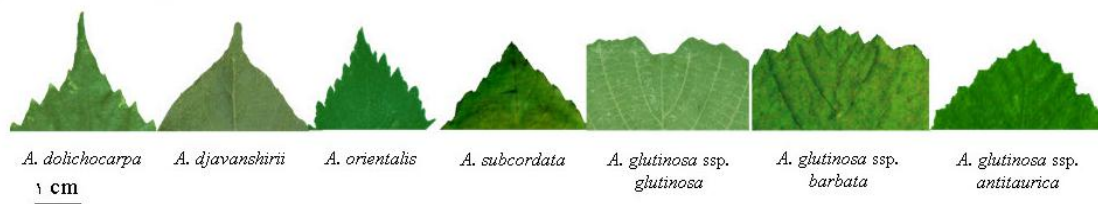
تنها در گروه *A. glutinosa* ssp. *barbata* و *A. glutinosa* ssp. *glutinosa* تفاوت‌ها با یکدیگر معنی‌دار نبود.

شکل ۶- شکل تیپیک برگ ۸ تاکسون از توسکاهای ایران را نشان می‌دهد (توجه به نوک، بن و شکل دندانه برگ می‌تواند در تشخیص این و شناسایی تاکسون‌ها مفید باشد). تنوع شکل نوک برگ تاکسون‌های توسکا، از نمای نزدیک در شکل ۷ نشان داده شده است.

بررسی اختلاف بین تاکسون‌ها بر اساس هر یک از صفات مورد بررسی، به تفکیک نشان می‌دهد که صفات: اختلاف دو لبه تحتانی برگ، قطر پایک مخروط و حضور گُرک در سطح پشتی برگ ارزش چندانی در تعیین گروه میان تاکسون‌ها ندارد (پیوست ۱). همچنین، بررسی معنی‌داری اختلاف میان تاکسون‌ها بر اساس فاصله اقلیدسی، نشان دهنده وجود تفاوت معنی‌دار کلیه تاکسون‌ها با یکدیگر است (جدول ۲). البته



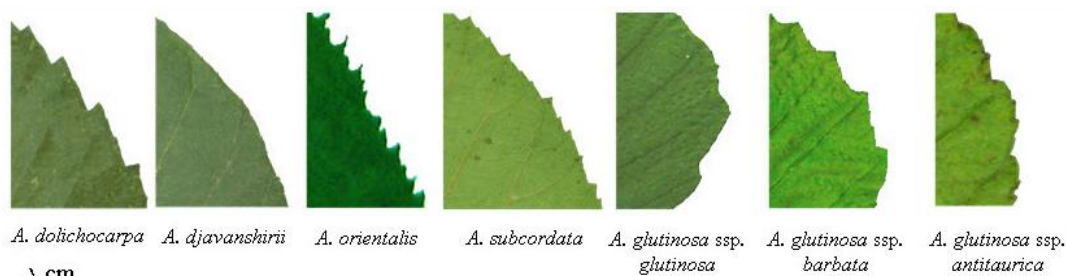
شکل ۶- شکل تیپیک برگ هشت تاکسون توسکای جمع‌آوری شده از جنگل‌های هیرکانی. (A) تاکسون‌هایی که از قبل در فلور ایران ثبت شده، (B) گونه‌های جدیدی که برای نخستین بار از جنگل‌های هیرکانی به فهرست جنس توسکا در جهان افزوده شده‌اند، (C) تاکسون‌هایی که حضور آنها به تازگی در فلور ایران گزارش شده است.



شکل ۷- تنوع شکل نوک برگ تاکسون‌های توسکا در جنگل‌های هیرکانی (وارته‌های توسکای ییلاقی تفاوتی ندارند)

شکل و اندازه مخروط در برخی از تاکسون‌های جنس توسکای نمونه برداری شده متفاوت بود که در شکل ۹ نشان داده شده است.

انواع مختلف دندانه در حاشیه برگ تاکسون‌های توسکای نمونه برداری شده از جنگل‌های هیرکانی نیز در شکل ۸ نشان داده شده است.



شکل ۸- نوع دندانه در حاشیه برگ تاکسون‌های توسکای جنگل‌های هیرکانی (وارته‌های توسکای ییلاقی تفاوتی ندارند)



شکل ۹- تنوع شکل و ابعاد مخروط برخی از تاکسون‌های توسکا در جنگل‌های هیرکانی (به نسبت ابعاد توجه شود)

بحث

بر اساس مطالعات Bažant و Banaev (۲۰۰۷) جمعیت‌های *A. incana* و *A. glutinosa* و هیبریدهای طبیعی آنها در ده جمعیت (از غرب سبیری، روسیه و جمهوری چک) بر اساس ۱۲ صفت ریختی برگ تا حد زیادی از یکدیگر تفکیک گردیدند. در پژوهش حاضر نیز بر اساس ۲۸ صفت ریختی برگ و مخروط ماده، اغلب تاکسون‌ها با آنالیزهای چند متغیره مختلف، از یکدیگر متمایز شدند.

نتایج آنالیز تشخیص نشان داد که بیشترین خطای به وجود آمده در تشخیص و گروه‌بندی تاکسون‌ها ناشی از اختلاط و آمیختگی دو وارته *A. subcordata* یعنی

A. subcordata var. *villosa* و *A. subcordata* var. *subcordata* بوده است. صحت گروه‌بندی سایر تاکسون‌ها، تطابق کامل با نتایج آنالیز تشخیص داشت (جدول ۱). اما علت اصلی خطای به وجود آمده ناشی از شدت حضور گُرک روی سطح خارجی برگ و سایر اندام‌های وارته *A. subcordata* var. *villosa* در پایه‌های مختلف است. این بدان دلیل است که برخی از پایه‌ها با برخورداری از اندکی گُرک نیز در گروه *A. subcordata* var. *villosa* قرار می‌گیرند (و برعکس)؛ در حالی که بر اساس نظر Zare و Amini (۲۰۱۲) تفاوت‌ها در سایر صفات میان این دو گروه بارز نیست و از سوی دیگر، حد و مرز دقیقی برای

تعیین گُرک دار بودن یا نبودن وجود ندارد.

دندانه های حاشیه برگ، در قالب دو صفت مختلف یعنی شکل دندانه ها و تعداد دندانه در دو سانتی متر میانی برگ بررسی شدند. از نظر شکل دندانه، گروه های *A. subcordata* var. *subcordata* و *A. subcordata* var. *villosa* دارای دندانه های تیز، ساده و یکنواخت، گروه *A. djavanshirii* دندانه های بسیار ریز، منظم و نوک دار، گروه *A. dolichocarpa* دارای دندانه های درشت به ویژه در بخش یک سوم انتهایی برگ، گروه *A. orientalis* نیز دارای دندانه های مضاعف و نامنظم بودند.

در زیرگونه های *A. glutinosa* نیز شکل دندانه تفاوت هایی داشت. گروه *A. glutinosa* ssp. *barbata* دارای دندانه های مثلثی کوتاه، هر رگ برگ منتهی به یک دندانه درشت شده، در فاصله بین آنها ۱ تا ۳ دندانه ریز مشاهده می شود. در گروه *A. glutinosa* ssp. *glutinosa* حاشیه برگ ها معمولاً صاف و یا گاهی دندانه های نوک دار و کوچک با فواصل نامنظم دیده می شود. گروه *A. glutinosa* ssp. *antitaurica* با داشتن دندانه هایی با نوک کند یا گرد درشت در ترکیب با دندانه های ریز ما بین آنها مشخص شدند.

تعداد دندانه در دو سانتی متر میانی برگ نیز که به نوعی شاخص برای اندازه دندانه ها محسوب می شود، دارای تفاوت هایی در میان تاکسون های مزبور بود. گروه *A. dolichocarpa* در مقایسه با سایر گروه ها دارای دندانه هایی درشت تر با تعداد کمتر (میانگین ۵/۶) است؛ در حالی که *A. orientalis* با حداکثر تعداد دندانه در ۲ سانتی متر میانی برگ (میانگین ۱۱/۶) رکورد دار است که دلیل آن برخورداری از دندانه های مضاعف و کوچک

است. پس از آن *A. glutinosa* ssp. *antitaurica* دارای بیشترین میانگین بود (میانگین ۸/۲).

صفت گُرک نیز بیشتر در گروه *A. subcordata* var. *villosa* و گروه *A. glutinosa* ssp. *antitaurica* مشخص بود. در سایر گروه ها گُرک ها یا اصلاً حضور نداشته، یا تنها در محل انشعاب رگ برگ ها در پشت برگ به مقدار جزئی مشاهده شدند. یکی از صفات کلیدی در تمایز دو گروه اخیر با سایر گروه های مشابه خود، حضور گُرک های انبوه و فراوان در دو سطح برگ، شاخه های جوان یا رویش یافته در سال جاری و نیز دمبرگ است که اغلب در سطح پشت برگ و دمبرگ، انبوه تر است. بنابراین، حضور گُرک ها تنها در محل انشعاب رگ برگ ها، نمی تواند به تنهایی متمایز کننده و صفتی قوی باشد؛ نتایج این بخش، مشابه نتایج پژوهش های Schrader و Graves (۲۰۰۲) و Banaev و Bažant (۲۰۰۷) است.

شکل قاعده برگ که در جداسازی برخی از گونه های توسکا حایز اهمیت است (Schrader and Graves, 2002؛ Banaev and Bažant, 2007)، در قالب دو صفت زاویه بن برگ و شکل بن برگ (ضربیی که از نسبت عرض پهنک در فاصله ۰/۱ طول پهنک، به حداکثر عرض پهنک) کمی و بررسی شد. با اندازه گیری این دو صفت، سه زیرگونه *A. glutinosa* که دارای قاعده گوه ای یا V شکل (cuneate) هستند، به راحتی از سایر گروه ها مجزا شدند. دو واریته *A. subcordata* var. *subcordata* و *A. subcordata* var. *villosa* نیز با داشتن قاعده قلبی (cordate) کاملاً از دیگران متمایز شدند. در گروه های *A. dolichocarpa*، *A. djavanshirii* و *A. orientalis* نیز قاعده برگ متغیر بوده، اغلب گرد، تخم مرغی (ovate)،

گروه اغلب مشاهده نمی شود.

طول و شکل مخروط نیز صفاتی متمایز کننده تشخیص داده شد. در گونه *A. djavanshirii* مخروط‌ها بسیار کروی با ابعاد متوسط، در گونه *A. orientalis* مخروط‌ها اندکی بزرگ‌تر و کشیده‌تر، در زیرگونه‌های توسکای قشلاقی مخروط‌ها باریک و کشیده و در گونه *A. dolichocarpa* مخروط‌ها بسیار بزرگ و قطورتر از سایر تاکسون‌های موجود در جنگل‌های شمال هستند.

برخلاف نتایج Banaev و Bažant (۲۰۰۷) تعداد جفت رگبرگ‌های اصلی به غیر از زیرگونه‌های وابسته به *A. glutinosa*، در سایر گونه‌های جنس توسکا صفت متمایز کننده‌ای تشخیص داده نشد. یکی از علت‌ها این است که رشد رگبرگ‌ها وابسته به رویش برگ است. رگبرگ‌های شبکه‌گذارسان برای سلول‌های پهنک برگ محسوب می‌شوند؛ بدین معنی که با افزایش رویش پهنک سلول‌های جدید نیاز به دسترسی به این شبکه را دارند. بنابراین، افزایش تعداد رگبرگ‌ها در بسیاری از گونه‌ها بستگی به مرحله رویش برگ یا اندازه آن دارد. بنابراین نمی‌تواند صفت متمایز کننده‌ای باشد.

اختلاف دو لبه تحتانی نیز برای تمایز توسکا مفید نبود، چرا که تنوع این صفت در بین تاکسون‌ها چشمگیر نیست و اغلب در برخی از برگ‌های هر پایه اختلاف جزئی در حد ۰/۲ تا ۳/۵ میلی‌متر بین دو لبه برگ وجود دارد و برگ گونه‌های جنس توسکا به ندرت حالت اریبی قاعده را نشان می‌دهد.

سایر صفاتی که در آنالیز تشخیص بدون اهمیت تشخیص داده شد، گرچه می‌تواند در شناسایی برخی از تاکسون‌ها مفید باشد اما صفات متمایز کننده مهم‌تری

بیضوی (elliptical) تا گوه‌ای و به ندرت قلبی کوتاه است (زاویه قاعده اندکی بیشتر یا کمتر از ۱۸۰ درجه). شایان ذکر است که در گروه *A. djavanshirii* قاعده برگ اغلب به شکل گوه‌ای تا بیضوی متمایل است و زاویه بن برگ معمولاً بسته‌تر از دو گونه دیگر است.

شکل نوک برگ نیز همانند شکل قاعده، در جنس توسکا اهمیت زیادی دارد. همان‌طور که نتایج بررسی Banaev و Bažant (۲۰۰۷) نشان داد، این صفت در تفکیک هیبریدهای توسکا نیز بسیار تعیین کننده است. در پژوهش حاضر نیز صفت مزبور، بیشترین تمایز را در زیرگونه *A. glutinosa* ssp. *glutinosa* نشان داد. در این زیرگونه، نوک برگ اغلب به سمت داخل فرورفتگی دارد که در اصطلاح emarginate یا retuse نامیده می‌شود؛ البته گاهی نوک برگ ممکن است گرد و یا سربریده باشد. در زیرگونه *A. glutinosa* ssp. *barbata* نوک برگ اغلب به صورت نوک‌دار (acute) با زاویه باز و به ندرت نوک کند (obtuse) یا سربریده (truncate) است. اما در زیرگونه *A. glutinosa* ssp. *antitaurica* برگ معمولاً نوک‌دار با زاویه حاده تا باز است.

در گروه *A. dolichocarpa* زاویه نوک بسیار تند و شکل نوک برگ کشیده و نوک‌دار و دم‌دار (caudate) یا abruptly acuminate است. در گروه *A. djavanshirii* انتهای برگ‌ها معمولاً نوک‌دار (acute) است. در گروه *A. orientalis* نوک برگ تیز و گاهی نوک‌دار (acuminate یا abruptly acuminate) است. در گروه‌های *A. subcordata* var. *subcordata* و *A. subcordata* var. *villosa* برگ معمولاً نوک‌دار (acute) و گاهی تیز (acuminate) می‌شود؛ در حالی که کشیدگی در نوک برگ این

برای این جنس وجود داشتند که در تعیین تمایز تاکسون‌ها ارجحیت داشتند.

در آنالیز تشخیص، بر اساس همبستگی ۲۸ صفت اندازه‌گیری شده نسبت به دو تابع اول (شکل ۵)، حدود ۸۹ درصد از واریانس‌ها توجیه شدند. در پژوهش Banaev و Bažant (۲۰۰۷) حدود ۸۰ درصد از واریانس‌ها در دو محور اول توجیه شده بودند. با توجه به پیش شرط تبیین مقدار زیادی از واریانس‌ها، چهار گروه از تاکسون‌ها به طور مشخص حول دو محور تفکیک شدند که عبارتند از: *A. orientalis* و سه زیرگونه توسکای قشلاقی. این چهار گروه به دلیل برخورداری از چندین مشخصه بارز به طور طبیعی نیز قابل تمایز هستند. پایه‌های دو وارسته توسکای ییلاقی از آمیختگی زیادی برخوردار بودند. پایه‌هایی که از نظر شدت گُرک حالت حد واسط را نشان دادند در میان محدوده این دو تاکسون پراکنده شده‌اند. تاکسون‌های *A. dolichocarpa* و *A. djavanshirii* اگرچه از سایر تاکسون‌ها تا حد زیادی تفکیک شدند ولی به دلیل شباهت برخی از صفاتشان به *A. subcordata* var. *subcordata* در حاشیه این تاکسون در طبقه‌بندی انجام شده در نمودار آنالیز مربوطه قرار گرفتند. این بدان علت است که تعداد صفات متمایز کننده این سه تاکسون از یکدیگر تا حدی اندک است و بدین ترتیب با استفاده از این صفات، توسط آزمون مزبور نتوانسته‌اند به طور مستقل و مجزا از گروه‌های مجاور از هم تفکیک شوند. لازم به توضیح است که Zare و Amini (۲۰۱۲) گونه *A. subcordata* var. *subcordata* و *A. orientalis* را به ترتیب گونه‌های خویشاوند برای تاکسون‌های *A. dolichocarpa* و *A. djavanshirii* معرفی و با آنها مقایسه کردند. این بدان دلیل است که

تعداد صفات متمایز کننده این سه تاکسون از یکدیگر تا حدی اندک است و با استفاده از این صفات، توسط آزمون مزبور نتوانسته‌اند به طور مستقل و مجزا از گروه‌های مجاور از هم تفکیک شوند.

بر اساس نتایج مقایسه دو به دوی تاکسون‌ها (جدول ۲) بیشترین فاصله و اختلاف از نظر ۲۸ صفت ریخت‌شناسی بین تاکسون‌های مزبور (بر اساس حداکثر مقدار آماره F) به ترتیب بین دو وارسته توسکای ییلاقی یعنی *A. subcordata* var. *villosa* و *A. subcordata* و بیشترین شباهت بین تاکسون‌های *A. glutinosa* ssp. *barbata* var. *subcordata* و *A. orientalis*، *A. dolichocarpa*، *A. djavanshirii*، *A. subcordata* var. *subcordata*، *A. subcordata* var. *villosa* با یکدیگر است. نتیجه اخیر در تحلیل‌های مختلف با اندکی تفاوت تکرار شده است. این تاکسون‌ها به طور طبیعی نیز دارای شباهت‌های ظاهری فراوان با یکدیگر هستند؛ اما نمی‌توان از وجود تفاوت‌های اساسی میان آنها غافل شد. برای نمونه، نوع دندان در این تاکسون‌ها صفتی کلیدی است. صفات دیگر نظیر: اندازه دندان‌ها، شکل نوک برگ، شکل بن برگ و ... در تاکسون‌های اخیر دارای تفاوت‌های بارز هستند.

در آنالیزهای مختلفی که با استفاده از آمار چند متغیره انجام شد تاکسون‌های *A. djavanshirii*، *A. dolichocarpa*، *A. orientalis*، *A. subcordata* var. *subcordata* و *A. subcordata* var. *villosa* از قرابت و شباهت ریختی فراوانی برخوردار بودند. از بین پنج تاکسون، *A. subcordata* var. *villosa* به دلیل داشتن گُرک در سطوح رویی و پشتی برگ (به ویژه زمانی که شدت گُرک زیاد باشد) می‌تواند تا حد زیادی

وجود داشته باشد. تأکید می‌شود که اظهار نظر نهایی در زمینه وجود کلیه تاکسون‌ها چه به عنوان گونه‌های جدید و چه در قالب گزارش حضور این تاکسون‌ها در ایران، می‌بایست تنها پس از انجام آزمایش‌های مرسوم بر روی DNA این تاکسون‌ها صورت پذیرد.

حضور پایه‌هایی از یک تاکسون در گروه تاکسون‌های دیگر در این آنالیز بیانگر وجود صفات مشترک در میان آنها است که می‌تواند به دلیل هبیرید بودن این افراد نیز باشد (Schrader and Graves, 2002; Banaev and Bažant, 2007).

هر صفت ریختی دامنه و محدوده‌ای دارد که حتی در درون جمعیت‌های یک گونه نیز برخی از افراد گونه مزبور به دلیل شرایط خاص محیطی یا توپوگرافی از این دامنه خارج خواهند شد؛ این امر به معنی مجزا شدن آن افراد در قالب یک گونه دیگر (گونه‌های کاذب) نیست. برعکس این امر نیز صادق است، زمانی که در یک جمعیت، به ویژه جوامع با پراکنش هم بوم، افرادی از گونه‌های مشابه (گونه‌های پنهان) حضور دارند که بسیاری از صفات ریختی آنها (حتی صفات کلیدی) می‌تواند با سایر گونه‌های موجود در آن جمعیت تشابه زیادی داشته باشد (Schrader and Graves, 2002; Banaev and Bažant, 2007).

صفات بارز دیگری که شاید مشخصه برخی از تاکسون‌ها باشند (بر اساس مشاهدات نگارندگان) نیز وجود دارد که در پژوهش حاضر به صورت آماری بررسی نشد؛ اما می‌تواند برای شناسایی این تاکسون‌ها مفید باشد. برای نمونه، در *A. orientalis* شاخه‌های یک‌ساله و نورسته در اوایل دوره رویش توسط گُرک‌های انبوه زرد و طلایی رنگ پوشیده شده است، به علاوه، برگ‌های جوان نیز چسبناک هستند و این

از سایرین متمایز گردد. گونه *A. orientalis* نیز به دلیل داشتن دندان‌های مضاعف به خوبی متمایز است. این در حالی است که دو تاکسون دیگر یعنی *A. dolichocarpa* و *A. subcordata* var. *subcordata* به علت شباهت دندان‌ها به ویژه در نیمه پایینی برگ به راحتی از یکدیگر قابل تمایز نیستند. چنانچه در شکل‌های ۳، ۴، ۵ و جدول ۲ نیز مشاهده می‌شود، می‌توان به راحتی به شباهت‌های این گروه‌ها پی برد. بر همین اساس انجام تحقیقات گسترده به ویژه روی ژنوم این گونه‌ها، برای قضاوت بهتر در تفکیک این تاکسون‌ها اقدامی مفید و ضروری به نظر می‌رسد.

شایان ذکر است که کلیه تاکسون‌ها می‌بایست با استفاده از تکنیک‌های بارکدهی DNA از نظر صفات ژنتیکی نیز مقایسه شوند تا صحت رده‌بندی ریخت‌شناسی در آنها به خوبی بررسی گردد. علاوه بر این، سه پایه شناسایی نشده (جدول ۱) که توسط آنالیز تشخیص به گروه‌های *A. subcordata* var. *villosa* و *A. subcordata* var. *subcordata* نسبت داده شد، می‌بایست برای اطمینان از حصول نتیجه درست با استفاده از بارکدهی DNA بررسی شوند.

زیرگونه‌های *A. glutinosa* بر اساس نتایج ارایه شده در شکل‌های ۴، ۵ و جدول ۲ تا حد زیادی از یکدیگر متمایز شدند. بنابراین، بر اساس نتایج تحقیق حاضر می‌توان حضور دو زیرگونه دیگر از *A. glutinosa* یعنی *A. glutinosa* ssp. *glutinosa* و *A. glutinosa* ssp. *antitaurica* در ایران تأیید نمود زیرا پایه‌های بیشتری از این زیرگونه‌ها در جنگل‌های جلگه‌ای انزلی، لاهیجان، فومن و نوشهر یافت می‌شود و انتظار می‌رود با نمونه برداری گسترده‌تر پایه‌های بیشتری از آنها در سایر بخش‌های جنگل‌های هیرکانی نیز

علاوه بر صفات ریخت‌شناسی استفاده می‌شود (De Queiroz and Gauthier, 1915؛ Bessey, 1915). مطالعه (Schander and Tholleson, 1995؛ 1992). جامعی با استفاده از قطعات بارکد DNA هسته‌ای و کلروپلاستی توسط Ren و همکاران (۲۰۱۰) روی ۲۶ گونه توسکای جهان انجام شده است که بر اساس آن استفاده همزمان از قطعه ITS ریبوزومی و trnH-psbA کلروپلاستی به عنوان بهترین بارکد برای شناسایی جنس توسکا پیشنهاد شد. بنابراین، احتمالاً استفاده از دو قطعه مزبور، می‌تواند پاسخگوی بسیاری از پرسش‌های تاکسونومیکی در مورد جنس توسکا در ایران باشد. به همین دلیل، اظهار نظر نهایی می‌بایست پس از مطالعه و بررسی این تاکسون‌ها با استفاده از بارکدهای DNA و نشانگرهای مولکولی و تلفیق با داده‌های ریخت‌شناختی صورت گیرد.

ویژگی در سایر تاکسون‌ها مشاهده نمی‌شود (Zare and Amini, 2012). در هر سه زیرگونه *A. glutinosa* قطر شاتون نر بسیار کم و باریک‌تر از سایر گونه‌ها به ویژه توسکای ییلاقی است.

نتیجه‌گیری

با وجود تمامی تفاوت‌ها و شباهت‌هایی که با استفاده از آنالیز آماری چند متغیره و روش‌های خوشه‌بندی میان گروه‌ها ارایه شد، اظهار نظر قطعی در مورد جایگاه تاکسون‌های توسکای ایران، بر اساس صفات ریختی، تنها بخشی از شناسایی این تاکسون‌ها است. این نکته را نباید از نظر دور داشت که امروزه پذیرفته‌ترین و معتبرترین روش رده‌بندی در عالم گیاهی، رده‌بندی تکاملی یا فیلوژنتیکی است که برای تعیین جایگاه دقیق تاکسون‌ها، از روش‌های دقیق‌تری

منابع

- Ashburner, K. (1986) *Alnus*: a survey. *Plantsman* 8: 170-188.
- Banaev, E. V. and Bažant, V. (2007) Study of natural hybridization between *Alnus incana* (L.) Moench. and *Alnus glutinosa* (L.) Gaertn. *Journal of Forest Science* 53: 66-73.
- Benson, D. R. and Silvester, W. B. (1993) Biology of *Frankia* strains, actinomycete symbionts of actinorhizal plants. *Microbiological Reviews* 57: 293-319.
- Bessey, C. E. (1915) The phylogenetic taxonomy of flowering plants. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 2: 109-164.
- Bousquet, J., Strauss, S. H. and Li, P. (1992) Complete congruence between morphological and rbcL-based molecular phylogenies in birches and related species (Betulaceae). *Molecular Biology and Evolution* 9: 1076-1088.
- Browicz, K. (1972) Betulaceae. In: *Flora Iranica* (Ed. Rechinger, K. H.) No. 96, Akademische Druck- und Verlagsanstalt, Graz.
- Chen, Z. and Li, J. (2004) Phylogenetics and biogeography of *Alnus* (Betulaceae) inferred from sequences of nuclear ribosomal DNA region. *International Journal of Plant Sciences* 165(2): 325-335.
- Chen, Z. D., Manchester, S. R. and Sun, H. Y. (1999) Phylogeny and evolution of the Betulaceae as inferred from DNA sequences, morphology and paleobotany. *American Journal of Botany* 86: 1168-1181.
- De Queiroz, K. and Gauthier, J. (1992) Phylogenetic taxonomy. *Annual Review of Ecology and*

- Systematics 23: 449-480.
- Eom, H. J., Chang, K. S., Kim, H. and Chang, C. S. (2011) Notes on a new overlooked taxon of *Alnus* (Betulaceae) in Korea. Forest Science and Technology 7(1): 42-46.
- Fallah, H., Tabari, M. and Azadfar, D. (2011) Determination ecotypes of *Populus caspica* Bornm. in plain communities of Caspian forests using morphological markers of leaf and peroxidase Isoenzymes. Taxonomy and Biosystematics 3(6): 47-58 (in Persian).
- Furlow, J. J. (1979) The systematics of the American species of *Alnus* (Betulaceae). Rhodora 81(826): 151-248.
- King, R. A. and Ferris, C. (2000) Chloroplast DNA and nuclear DNA variation in the sympatric alder species, *Alnus cordata* (Lois.) Duby and *A. glutinosa* (L.) Gaertn. Biological Journal of the Linnean Society 70: 147-160.
- Mozaffarian, V. (2009) Trees and shrubs of Iran. 2nd edition, Farhang Moaser Publisher, Tehran (in Persian).
- Ren, B. Q., Xiang, X. G. and Chen, Z. D. (2010) Species identification of *Alnus* (Betulaceae) using nrDNA and cpDNA genetic markers. Molecular Ecology Resources 10: 594-605.
- Sabeti, H. (1994) Forest, trees and shrubs of Iran. 2nd edition, Iran University of Science and Technology Press, Yazd (in Persian).
- Schander, C. and Thollesson, M. (1995) Phylogenetic taxonomy-some comments. Zoologica Scripta 24: 263-268.
- Schrader, J. A. and Graves, W. R. (2002) Intraspecific systematics of *Alnus maritima* (Betulaceae) from three widely disjunct provenances. Castanea 67: 380-401.
- Shu, Q. M. (1999) *Alnus* Miller. Flora of China 4: 301-304.
- The Plant List (2010) Version 1. Retrieved from <http://www.theplantlist.org>. On: 20 January 2013.
- Yosefzadeh, H., Tabari, M., Hosseinzadeh Colagar, A., Assadi, M., Sattarian, A. and Zare, H. (2010) Variation in leaf morphology of *Tilia* spp. of in Hyrcanian forests. Taxonomy and Biosystematics 2(2): 11-24 (in Persian).
- Zare, H. and Amini, T. (2012) A review of the genus *Alnus* Mill. in Iran, New records and new species. Iranian Journal of Botany 18(1): 11-21.
- Ward, J. H. (1963) Hierarchical grouping to optimize an objective function. Journal of the American Statistical Association 58: 236-244.

پیوست ۱- میانگین صفات ریختی برگ تاکسونهای تفکیک شده در پژوهش حاضر (میانگین $\pm$ اشتباه معیار). * حروف لاتین مختلف در هر ردیف، نشان دهنده وجود اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۹۵ درصد است.

<i>A. glutinosa</i> ssp. <i>antitaurica</i>	<i>A. glutinosa</i> ssp. <i>glutinosa</i>	<i>A. glutinosa</i> ssp. <i>barbata</i>	<i>A. orientalis</i>	<i>A. dolichocarpa</i>	<i>A. djavanshirii</i>	<i>A. subcordata</i> var. <i>villosa</i>	<i>A. subcordata</i> var. <i>subcordata</i>	گروه‌ها
۱۵/۷ $\pm$ ۰/۵۳ d	۱۴/۶ $\pm$ ۰/۵۷ d	۱۴/۶ $\pm$ ۰/۶۴ d	۳۳/۷ $\pm$ ۲/۳۱ b	۳۰/۸ $\pm$ ۰/۳۸ a	۱۷/۹ $\pm$ ۱/۱۳ cd	۲۲/۹ $\pm$ ۰/۴۱ bc	۲۳/۹ $\pm$ ۰/۴۸ b	طول مخروط
۸/۷ $\pm$ ۰/۵۲ c	۸/۸ $\pm$ ۰/۲۵ c	۸/۴ $\pm$ ۰/۳۱ c	۱۴/۵ $\pm$ ۰/۳۹ ab	۱۶/۴ $\pm$ ۰/۲۷ a	۱۳/۷ $\pm$ ۱/۴۸ b	۱۳/۵ $\pm$ ۰/۲۲ b	۱۳/۳ $\pm$ ۰/۲۲ b	قطر پنبینه مخروط
۱۰/۰ $\pm$ ۰/۵۶ a	۱۲/۳ $\pm$ ۰/۶۲ a	۱۰/۸ $\pm$ ۰/۵۵ a	۱۱/۲ $\pm$ ۱/۷۸ a	۱۱/۷ $\pm$ ۰/۲۲ a	۸/۹ $\pm$ ۰/۹۳ a	۱۰/۷ $\pm$ ۰/۳۱ a	۱۰/۳ $\pm$ ۰/۶۵ a	طول پایک مخروط
۱/۸ $\pm$ ۰/۰۸ a	۱/۶ $\pm$ ۰/۰۷ ab	۱/۸ $\pm$ ۰/۰۷ ab	۱/۶ $\pm$ ۰/۱۴ ab	۱/۹ $\pm$ ۰/۰۵ a	۱/۴ $\pm$ ۰/۰۹ b	۱/۷ $\pm$ ۰/۰۳ ab	۱/۸ $\pm$ ۰/۰۳ a	شکل مخروط
۷/۱ $\pm$ ۳/۴۸ bc	۸/۲۰ $\pm$ ۶/۷۴ abc	۹/۵/۰ $\pm$ ۲/۸۶ ab	۵/۶۳ $\pm$ ۴/۵۸ c	۱۰۵/۱ $\pm$ ۴/۱۲ a	۱۰۳/۸ $\pm$ ۸/۹۹ a	۹/۷/۸ $\pm$ ۱/۶ ab	۹۳/۷ $\pm$ ۳/۹۴ ab	طول پهنک
۱۳/۹ $\pm$ ۲/۳۶ cd	۲۴/۹ $\pm$ ۲/۳۳ ab	۲۶/۸ $\pm$ ۲/۹۸ ab	۱۰/۶ $\pm$ ۱/۴۱ d	۲۳/۲ $\pm$ ۵/۲ abc	۳۱/۷ $\pm$ ۲/۵۶ a	۲۲/۰ $\pm$ ۰/۵۶ abc	۱۷/۹ $\pm$ ۰/۷۴ bcd	طول دم‌برگ
۴۹/۲ $\pm$ ۲/۸۱ bc	۶۵/۳ $\pm$ ۴/۴۱ ab	۶۸/۹ $\pm$ ۱/۹۵ a	۳۳/۸ $\pm$ ۲/۰۲ c	۶۰/۰ $\pm$ ۰/۸۳ ab	۵۷/۰ $\pm$ ۵/۱۸ ab	۵۹/۶ $\pm$ ۰/۸۷ ab	۵۵/۱ $\pm$ ۲/۱ ab	حداکثر عرض پهنک
۳۵/۸ $\pm$ ۲/۵۷ a	۴۵/۲ $\pm$ ۴/۰۴ ab	۴۹/۴ $\pm$ ۱/۷۷ a	۳۳/۲ $\pm$ ۱/۹۱ b	۴۷/۳ $\pm$ ۱/۲۶ a	۴۵/۶ $\pm$ ۳/۴۶ a	۳۸/۷ $\pm$ ۰/۷۴ a	۳۷/۸ $\pm$ ۱/۸۵ a	فاصله بن برگ تا حداکثر عرض پهنک
۰/۶ $\pm$ ۰/۱۷ a	۰/۵ $\pm$ ۰/۱۷ a	۰/۷ $\pm$ ۰/۱۲ a	۰/۶ $\pm$ ۰/۱۲ a	۱/۰ $\pm$ ۰/۳۷ a	۱/۱ $\pm$ ۰/۲۷ a	۰/۸ $\pm$ ۰/۰۵ a	۰/۸ $\pm$ ۰/۰۸ a	اختلاف دو لبه تحتانی برگ
۲۱/۴ $\pm$ ۰/۰۹ d	۲۳/۳ $\pm$ ۱/۷۶ cd	۲۶/۰ $\pm$ ۱/۴۲ bcd	۲۴/۵ $\pm$ ۱/۳۷ cd	۳۸/۸ $\pm$ ۲/۰۵ a	۳۴/۱ $\pm$ ۳/۰۸ abc	۴۱/۶ $\pm$ ۰/۸۶ a	۳۷/۴ $\pm$ ۱/۵۱ ab	عرض پهنک در ۰/۹ طول آن از بن برگ
۲۱/۶ $\pm$ ۲/۰ b	۳۸/۲ $\pm$ ۱/۷ a	۳۲/۶ $\pm$ ۱/۱۱ a	۸/۸ $\pm$ ۰/۶۷ c	۸/۹ $\pm$ ۱/۷۳ c	۱۳/۸ $\pm$ ۱/۲۷ bc	۱۴/۳ $\pm$ ۰/۶۳ bc	۱۳/۷ $\pm$ ۰/۷۹ bc	عرض پهنک در ۰/۹ طول آن از بن برگ
۸/۲ $\pm$ ۰/۶۷ b	۷/۱ $\pm$ ۰/۶۹ bc	۶/۸ $\pm$ ۰/۷۳ bc	۱۱/۶ $\pm$ ۰/۶۴ a	۵/۶ $\pm$ ۰/۳۸ c	۷/۹ $\pm$ ۰/۶۶ bc	۶/۸ $\pm$ ۰/۱۲ bc	۷/۶ $\pm$ ۰/۳۵ bc	تعداد دندان در دو سانشی متر میانی برگ
۹/۶ $\pm$ ۰/۲۱ a	۷/۹ $\pm$ ۰/۶۳ b	۹/۸ $\pm$ ۰/۱۹ ab	۹/۶ $\pm$ ۰/۵۲ a	۹/۳ $\pm$ ۰/۲۲ ab	۹/۴ $\pm$ ۰/۰۸ a	۱۰/۶ $\pm$ ۰/۱۲ a	۱۰/۱ $\pm$ ۰/۱۶ a	تعداد حجت رگبرگ‌های اصلی
۱۲۵/۶ $\pm$ ۹/۷۷ b	۲۳۲/۲ $\pm$ ۶/۱۶ a	۱۳۳/۱ $\pm$ ۴/۴۷ b	۷۵/۳ $\pm$ ۴/۶۷ c	۴۴/۳ $\pm$ ۷/۳۱ d	۵۸/۳ $\pm$ ۵/۰۲ cd	۶۳/۹ $\pm$ ۲/۵۳ cd	۶۷/۳ $\pm$ ۲/۲ cd	زاویه نوک برگ
۱۰۹/۵ $\pm$ ۷/۹۳ cd	۱۰۵/۵ $\pm$ ۱/۹ d	۱۰۳/۰ $\pm$ ۳/۳۱ d	۱۸۴/۵ $\pm$ ۴/۶۳ ab	۱۸۱/۸ $\pm$ ۸/۵۵ ab	۱۴۹/۶ $\pm$ ۹/۸۳ bc	۲۱۱/۶ $\pm$ ۳/۳۷ a	۱۹۱/۸ $\pm$ ۵/۰۳ ab	زاویه بن برگ
۱/۵ $\pm$ ۰/۰۹ bcd	۱/۲۶ $\pm$ ۰/۱۰ d	۱/۴ $\pm$ ۰/۰۴ cd	۱/۷ $\pm$ ۰/۰۵ ab	۱/۸ $\pm$ ۰/۰۴ ab	۱/۸ $\pm$ ۰/۰۹ a	۱/۷ $\pm$ ۰/۰۲ abc	۱/۷ $\pm$ ۰/۰۳ ab	شکل پهنک برگ
۳/۸ $\pm$ ۰/۴۸ a	۱/۹ $\pm$ ۰/۱۸ b	۲/۲ $\pm$ ۰/۱۶ b	۲/۳ $\pm$ ۰/۱ ab	۲/۱ $\pm$ ۰/۴۸ b	۱/۵ $\pm$ ۰/۰۸ b	۱/۸ $\pm$ ۰/۰۵ b	۲/۲ $\pm$ ۰/۰۷ b	نسبت فاصله تا حداکثر عرض پهنک به طول دم‌برگ
۲/۰ $\pm$ ۰/۰۶ c	۱/۸ $\pm$ ۰/۰۵ bc	۱/۹ $\pm$ ۰/۰۳ bc	۲/۵ $\pm$ ۰/۱۲ a	۲/۵ $\pm$ ۰/۰۵ a	۲/۳ $\pm$ ۰/۰۳ ab	۲/۶ $\pm$ ۰/۰۳ a	۲/۶ $\pm$ ۰/۰۴ a	نسبت طول پهنک به فاصله تا حداکثر عرض پهنک
۰/۴ $\pm$ ۰/۰۳ b	۰/۸ $\pm$ ۰/۵۳ a	۰/۳ $\pm$ ۰/۰۳ b	۰/۲ $\pm$ ۰/۰۱ b	۰/۲ $\pm$ ۰/۰۶ b	۰/۳ $\pm$ ۰/۰۲ b	۰/۲ $\pm$ ۰/۰۰ b	۰/۲ $\pm$ ۰/۰۱ b	طول نسبی دم‌برگ
۰/۴ $\pm$ ۰/۰۳ b	۰/۶ $\pm$ ۰/۰۲ a	۰/۵ $\pm$ ۰/۰۱ b	۰/۳ $\pm$ ۰/۰۲ c	۰/۱ $\pm$ ۰/۰۳ d	۰/۲ $\pm$ ۰/۰۳ cd	۰/۲ $\pm$ ۰/۰۱ cd	۰/۲ $\pm$ ۰/۰۱ cd	شکل نوک برگ
۰/۴ $\pm$ ۰/۰۳ d	۰/۴ $\pm$ ۰/۰۱ d	۰/۴ $\pm$ ۰/۰۲ d	۰/۸ $\pm$ ۰/۰۱ a	۰/۶ $\pm$ ۰/۰۲ bc	۰/۶ $\pm$ ۰/۰ c	۰/۷ $\pm$ ۰/۰۱ ab	۰/۷ $\pm$ ۰/۰۱ abc	شکل بن برگ
۲/۴ $\pm$ ۰/۱۸ a	۰/۸ $\pm$ ۰/۱۳ b	۰/۹ $\pm$ ۰/۱۳ b	۱/۱ $\pm$ ۰/۲۴ b	۰/۲ $\pm$ ۰/۱۲ b	۰/۴ $\pm$ ۰/۰۷ b	۲/۳ $\pm$ ۰/۰۱ a	۱/۲ $\pm$ ۰/۱ b	شدت حضور کرک
۴/۹ $\pm$ ۰/۰۷ a	۴/۴ $\pm$ ۰/۰۴ a	۳/۸ $\pm$ ۰/۳۶ ab	۳/۹ $\pm$ ۰/۳۷ a	۱/۷ $\pm$ ۰/۸۳ c	۲/۲ $\pm$ ۰/۶۸ bc	۵/۰ $\pm$ ۰/۰۲ a	۴/۱ $\pm$ ۰/۱۹ a	حضور کرک در محل انشعاب رگبرگ‌ها
۳/۷ $\pm$ ۰/۶۷ ab	۱/۷ $\pm$ ۰/۶۷ bc	۱/۸ $\pm$ ۰/۴۱ bc	۳/۲ $\pm$ ۰/۵۷ ab	۰/۵ $\pm$ ۰/۲۹ c	۱/۱ $\pm$ ۰/۷ c	۴/۸ $\pm$ ۰/۰۷ a	۳/۴ $\pm$ ۰/۲۳ ab	حضور کرک بر روی دم‌برگ
۱/۵ $\pm$ ۰/۶۷ a	۰/۰ $\pm$ ۰/۰ a	۰/۰ $\pm$ ۰/۰ a	۰/۹ $\pm$ ۰/۰۶ a	۰/۰ $\pm$ ۰/۰ a	۰/۴ $\pm$ ۰/۴۲ a	۱/۷ $\pm$ ۰/۲۶ a	۰/۲ $\pm$ ۰/۱۱ a	حضور کرک در سطح پشت برگ
۳/۴ $\pm$ ۰/۶۶ a	۰/۰ $\pm$ ۰/۰ b	۰/۷ $\pm$ ۰/۳۴ b	۰/۳ $\pm$ ۰/۳۲ b	۰/۰ $\pm$ ۰/۰ b	۰/۴ $\pm$ ۰/۴۲ b	۱/۰ $\pm$ ۰/۲۳ b	۰/۰ $\pm$ ۰/۰ b	حضور کرک در سطح دوی برگ
۲/۹ $\pm$ ۰/۸۵ ab	۱/۴ $\pm$ ۰/۶۵ bc	۰/۵ $\pm$ ۰/۳۲ d	۳/۰ $\pm$ ۰/۷۶ ab	۰/۰ $\pm$ ۰/۰ d	۰/۰ $\pm$ ۰/۰ d	۴/۵ $\pm$ ۰/۱۲ a	۱/۹ $\pm$ ۰/۲۹ bc	حضور کرک بر سطح شاخه‌های نورهسته
۷/۰ $\pm$ ۰/۰ a	۵/۸ $\pm$ ۰/۲ b	۵/۰ $\pm$ ۰/۰ b	۴/۰ $\pm$ ۰/۰ c	۳/۰ $\pm$ ۰/۰ d	۲/۰ $\pm$ ۰/۰ c	۱/۰ $\pm$ ۰/۰۴ cd	۱/۳۵ $\pm$ ۰/۱۲ f	نوع دندانه

Morphological variations of genus *Alnus* in Iran: assessment of five new taxa

Fatemeh Shayanmehr¹, Seyed Gholamali Jalali^{1*}, Abasalt Hosseinzadeh Colagar²
Habib Zare³ and Hamed Yousefzadeh¹

¹ Department of Forestry, Faculty of Natural Resources, Tarbiat Modares University, Noor, Iran

² Department of Biology, Faculty of Basic Sciences, University of Mazandaran, Babolsar, Iran

³ Mazandaran Agricultural and Natural Resources Research Center, Noshahr, Iran

Abstract

The genus *Alnus* has two species in old references of the flora of Iran in which two varieties and one subspecies have been recorded. However, recently, five new taxa have been described and recorded for the flora of Iran. In this study, the herbarium samples were obtained during a widespread sampling from 25 stands, ranged from the most eastern limit of alder dispersion in Golestan to the west of Talish, across the plains and highlands of Hyrcanian forests. After sampling, 28 leaf and female cone morphological traits belonging to 140 alder individuals were measured and analyzed. The results of discriminant analysis showed 11 most important traits in differentiation of the taxa such as leaf angle in apex, blade shape at the base, type of serration, villosity intensity, presence of hairs on the upper surface of leaf and cone shape. In this analysis, 84.3% of recognized individuals were correctly grouped in the related taxon. The maximum disagreement between predicted and recognized groups corresponded to allocation of *A. subcordata* varieties to *villosa* and vice versa. Generally, the morphological traits of the two new species including *A. dolichocarpa* and *A. djavanshirii* were very similar to that of *A. subcordata* var. *subcordata*. While, three subspecies of *A. glutinosa* were distinguished by the same traits. Finally, the use of DNA barcoding techniques is suggested in order to verify the presence of new taxa in Iran.

Key words: Alder, Multivariate analysis, Taxon, Hyrcanian forests, Identification characters

* jalali_g@modares.ac.ir