استفاده از نشانگرهای مورفولوژیکی در تمایز کلنهای صنوبر

فرهاد اسدی[1]، حسین میرزایی ندوشن[1]، علیرضا مدیررحمتی[1]
و محبت‌علی نادری شهاب[1]

چکیده

شناسایی و تمایز گونه‌ها و کلنهای مختلف جنس صنوبر و تعیین قرابتها و تنوع آنها در دستیابی به پدیده هتروزیس به‌ویژه در فرایند انتخاب ضرورت دارد. تمایز و انتخاب این گونه‌ها و کلنها با استفاده از مطالعه تعداد اندکی از صفات مورفولوژیکی و پس از طی مراحل تحقیقاتی ۱۰تا ۱۵ ساله انجام می‌پذیرد. این روش هر چند اطلاعات زیادی را از نظر ویژگیهای رویشی ارقام در اختیار می‌گذارد، اما برای تمایز ارقام صنوبر، مستلزم بر صرف هزینه‌های نسبتاً سنگین زمان و مکان است.

در این تحقیق با استفاده از معیارهای جدید ۱۲ کلن از چهار گونه صنوبر در قالب یک طرح آزمایشی بلوکهای کامل تصادفی در سه تکرار در محل ایستگاه تحقیقاتی مرکز البرز کرج کاشته شده و طی سالهای ۱۳۷۷ تا ۱۳۸۰ فعالیتهای زیر بر روی آنها انجام گرفته است.

۲۰ صفت مورفولوژیکی اعم از ویژگیهای برگ، شاخه و ریشه ارقام صنوبر که براساس روشهای موجود در مراحل اولیه رشد می‌توانستند موجب تمایز گونه‌ها و کلنها گردند، در زمانهای مختلف از روی کلیه واحدهای آزمایشی طرح فوق اندازه‌گیری گردیدند. تجزیه آماری داده‌ها با استفاده از روشهای تجزیه واریانس یک متغیره، تجزیه خوشه‌ای و تجزیه به مؤلفه‌های اصلی انجام شد.

براساس نتایج بدست آمده با تجزیه واریانس صفات مختلف مشخص شد که اختلاف معنی‌دار در سطح یک یا پنج درصد بین کلنها و گونه‌ها وجود دارد، ولی گروه‌بندی کلنها براساس تک تک این صفات با تقسیم‌بندیهای رایج سیستماتیک همخوانی بالایی نداشت. لیکن با استفاده از روشهای چند متغیره مانند روشهای تجزیه خوشه‌ای و تجزیه به مؤلفه‌های اصلی به علت در نظر گرفتن کلیه صفات و با ارائه شکلهای مناسب ارقام مختلف صنوبر در سطح قابل قبولی از هم تفکیک شدند. بر این اساس کلنهای متعلق به گونه‌های *Populus alba*، *P. nigra*، *P. euphratica* و *P. deltoids* در گروههای جداگانه قرار گرفتند.

واژه‌های کلیدی: صنوبر، خزانه، شناسایی مورفولوژیکی، تجزیه خوشه‌ای، تجزیه به مؤلفه‌های اصلی

۱- اعضاء هیأت علمی مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع.

E-mail: fasadi@rifr-ac.ir

Archive of SID

www.SID.ir

مقدمه

انتخاب پایه‌های برتر صنوبر توسط پرورش‌دهندگان سنتی درخت درایران بر ارزیابیهای ظاهری استوار بوده و از این طریق طی نسلهای گذشته پایه‌های مشخصی از گونه‌های صنوبر به دلیل تکثیر آسان، رشد سریع و امکان استقرار در اغلب مناطق کشور، گسترش یافته‌اند. ویژگی تکثیر رویشی در این درختان به مانند یک تیغه دو لبه عمل کرده است. از یک سو هزینه‌های تکثیر این گونه‌ها تقلیل یافته، اما از سوی دیگر تنوع ژنتیکی گونه‌های متداول تر نظیر *Populus nigra* و *P. alba* نیز به شدت در حال کاهش است. این وضعیت در آینده می‌تواند به صدماتی در ساختار جوامع گونه‌های مزبور منجر گردد. مهمترین نقش گونه‌های مختلف صنوبر در توسعه اقتصادی و اجتماعی مناطق روستایی و اراضی حاشیه رودخانه‌هاست. هرگونه فرایندی که به افزایش کمی و کیفی تولید چوب صنوبر منجر گردد، نه فقط از دیدگاه اقتصادی به افزایش درآمد در واحد سطح منجر خواهد شد، بلکه با گسترش افزونتر این گونه‌ها در مناطق مختلف، هم موجب برخورداری از مزایای زیست محیطی حاصل از کاشت درخت شده و هم افزایش سطح اشتغال را به دنبال خواهد داشت. بر این اساس شناسایی ارقام مناسب صنوبر در سنین اولیه به‌جای بررسی و مطالعه آنها در مدت زمان طولانی به حذف هزینه‌های زمان و مکان منجر گشته و با انتخاب پایه‌های برتر در سنین اولیه و افزایش تولید و در نتیجه تغذیه بیشتر صنایع چوبی از فشار وارده بر جنگلهای طبیعی خواهد کاست. طبق روال معمول در عرصه‌های تحقیقاتی، پایه‌های مختلف صنوبر در قطعات آزمایشی و پس از طی ۱۰ تا ۱۵ سال کار تحقیقاتی شناسایی و انتخاب می‌گردند. اما در این تحقیق سعی می‌شود تا با استفاده از برخی صفات مورفولوژیکی مبتنی بر روش Slycken (۱۹۹۵) در همان سنین نونهالی به تمایز ارقام پرداخته و قرابتها و تفاوتهای آنها در درون و بین گونه‌های صنوبر مشخص گردد تا از صرف هزینه‌های اضافی در مطالعات تحقیقاتی بر روی ارقام مشابه اجتناب گردد.

Archive of SID

www.SID.ir

برای رده‌بندی موجودات با استفاده از صفات مورفولوژیکی در برخی از موارد تقسیم‌بندیهای نامناسبی اعمال می‌گردد، بنابراین جهت تفکیک گروهها احتیاط قابل ملاحظه‌ای لازم است (Sokal و Sneath، ۱۹۷۳). این مساله به‌ویژه زمانی واقعیت دارد که صفات ظاهری در اثر شرایط محیطی به شدت تغییر کنند. گونه‌های مختلف جنس صنوبر دارای چنین ویژگیهایی هستند (Hu و همکاران، ۱۹۸۵). علاوه بر ارقام مختلف صنوبر، دورگهای طبیعی این جنس در کشتزارها، در تولید مواد ژنتیکی جهت انتخاب و گسترش این جنس نقش دارند. به طور معمول شناسایی این هیبریدها تنها براساس صفات رویشی دشوار بوده و اغلب غیرممکن است (Han و Bams، ۱۹۹۳). در یک آزمایش Hu و همکاران (۱۹۸۵) نشان دادند که با اتکا به چند صفت محدود در شرایط جغرافیایی متفاوت نمی‌توان رده‌بندی صنوبرها را انجام داد. آنها با مطالعه ۱٤ صفت ظاهری بر روی نمونه‌های صحرایی مشاهده کردند که ساختار تاکسونومی این درختان فقط در حد بخشهای (Sections) سیستماتیک و تعداد اندکی در حد گونه قابل تفکیک است. با نمونه‌های هرباریومی امکان تعیین این تفاوتها نیز وجود نداشت. به طوری که موجب تداخل گونه‌هایی از یک بخش به داخل بخش دیگر می‌گردید. این در حالی است که برای هر بخش گونه‌های مختلف و برای هرگونه کلنهای متفاوتی وجود دارند که باید از هم متمایز گردند. اهمیت تمایز گونه‌ها و کلنها علاوه بر جنبه‌های سیستماتیک و علمی در شناسایی گونه‌ها و کلنهای برتر جهت کشت آنها نیز ضروری است. این مساله به ویژه در سنین اولیه نهالها جهت انتخاب زودرس اهمیتی دوچندان خواهد داشت.

رده‌بندی صنوبرها به طور سنتی به بخشهای پنجگانه انجام می‌گیرد. اما زمانی که Eckenwalder در سال ۱۹۷۷ گونه *Populus mexicana* را متعلق به بخش جدیدی به نام Abaso مطرح کرد عدم توافقهایی در رده‌بندی این جنس بوجود آمد. بیشترین عدم توافق در رده‌بندی صنوبرها به تعداد گونه‌های این جنس مربوط می‌گردد. در میان

Archive of SID

www.SID.ir

مطالعات جدید به ویژه در کشورهای روسیه و چین که بیشترین تنوع و پراکنش صنوبرها را دارا هستند، اختلافهایی از نظر تعداد گونه وجود دارد. این در حالی است که در مطالعات انجام شده در اروپا و آمریکا اتفاق نظر بیشتری حاکم است. براساس نتایج بدست آمده از تحقیقات محققان در کشورهای آمریکایی، اروپایی، چین و روسیه، تعداد گونه‌های صنوبر از ۲۲ تا ۸۵ متغیر است که ۲۹ گونه پذیرفته‌تر است (Eckenwalder، ۱۹۹٦). به عقیده Eckenwalder این اختلاف در تعداد گونه‌های شناخته شده به سبب دو تفاوت عمده در تفسیر نتایج است. عده‌ای از محققان برخی از هیبریدهای طبیعی را به‌عنوان گونه تلقی می‌کنند. دورگهای بین گونه‌های والدین در اثر تکثیر جنسی و در نسل دوم، دیگر شباهت زیادی با والدین اولیه ندارند و از این رو به‌عنوان گونه‌های جدید تلقی می‌شوند. در برخی موارد هم محققان قادر به شناسایی هیبریدهای طبیعی و تشابه آنها با گونه‌های شناخته شده نیستند. فقدان یک روش ثابت و تعریف شده در تمام دنیا جهت تفکیک کلنهای صنوبر دومین دشوار محققان این رشته است. درختانی که در کشور چین به‌عنوان گونه‌های جدید معرفی می‌شوند به طور به خاطر تغییرات داخل گونه‌ای در اثر شرایط محیطی مختلف هستند (Han و Bams، ۱۹۹۳). قدیمی‌ترین فسیل برگ که متعلق به تیره Salicaceae می‌باشد به فسیلهای برگ صنوبر از بخش Abaso در جنوب غربی آمریکا مربوط است که به پالئوسن، حدود ۵۸ میلیون سال قبل بر می‌گردد (Eckenwalder، ۱۹۹٦). فسیلهای سایر گونه‌ها به اولیگوسن، میوسن و پلیوسن مربوط می‌گردد (Collinson، ۱۹۹۲). اما برای مطالعات تاکسونومی گونه‌های جنس صنوبر که در محیطهای مختلف به رشد خود ادامه می‌دهند، از ابزار مورفولوژیکی متفاوتی استفاده می‌کنند که در ادامه به تعدادی از آنها اشاره می‌شود.

Joshi و Singh، (a)۱۹۹٦، با آنالیز همبستگی، آنالیز علیت و رگرسیون برای ۱۰ صفت کمی نظیر ارتفاع درخت، قطر برابر سینه، طول تنه درخت (زیر تاج)، رویش

Archive of SID

www.SID.ir

سالانه شاخه و قطر شاخه در ارتباط با حجم بدون پوست مشخص کردند که ارتفاع وتاج درختان به‌طور قابل ملاحظه‌ای وراثت‌پذیر هستند و بازده ژنتیکی این صفات بسیار بالاست. آنها نتیجه گرفتند که حجم بدون پوست درختان صنوبر به‌طور مؤثری به‌وسیله صفات فوق تحت تأثیر قرار می‌گیرد. در بررسی مشابهی صفات طول تاج، قطر تاج، تعداد شاخه، رویش سالیانه شاخه و قطر شاخه را در ارتباط با هم و در ارتباط با حجم، مورد مطالعه قرار دادند و به نتایج مشابهی رسیدند (Joshi و Singhو(b) ۱۹۹٦). لازم به ذکر است که مطالعه آنها در مورد ۳۲ کلن صنوبر غیر بومی از گونه *Populus deltoides* در سن سه سالگی متمرکز شده بود.

در هر حال صفات مورفولوژیکی در تمایز بین گونه‌ها و بخشهای سیستماتیک قابل استفاده هستند، در این زمینه Dim و همکاران ۱۹۹۹، جهت مطالعه صفات فنوتیپی، ۱۲ توده صنوبر از منابع ژنتیکی در رویشگاههای مختلف کشور رومانی را با استفاده از ۲۲ صفت که شامل شاخصهای بیومتریکی و کیفی بودند از نظر ساختاری تقسیم‌بندی کردند. این امر به ارزیابی کیفی توده‌ها نیز منجر گردید و در نهایت به این نتیجه رسیدند که با استفاده از ۷ صفت راستی قامت درخت، استوانه‌ای بودن تنه، فرم ساقه، نسبت ارتفاع کل به ارتفاع تنه، ضخامت شاخه و رویش حجمی می‌توان این ارزیابیها را انجام داد. در کشور چین با استفاده از صفات مورفولوژیکی، چندین گونه و واریته توسط تاکسونومیست‌ها شناسایی شده است. همچنین Wang و Fang در سال ۱۹۸٤ گونه و یک هیبرید در کشور چین را براساس صفات مورفولوژیکی برگ، کرک جوانه، رنگ شاخه و غده‌های دمبرگی (Petiolar glands) شناسایی کرده‌اند. این صفات به‌عنوان متغیرهای شناخته شده در مطالعه در مورد صنوبرهای لرزان اروپا وآمریکای شمالی (Aspen) به کار گرفته شده است. این محققان تنوع برگ و جوانه را ارزیابی کرده و این متغیرها را با گونه‌های شناخته شده آمریکای شمالی، اروپا و ژاپن مقایسه کرده‌اند. به سبب تفاوتهای فوق‌العاده در محیط این گونه‌ها جای تعجب نیست که ارقام

Archive of SID

www.SID.ir

متفاوت (که اغلب به‌عنوان واریته یا گونه شناسایی و تشریح می‌شوند) به واسطه ترکیب فتوپریودیک‌های متفاوت و سایر عوامل محیطی، به اشتباه زیاد گزارش شوند (Barnes و Brissette، ۱۹۸٤). Barnes و Wagner پیرو آزمایشی در سال ۱۹۸۱ برای مطالعه مورفولوژی برگ از گونه‌های مختلف صنوبر فقط برگهای کامل شده بهاری را توصیه می‌کنند. مطالعهٔ گسترده‌ای دربارهٔ ۱۲۵۷ رقم از گونه *P. tremuloides* در ۲۰٦ جمعیت از هفت منطقه در بریتیش کلمبیا تفاوتهای بارزی را در مورفولوژی برگ، جوانه و سرشاخه میان جمعیتها ارائه کردند. در بررسی دیگر صفات تعداد دندانه برگ، شکل برگ و جوانه در ارقام مختلف صنوبر از نظر ابعاد و فرم تفاوتهای بیشتری را نشان دادند (Barnes و Kemperman، ۱۹۷٦). محققان دیگر نشان دادند که مورفولوژیکی ارقام متعلق به فلات کلراد و (کلرادوی غربی، یوتای مرکزی و جنوبی، آریزونای شمالی و نیومکزیکو) شبیه برگهای فسیل شده صنوبرهای لرزان چینی به دوران پالئوسن و میوسن تعلق دارند. مشاهدات فوق این احتمال را مطرح می‌کند که اجداد ارقام متعلق به فلات کلراد و ممکن است از آسیا به آنجا مهاجرت کرده باشند (Han و Barnes، ۱۹۹۳). همچنین Barnes در سال ۱۹٦۷ اشاره کرد که مورفولوژی برگ به‌طور چشمگیری برای جمعیتهای مختلف صنوبرها متفاوت می‌باشد. از آن جمله می‌توان به نسبت پهنای برگ به طول برگ به‌عنوان معیاری برای شکل برگ در تاکسونومی عددی اشاره کرد. روش Barnes (۱۹۷۵) در این مطالعه تاکسونومیک شامل استفاده از صفات پهنای برگ به میلیمتر، طول پهنک به میلیمتر، طول دمبرگ به میلیمتر، تعداد دندانه برگ، اندازه دندانه، بی نظمی دندانه و نسبت عرض پهنک به طول پهنک می‌شود.

Archive of SID

www.SID.ir

مواد و روشها

مواد

انتخاب گونه‌ها وکلنهای صنوبر

از میان گونه‌های مختلف صنوبر که بیشترین پراکنش را در نیمکره شمالی دارند، چهار گونه *P. euphratica, P. alba, P. caspica, Populus nigra* به‌صورت بومی یا بومی شده در ایران استقرار یافته‌اند. گونه‌های *P. nigra* و *P. alba* که بیشترین پراکنش را در ایران دارند از دیر باز توسط روستاییان مورد کشت قرار می‌گرفتند و عرصه‌های وسیعی را در مناطق شمال غرب، غرب، شمال و شمال شرقی ایران به خود اختصاص می‌دهند، ضمن آنکه از نظر اقتصادی نیز از اهمیت بالایی برخوردارهستند. گونه *P. euphratica* در حاشیه فلات مرکزی ایران و رودخانه‌های دز، کرخه و کارون به‌صورت طبیعی گسترش داشته و برای حفظ خاک و دیواره‌های کناری بستر رودخانه‌ها نقش قابل توجهی دارد. اما گونه *P. caspica* در مناطق پایین‌بند و تا حدودی میان‌بند جنگلهای شمال کشور پراکنش داشته و به دلیل فشارهای اقتصادی - اجتماعی حاکم بر رویشگاههای طبیعی این گونه به شدت در معرض تخریب قرار گرفته است. مطالعه این گونه در تحقیق حاضر انجام نمی‌گیرد و لازم است تا در تحقیق جداگانه‌ای ابتدا تنوع درون گونه‌ای آن مطالعه شده و در طرحهای آتی به بررسی شباهتها و تفاوتهای آن با سایر گونه‌ها پرداخته شود. اما یکی از گونه‌های کاشته شده در ایران که به دلیل تولید چوب افزونتر از اهمیت اقتصادی بالایی نیز برخوردار است و مورد استقبال روستاییان به‌ویژه در نواحی شمالی کشور قرار گرفته است گونه *Populus deltoides* می‌باشد. این گونه طی حدود نیم قرن استقرار در ایران ضمن تولید دورگهای طبیعی با ارزش از جایگاه مناسبی برخوردار شده است. از این رو گونه مزبور در این بررسی مورد مطالعه قرار گرفته است، تا ضمن تعیین قرابتها و تفاوتهای آن با سایر گونه‌ها و امکان مطالعه این موارد در سطح درون‌بخشی (چون این گونه به همراه گونه

Archive of SID

www.SID.ir

Populus nigra در بخش Aigeiros قرار می‌گیرد) و بین گونه‌ای امکان تمایز دورگهای طبیعی با والد یا والدین بررسی شود. جدول شماره ۱ فهرست گونه‌ها و کلنها و نیز مشخصات آنها را نشان می‌دهد.

جدول شمارهٔ ۱- فهرست و مشخصات کلنهای مورد بررسی

ردیف	نام کلن*	کد کلن	نام بخش	منشا (محل جمع‌آوری)	جنسیت
۱	*P. alba 45/67*	A1	Leuce	اصفهان	نر
۲	*P. alba 45/77*	A2	Leuce	اصفهان	نر
۳	*P. alba 44/9*	A3	Leuce	اصفهان	نر
٤	*P. nigra 47/13*	N2	Aigeiros	آذربایجان	نامشخص
٥	*P. nigra 49/5*	N3	Aigeiros	کرج	نر
٦	*P. nigra 42/53*	N4	Aigeiros	کرج	ماده
۷	*P. euphratica 1*	EU1	Turanga	خوزستان	نر
۸	*P. euphratica 2*	EU2	Turanga	خوزستان	ماده
۹	*P. euphratica 3*	EU3	Turanga	خوزستان	ماده
۱۰	*P. deltoides 1*	D1	Aigeiros	گیلان	نامشخص
۱۱	*P. deltoides 2*	D2	Aigeiros	گیلان	نامشخص
۱۲	*P. deltoides3*	D3	Aigeiros	کرج	ماده

*دو عدد سمت چپ، سال جمع‌آوری و عدد یا اعداد سمت راست شماره هر ردیف می‌باشد.

کاشت قلمه‌ها در آزمایش مزرعه‌ای

پس از تعیین و انتخاب ٤ گونه فوق از هر یک از آنها تعداد ۳ کلن با مشخصات مندرج در جدول شماره ۱ انتخاب و در قالب طرح آزمایشی بلوکهای کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی مرکز تحقیقات منطقه البرز کرج کشت گردیدند. در اسفند ماه ۱۳۷۷ پس از آماده‌سازی زمین و ایجاد جوی پشته‌ها و آبیاری آنها، از هر کلن تعداد

Archive of SID

www.SID.ir

۱۵ قلمه به ارتفاع ۲۵ سانتیمتر و قطر ۲ سانتیمتر از محل خزانه‌های تولید نهال و کلکسیون پایه مادری صنوبر در کرج تهیه شده و در عرصه‌ای به مساحت تقریبی ۱۰۰۰ متر مربع به نحوی کاشته شدند که حدود ۲ سانتیمتر (حداکثر ۲ جوانه) از نوک قلمه‌ها بیرون از خاک قرار گرفتند تا مانع از چند شاخه شدن آنها گردد. کاشتن این قلمه‌ها در یک محیط و در قالب یک طرح آزمایشی موجب حذف اثر عوامل محیطی گشته و تفاوتها در چنین شرایطی بی‌تردید ناشی از عوامل ژنتیکی و سرشت کلنهاست. کلیه عملیات نگهداری شامل وجین علفهای هرز و آبیاری در زمانهای مناسب و طی دو فصل رویشی یعنی سالهای ۱۳۷۸ و ۱۳۷۹ انجام گردید.

روش بررسی

برای مطالعه صفات مورفولوژیکی و براساس روش پیشنهادی Slycken (۱۹۹۵) صفاتی مورد مطالعه قرار گرفتند که در تمایز بین گونه‌ها و حتی کلنهای داخل یک گونه بیشترین تأثیر را داشته باشند (جدول شمارهٔ ۲). نکته بسیار مهم در انتخاب صفات این است که برخی از صفات نه تنها در ایجاد تمایز بین ارقام مختلف سودمند نیستند، بلکه در مواردی موجب قرابت بیشتر کلنها در تجزیه خوشه‌ای می‌گردند. برای نمونه صفاتی مانند رنگ برگ، ساقه یا جوانه به‌دلیل شباهت در ارقام مختلف در برخی از موارد باعث ایجاد شباهت کاذب گشته و مطالعه تنوع بین ارقام را دچار اشکال می‌کند. همچنین در مواردی که از نسبت بین صفات مختلف استفاده می‌گردد تأثیر چندانی در ایجاد تمایز بین ارقام ندارد. از این رو در محاسبات آماری مانند روش تجزیه به مؤلفه‌های اصلی به‌عنوان صفات کم‌اثر یا بی‌اثر حذف می‌گردند. بنابراین در این بررسی سعی شده است تا از صفات پیشنهادی Slycken (۱۹۹۵) در تمایز کلنها و گونه‌ها استفاده گردد. این صفات شامل ویژگیهای برگ، شاخه و ریشه است که به ترتیب زیر انجام شد. لازم به ذکر است که کلیه اندازه‌گیریها برای صفات برگ و شاخه بر روی ۵

Archive of SID

www.SID.ir

نهال که به‌صورت تصادفی از ۱۵ نهال کاشته شده انتخاب شده بودند، انجام شد. این۵ نهال برای کلیه اندازه‌گیریها ثابت بود. این صفات به نحو عمده در تابستان دومین سال رشد، قبل از چوبی شدن ۱/۳ فوقانی نهالها براساس معیار Slycken (۱۹۹۵) اندازه‌گیری شدند. برای مطالعه خصوصیات ریشه کلنهای مختلف صنوبر، قلمه‌های آنها در قالب یک طرح آزمایشی بلوکهای کامل تصادفی در سه تکرار در تانک ریشه‌زایی قرار داده شدند (شکل شماره ۱). این عمل طی ۹ مرحله در زمانهای مختلف سال انجام گرفت و صفات زیر در مورد این قلمه‌ها یادداشت شد. از آنجا که فرایند ریشه دار کردن قلمه‌ها در ۹ مرحله ودر شرایط زمانی متفاوت انجام شده است، اعداد نهایی میانگین کلیه مراحل فوق می‌باشد.

جدول شمارهٔ ۲- فهرست صفات اندازه‌گیری شده برای مطالعه مورفولوژیکی، مقیاس و علامت اختصاری صفات

ردیف	صفت مورد اندازه‌گیری	مقیاس اندازه‌گیری	علامت اختصاری
۱	تعداد برگ (Leaf Number)	عدد	LN
۲	سطح برگ (Leaf Area)	سانتیمتر مربع	LA
۳	سطح کل برگها (Total Leaf Area)	سانتیمتر مربع	TLA
٤	طول پهنک (Length of Blade)	سانتیمتر	LB
٥	حداکثر پهنای برگ(Max. Leaf Width)	سانتیمتر	MLW
٦	نسبت پهنا به طول برگ(Width/ Length)	نسبت	W/L
۷	طول دمبرگ (Petiole Length)	سانتیمتر	PL
۸	عمق دندانه برگ(Depth of leaf Rib)	میلیمتر	DLR
۹	تعداد رگبرگ (Vein Number)	عدد	VN
۱۰	تعداد شاخه (Branch Number)	عدد	BN
۱۱	طول شاخه(Branch Length)	سانتیمتر	BL
۱۲	قطر شاخه(Branch Diameter)	میلیمتر	BD
۱۳	قطر ساقه (Stem Diameter)	سانتیمتر	SD
۱٤	قطر شاخه به قطر ساقه(Stem D/ Branch D	نسبت	BD/SD
۱٥	زاویه شاخه (Branch Angle)	درجه	BA
۱٦	ارتفاع (Height)	سانتیمتر	H
۱۷	تعداد ریشه (Root Number)	عدد	RN
۱۸	طول ریشه (Root Length)	سانتیمتر	RL
۱۹	تعداد برگ نوظهور(New Leaf Number)	عدد	LNN
۲۰	زنده‌مانی (Survival)	درصد	S

Archive of SID

www.SID.ir

شکل شمارهٔ ۱- قلمه‌های کلنهای صنوبر در تانک ریشه‌زایی

نتایج

تجزیه واریانس

متداولترین روش مقایسه میانگین متغیرها برای گروه‌بندی افراد روش تجزیه واریانس است که برای هر متغیر به‌طور جداگانه صورت گرفت. نتایج حاصل از این تجزیه برای برخی از متغیرها به شرح ذیل است:

تجزیه واریانس کلیه صفات مورفولوژیکی، اختلافات معنی‌داری را در سطح یک درصد بین گونه‌های مختلف نشان داد. جدول شماره ۳ خلاصه‌ای از نتایج تجزیه واریانس این صفات را نشان می‌دهد. معنی‌دار بودن آزمون F در کلیه صفات حاکی از انتخاب درست صفات مورد بررسی جهت تمایز افراد می‌باشد. ضریب تغییرات مربوط

Archive

www.SID.ir

به صفات سطح برگ (۳/۵٤درصد)، طول پهنک (۲/۹٤درصد)، حداکثر پهنای پهنک (۲/۲۱درصد)، طول دمبرگ (۲ درصد)، زاویه شاخه (۵/۵ درصد)، وتعداد برگ (۱۰/۱۱درصد) نشان‌دهنده دقت اندازه‌گیری و اشتباه کم آزمایش در مورد آنهاست.

ضریب تغییرات متوسطی برای صفات سطح کل برگها (۱۲/۵۲درصد)، قطر شاخه‌ها (۱٤/٦۳ درصد)، قطر ساقه (۱۳/۱۸ درصد)، و ارتفاع (۱٤/۱۱ درصد) بدست آمد، و ضریب تغییرات بالا (حداکثر تا ۲۳/۸۲ درصد) برای تعداد برگ نوظهور حاصل شد. اما به سبب معنی‌دار بودن F در سطح یک درصد پذیرفتنی است.

دامنه تغییرات صفات (جدول شماره ۳) وجود دامنه بزرگ تا متوسط برای صفات مورد مطالعه به‌ویژه در مورد تعداد برگ، سطح برگ، طول پهنک و طول دمبرگ را نشان می‌دهد که بیانگر اختلاف زیاد میان آنهاست.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول شمارهٔ ۳- مقادیر آماره‌های مختلف مربوط به جداول تجزیه واریانس

ردیف	صفت	میانگین مربعات ۱	مقدار F ۲	ضریب تغییرات (CV) به درصد	دامنه تغییرات
۱	تعداد برگ	۲۳۶۰۹/۰۹۱	۷۲/۶۸۵۷	۱۰/۱۱	۶۰ – ۳۱۸/۳
۲	سطح برگ	۹۹۶/۰۵۱	۹۶۹/۱۳۰۲	۳/۵۴	۷/۶۶۷ – ۶۷ /۶۷
۳	سطح کل برگها	۳۱۱۰۸۴۰۸/۳۳۳	۷۴/۸۵۸۲	۱۲/۵۲	۵۰۶/۷ – ۱۱۶۳۰
۴	طول پهنک	۶/۷۹۴	۱۷۵/۶۰۳۱	۲/۹۴	۳/۷۶۷ – ۹/۰۶۷
۵	حداکثر پهنای برگ	۱۷/۴۳۸	۱۰۴۶/۲۵۵۵	۲/۲۱	۲/۴ – ۹/۳۶۷
۶	نسبت پهنا به طول برگ	۰/۱۴۱	۱۵۸/۶۳۹۷	۳/۵۴	۰/۴۸۶۷ – ۱/۰۹
۷	طول دمبرگ	۹/۳۴۴	۱۵۴۱/۸۱۳۰	۲	۱/۸۳۳ – ۷/۶۳۳
۸	عمق دندانه برگ	۱۱۸/۷۰۴	۱۴۸/۲۸۶۳	۱۷/۸۴	۱ – ۱۹/۳۳
۹	تعداد رگبرگ	۴/۵۹۶	۵۲	۲/۵۶	۱۰ – ۱۳/۶۷
۱۰	تعداد شاخه	۳۸/۱۱۱	۸/۸۷۷۶	۱۸/۷۴	۶/۶۶۷ – ۱۷
۱۱	طول شاخه	۲۱۵/۲۰۲	۴/۲۰۵۵	۱۸/۶۹	۲۲/۳۳ – ۵۲/۶۷
۱۲	قطر شاخه	۲/۱۸۹	۳/۹۵۸۹	۱۴/۶۳	۶/۳۳۳ – ۳/۳۳۳
۱۳	قطر ساقه	۰/۳۳۴	۵/۰۴۳۸	۱۳/۱۸	۱/۳ – ۲/۵۳۳
۱۴	قطر شاخه به ساقه	۰/۰۱۴	۳/۸۴۲۳	۲۱/۹۳	۰/۱۷ – ۰/۳۸۳۳
۱۵	زاویه شاخه	۷۷۱/۶۶۴	۱۰۸/۳۹۹۸	۵/۵۰	۲۵ – ۶۹
۱۶	ارتفاع	۴۲۷۴/۶۹۴	۶/۰۷۵۵	۱۴/۱۱	۱۱۰ – ۲۴۰
۱۷	تعداد ریشه	۳۶/۸۹۹	۲۲/۷۹۵۶	۱۷/۴۸	۲/۳۳۳ – ۱۲
۱۸	طول ریشه	۳۷/۷۲۷	۲۰	۱۵/۵۵	۴/۶۶۷ – ۱۴
۱۹	تعداد برگ نوظهور	۲۳/۷۱۷	۷/۳۲۰۳	۲۳/۸۲	۴/۳۳۳ – ۱۲/۳۳
۲۰	زنده‌مانی	۲۴۷۵/۲۲۰	۱۵/۱۷۶۲	۱۸/۶۷	۱۵/۳۳ – ۹۵/۶۷

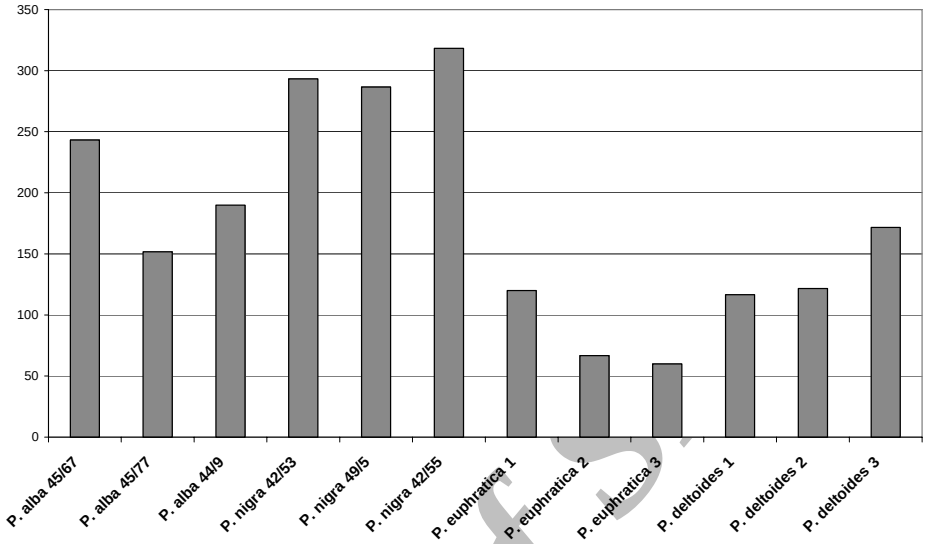
۱- درجه ازادی بلوک معادل ۲، برای تیمار ۱۱ و برای خطا ۲۲ می‌باشد.
۲- برای کلیه صفات اختلاف معنی‌دار در سطح یک درصد وجود دارد.

Archive of SID
www.SID.ir

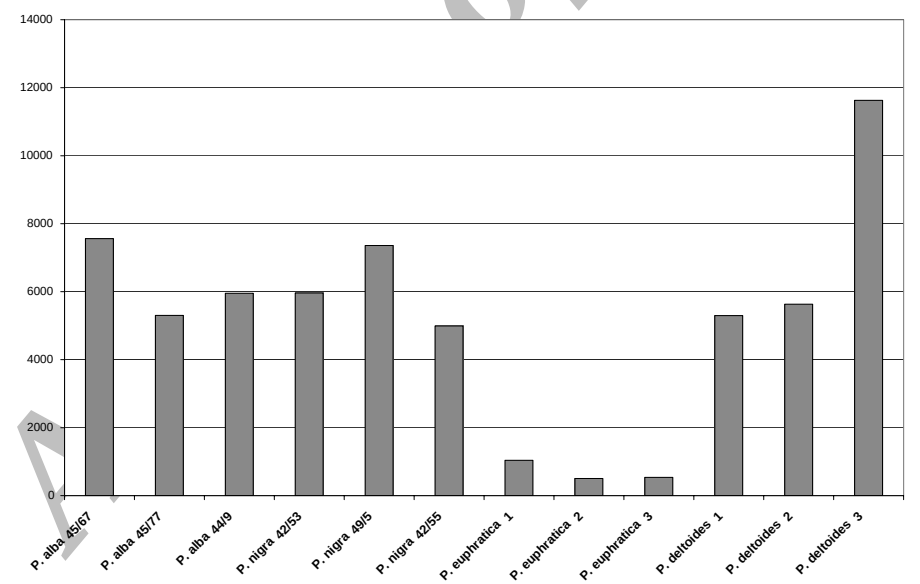
شکل شماره ۲ میانگین تعداد برگ کلنهای مختلف را در سال دوم رویش نشان می‌دهد. همان‌طور که در این شکل مشاهده می‌گردد، کلنهای متعلق به گونه *P. nigra* با تعداد برگ بین ۲۹۳ تا ۳۱۸ بالاترین تعداد و کلنهای متعلق به گونه *P. euphratica* با تعداد بین ٦۰ تا ۱۲۰ پایین‌ترین مقدار را دارا هستند. در این مورد هرچند تعداد برگ کلنهای متعلق به گونه *P. deltoides* کمتر از دو گونه *P. alba* و *P. nigra* است، اما به‌دلیل بزرگ بودن ابعاد برگ این کلنها، سطح کل برگهای این گونه در شکل شماره ۳ بالاترین میزان را دارد. برای مقایسه مقادیر میانگین سایر متغیرها می‌توان به جدول شماره ۴ رجوع کرد.

Archive of SID

www.SID.ir



شکل شمارهٔ ۲- میانگین تعداد برگ کلنهای مختلف صنوبر در سال دوم رویش



شکل شمارهٔ ۳- میانگین سطح کل برگ کلنهای مختلف صنوبر در سال دوم رویش به سانتیمتر مربع

www.SID.ir

جدول شمارهٔ ٤- مقادیر میانگین ومقایسه آنها به روش دانکن در سطح یک درصد

ردیف	صفات / کلن‌ها	تعداد برگ	سطح برگ به سانتیمتر مربع	سطح کل برگها به سانتیمتر مربع	طول پهنک به سانتیمتر	حداکثر پهنای برگ به سانتیمتر	نسبت پهنا به طول برگ	متوسط طول دمبرگ به سانتیمتر	عمق دندانه برگ به میلیمتر	تعداد رگبرگ	تعداد شاخه
١	*P.alba 45/67*	٢٤٣/٣	٣١	٧٥٦٣	٦/٧٣	٧/٣٧	١/٠٩	٣/٩٧	١٩/٣٣	١١/٣٣	١٣/٦٧
		B	D	B	CD	C	A	E	A	BC	ABCD
٢	*P.alba 45/77*	١٥١/٧	٣٥	٥٣٠٣	٧/٠٧	٧/٥	١/٠٦	٣/٦٣	١٤/٦٧	١١/٣٣	٨/٦٧
		CD	C	D	C	C	A	E	B	BC	CDE
٣	*P.alba 44/9*	١٩٠	٣١/٣	٥٩٥٧	٦/٧	٦/٠٧	٠/٩١	٣/٠٧	١٠/٦٧	١١	٨/٣٣
		C	D	BCD	CD	D	D	G	C	C	DE
٤	*P.nigra 2/53*	٢٩٣/٣	٢٠/٣	٥٩٦٣	٦/٨٣	٤/٩٣	٠/٧٣	٢/٩٧	١	١٠	١٠/٣٣
		A	F	BCD	CD	E	E	G	D	D	BCDE
٥	*P.nigra 49/5*	٢٨٦/٧	٢٥/٧	٧٣٦٠	٦/٤٧	٦/٣	٠/٩٧	٤/٢	١/٥	١٠	١٣/٣٣
		AB	E	BC	D	D	BCD	D	D	D	ABCD
٦	*P.nigra42/55*	٣١٨/٣	١٥/٧	٤٩٩٢	٦/٥	٤/٧	٠/٧٢	٣/٠٣	١	١٠	١٠/٦٧
		A	G	D	D	E	E	G	D	D	BCDE
٧	*P.euphratica 1*	١٢٠	٨/٣	١٠٤٠	٣/٧٧	٢/٤	٠/٦٦	٢/٢	١	١٢	١٧
		D	H	E	G	F	E	H	D	B	A
٨	*P.euphratica 2*	٦٦/٧	٧/٧	٥٠٧	٥/٥	٢/٦٧	٠/٤٩	٢/٣٣	١	١٢	١٥/٣٣
		E	H	E	E	F	F	H	D	B	AB
٩	*P.euphratica 3*	٦٠	٩	٥٤٠	٤/٩	٢/٤٣	٠/٤٩	١/٨٣	١	١٢	١٤/٣٣
		E	H	E	F	F	F	I	D	B	ABC
١٠	*P.deltoides 1*	١١٦/٧	٤٥/٣	٥٢٩٧	٨/٧	٨/١	٠/٩٣	٥/٧	٣	١٣	٧
		D	B	D	A	B	CD	C	D	A	E
١١	*P.deltoides 2*	١٢١/٧	٤٦/٣	٥٦٣٥	٨/٠٣	٨/١٧	١/٠٢	٦/١٣	٣	١٣	٧/٣٣
		D	B	CD	B	B	ABC	B	D	A	E
١٢	*P.deltoides 3*	١٧١/٧	٦٧/٧	١١٦٣٠	٩/٠٧	٩/٣٧	١/٠٣	٧/٦٣	٣	١٣	٦/٦٧
		C	A	A	A	A	AB	A	D	A	E

Archive of SID

www.SID.ir

ادامهٔ جدول شمارهٔ ٤- مقادیر میانگین و مقایسه آنها به روش دانکن در سطح یک درصد

ردیف	صفات / کلن‌ها	طول شاخه به سانتیمتر	قطر شاخه به میلیمتر	قطر ساقه به سانتیمتر	قطر شاخه به قطر ساقه	زاویه شاخه با تنه اصلی به درجه	ارتفاع به سانتیمتر	تعداد ریشه در هر قلمه	طول ریشه‌ها به سانتیمتر
١	*P.alba45/67*	٣٥/٦٧ ABC	٤ BC	٢/١ AB	٠/١٩ BC	٦٠ BC	٢٠٠ ABC	٢/٣٣ D	٤/٦٧ D
٢	*P.alba 45/77*	٤١/٣٣ ABC	٣/٣٣ C	١/٧٣ BC	٠/١٩٣ BC	٣٠ E	١٧٢ ABCD	٣/٣٣ CD	٦/٦٧ CD
٣	*P.alba 44/9*	٣٧/٣٣ ABC	٥/٣٣ ABC	٢/٠٣ AB	٠/٢٦٣ ABC	٢٥ E	٢٠٨/٣ ABC	٣/٦٧ CD	٤/٦٧ D
٤	*P.nigra 2/53*	٤٩/٦٧ A	٦ AB	٢/٢٧ AB	٠/٢٧ ABC	٣٠ E	٢١٥ AB	٩ AB	١٢ AB
٥	*P.nigra 49/5*	٤٣/٣٣ AB	٤/٣٣ ABC	٢/٥٣ A	٠/١٧ C	٤٣/٣٣ D	٢٤٠ A	٩/٣٣ AB	١١/٦٧ AB
٦	*P.nigra42/55*	٥٢/٦٧ A	٥/٣٣ ABC	٢/٣ AB	٠/٢٣٣ ABC	٣٠ E	٢٠٠ ABC	١٢ A	٩ BC
٧	*P.euphratica 1*	٢٢/٣٣ C	٤/٦٧ ABC	١/٣ C	٠/٣٥٣ AB	٦٥ AB	١١٠ D	٥ CD	٥/٦٧ CD
٨	*P.euphratica 2*	٣٣/٦٧ ABC	٥/٣٣ ABC	١/٦ BC	٠/٣٣٧ ABC	٦٩ A	١٥٨/٣ BCD	٤/٣٣ CD	٧/٣٣ CD
٩	*P.euphratica 3*	٢٧/٦٧ BC	٦/٣٣ A	١/٨٣ ABC	٠/٣٨٣ A	٦٥ AB	١٣٣/٣ CD	٦ BC	٥/٣٣ CD
١٠	*P.deltoides 1*	٣٦/٦٧ ABC	٥/٦٧ AB	١/٨٣ ABC	٠/٣١ ABC	٥٥ C	١٩٣/٣ ABC	١٠/٦٧ A	١١/٣٣ AB
١١	*P.deltoides 2*	٤٢/٣٣ ABC	٥/٣٣ ABC	٢/٠٣ AB	٠/٢٦٣ ABC	٥٥ C	٢٠٥ ABC	١١/٣٣ A	١٣/٦٧ A
١٢	*P.deltoides 3*	٣٦/٦٧ ABC	٥/٣٣ ABC	١/٨٧ ABC	٠/٢٨٧ ABC	٥٥ C	٢٢٠ AB	١٠/٣٣ A	١٤ A

Archive of SID
www.SID.ir

گروه‌بندی میانگینها با استفاده از روش دانکن در سطح یک درصد برای کلیه صفات انجام شد. جدول شماره ٤ مقادیر میانگینها وگروه‌بندی آنها را به روش دانکن در سطح یک درصد برای صفات مورفولوژیکی نشان می‌دهد. برای صفت تعداد برگ، کلن *P. nigra* 42/55 با ۳۱۸ برگ بالاترین تعداد و کلن *P. euphratica* 3 با ٦۰ برگ کمترین تعداد را دارا هستند. کلنهای دیگر نیز بین این دو قرار می‌گیرند. در مورد سایر صفات نیز گروه‌بندیها در جدول شماره ٤ قابل مشاهده است. نکته بسیار مهم در این جدول این است که در مورد تک‌تک صفات، گروه‌بندی میان افراد با استفاده از تجزیه واریانس، اغلب دارای تداخلهای نامناسبی می‌باشند. به این مفهوم که گاهی مشاهده می‌شود که براساس دسته‌بندی بر مبنای یک صفت خاص، یک کلن از یک گونه مشخص در داخل یک گونه دیگر قرار می‌گیرد، در حالی که براساس دسته‌بندی بر مبنای صفت دیگر مورفولوژیکی، همان کلن با کلنهای مشابه در یک دسته قرار می‌گیرند. این حالت از نظر تقسیم‌بندی سیستماتیک پذیرفتنی نیست. برای نمونه در مورد صفت کمی قطر شاخه، کلن *P. alba* 44/9 بیشتر به *P. deltoides* شباهت دارد و با آن در یک گروه قرار می‌گیرد. اما در مورد برخی از صفات این گروه‌بندیها کمی منطقی‌تر به نظر می‌رسد. برای نمونه در مورد صفت سطح برگ تفکیک کلنها با تقسیم‌بندی رایج سیستماتیک قرابت بیشتری دارد، هرچند که به‌طور کامل از آن تبعیت نمی‌کند. بنابراین با توجه به اطلاعات اولیه در مورد تقسیم‌بندی گونه‌ها و کلنها با قاطعیت می‌توان گفت که مطالعه یک صفت مورفولوژیکی به تنهایی قادر به تمایز صحیح کلنها نیست.

همان‌طور که اشاره شد وضعیت ریشه‌دهی قلمه کلنهای صنوبر در تانک ریشه‌زایی طی ۹ مرحله انجام شد (شکل شماره ۱). طول ریشه‌های حاصل در یک زمان معین (۲۵ روز پس از کاشت قلمه‌ها) اندازه‌گیری شد و متوسط آن برای هر کلن در هر تکرار تعیین گردید. شکل شماره ٤ وضعیت طول ریشه چهار گونه مختلف را در

Archive of SID

www.SID.ir

شرایط یکسان نشان می‌دهد، همان طور که مشاهده می‌گردد برخی از کلنها پس از ۱۷ روز که در تانک ریشه‌زایی قرار گرفته بودند، هنوز ریشه‌ای نداده، ولی دو گونه دیگر ریشه‌هایی به طول ۲ تا ٤ سانتیمتر داده‌اند.

شکل شمارهٔ ٤- تفاوت وضعیت ریشه‌دهی کلنهای صنوبر پس از ۱۷ روز (از راست به ترتیب *P. alba*، *P. nigra*، *P. euphratica* و *P. deltoides*)

تجزیه همبستگی

با استفاده از نرم‌افزار SAS کلیه همبستگیهای دوگانه میان صفات مورفولوژیکی محاسبه شد و سطح معنی‌دار بودن آنها نیز تعیین گردید. نتایج همبستگی صفات در جدول شماره ۵ آمده است. مطابق این جدول از میان صفاتی که با قطر ساقه همبستگی مثبت داشتند، صفت تعداد برگ با قطر ساقه بالاترین میزان همبستگی مثبت (۰/۷۹۸) را در

www.SID.ir

سطح معنی‌دار یک درصد داراست. این مسأله به‌ویژه می‌تواند از نظر فرایند فتوسنتز توسط برگ و تأثیر آن در افزایش رشد قطری ساقه جای تأمل داشته باشد. صفت سطح برگ با طول پهنک و حداکثر پهنای پهنک بالاترین میزان همبستگیها را نشان می‌دهد که در سطح یک درصد معنی‌دار است و مؤید درستی نتایج است. از همه مهمتر از میان صفاتی که با ارتفاع نهالها همبستگی مثبت داشتند، سطح کل برگها بالاترین میزان همبستگی مثبت (۰/۸۳) را نشان داد و در سطح یک درصد معنی‌دار است. همان طور که مشاهده می‌شود از همبستگی میان صفات می‌توان در تعیین روابط میان آنها استفاده کرد و فرایندهای اصلاحی را به سوی آنها معطوف کرد.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول شمارهٔ ۵- ضرایب همبستگی میان کلیه ترکیبهای دوگانه صفات مورفولوژیکی

صفات	LN	LA	TLA	LB	MLW	W/L	PL	DLR	VN	BN
LN	۱/۰۰۰	۰/۰۲۷	۰/۵٤۰	۰/۱۷۵	۰/۲۱۵	۰/۳۲۷	۰/۰۳٦	۰/۱۲۱	−۰/۷۳۹	−۰/۱۱۸۲
	۰/۰۰۰	۰/۹۳۳	۰/۰٦۹	۰/۵۸۵	۰/۵۰۱	۰/۲۹۸	۰/۹۱۰	۰/۷۰۷	۰/۰۰٦	۰/۷۱٤
LA	۰/۰۲۷	۱/۰۰۰	۰/۸۲۵	۰/۹۰۸	۰/۹٤۲	۰/۷۹۱	۰/۹۵٤	۰/۲٤۰	۰/۵٦۱	۰/۸۲۸۲
	۰/۹۳۳	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۲	۰/۰۰۰	۰/٤۵۱	۰/۰۵۷	۰/۰۰۰
TLA	۰/۵٤۰	۰/۸۲۵	۱/۰۰۰	۰/۷۸۷	۰/۸٦۰	۰/۸۱۲	۰/۷۸۱	۰/۳۱۱	۰/۰۷۲	−۰/٦٤۹۵
	۰/۰٦۹	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۲	۰/۰۰۰	۰/۰۰۱	۰/۰۰۲	۰/۳۲۳	۰/۸۲۱	۰/۰۲۲
LB	۰/۱۷۵	۰/۹۰۸	۰/۷۸۷	۱/۰۰۰	۰/۹۱۸	۰/۷۰۳	۰/۸۸٦	۰/۱٦۷	۰/۳٦۹	۰/۹۰۲٦
	۰/۵۸۵	۰/۰۰۰	۰/۰۰۲	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۱۰	۰/۰۰۰	۰/٦۰۳	۰/۲۳۷	۰/۰۰۰
MLW	۰/۲۱۵	۰/۹٤۲	۰/۸٦۰	۰/۹۱۸	۱/۰۰۰	۰/۹۲۵	۰/۸۹۲	۰/٤۱۷	۰/۳٤۳	−۰/۸۱۳۷
	۰/۵۰۱	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۱۷٦	۰/۲۷۵	۰/۰۰۱
W/L	۰/۳۲۷	۰/۷۹۱	۰/۸۱۲	۰/۷۰۳	۰/۹۲۱	۱/۰۰۰	۰/۷۱۵	۰/٦۱۵	۰/۱٤۱	−۰/٦۱٦۹
	۰/۲۹۸	۰/۰۰۲	۰/۰۰۱	۰/۰۱۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۸	۰/۰۳۳	۰/٦٦۰	۰/۰۳۲
PL	۰/۰۳٦	۰/۹٤۵	۰/۷۸۱	۰/۸۸٦	۰/۸۹۲	۰/۷۱۵	۱/۰۰۰	۰/۰٤٦	۰/۵۹۰	−۰/۷۳٤۹
	۰/۹۱۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۲	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۸	۰/۰۰۰	۰/۸۸۵	۰/۰٤۳	۰/۰۰٦
DLR	۰/۱۲۱	۰/۲٤۰	۰/۳۱۱	۰/۱٦۷	۰/۸۹۲	۰/٦۱۵	۰/۰٤٦	۱/۰۰۰	−۰/۰۷۰	−۰/۱۳۸۵
	۰/۷۰۷	۰/٤۵۱	۰/۳۲۳	۰/٦۰۳	۰/۰۰۰	۰/۰۳۳	۰/۸۸۵	۰/۰۰۰	۰/۸۲۸	۰/٦٦۷
VN	−۰/۷۳۹	۰/۵٦۱	۰/۰۷۲	۰/۳٦۹	۰/٤۱۷	۰/۱٤۱	۰/۵۹۰	−۰/۰۷۰	۱/۰۰۰	−۰/۳۰٦٦
	۰/۰۰٦	۰/۰۵۷	۰/۸۲۱	۲۳۷	۰/۱۷٦	۰/٦٦۰	۰/۰٤۳	۰/۸۲۸	۰/۰۰۰	۰/۳۳۳
BN	−۰/۱۱۸	−۰/۸۲۸	−۰/٦٤۹	−۰/۹۰۲	−۰/۸۱۳	−۰/٦۱٦	−۰/۷۳٤	−۰/۱۳۸	−۰/۳۰٦	۱/۰۰۰۰
	۰/۷۱٤	۰/۰۰۰	۰/۰۲۲	۰/۰۰۰	۰/۰۰۱	۰/۰۳۲	۰/۰۰٦	۰/٦٦۷	۰/۳۳۳	۱/۰۰۰

Archive of SID

www.SID.ir

ادامهٔ جدول شمارهٔ ۵- ضرایب همبستگی میان کلیه ترکیبهای دوگانه صفات مورفولوژیکی

صفات	LN	LA	TLA	LB	MLW	W/L	PL	DLR	VN	BN
BL	۰/۷۴۹	۰/۱۹۱	۰/۴۶۲	۰/۴۸۶	۰/۳۶۵	۰/۳۰۰	۰/۲۱۰	-۰/۰۱۸	-۰/۵۳۰	-۰/۴۹۵۴
	۰/۰۰۵	۰/۵۵۰	۰/۱۳۰	۰/۱۰۸	۰/۲۴۲	۰/۳۴۳	۰/۵۱۱	۰/۹۵۳	۰/۰۷۵	۰/۱۰
BD	-۰/۱۹۸	-۰/۱۱۱	-۰/۲۳۲	۰/۰۲۲	-۰/۳۰۰	-۰/۵۷۵	-۰/۰۵۰	-۰/۵۵۹	۰/۱۷۷	-۰/۱۰۴۹
	۰/۵۳۷	۰/۷۳۰	۰/۴۶۷	۰/۹۴۴	۰/۳۴۲	۰/۰۵۰		۰/۰۱۷	۰/۵۸۰	۰/۷۴۶
SD	۰/۷۹۷	۰/۱۴۱	۰/۵۲۷	۰/۳۵۸	۰/۳۲۱	۰/۳۲۳	۰/۱۷۶	۰/۰۲۱	-۰/۵۹۳	-۰/۲۷۲۱
	۰/۰۰۱	۰/۶۶۱	۰/۰۷۸	۰/۲۵۲	۰/۳۰۸	۰/۲۹۱	۰/۵۸۳	۰/۹۴۸	۰/۰۴۱	۰/۳۹۱
BD/S	۰/۷۱۶	-۰/۲۸۷	-۰/۶۱۰	-۰/۳۶۱	-۰/۵۵۴	-۰/۷۳۶	-۰/۲۴۴	-۰/۵۵۸	۰/۵۰۱	۰/۲۷۲۳
	۰/۰۰۸	۰/۳۶۴	۰/۰۳۴	۰/۲۴۸	۰/۰۶۱	۰/۰۰۶	۰/۴۴۳	۰/۰۵۹	۰/۰۹۶	۰/۳۹۲
BA	-۰/۶۵۹	۰/۱۱۰	-۰/۳۷۰	-۰/۲۶۲	-۰/۲۵۴	-۰/۳۱۷	۰/۰۴۲	-۰/۲۱۱	۰/۶۲۴	۰/۴۸۹۳
	۰/۰۱۹	۰/۷۳۱	۰/۲۳۶	۰/۴۱۰	۰/۴۲۵	۰/۳۱۴	۰/۸۹۶	۰/۵۱	۰/۰۲۹	۰/۱۰۶
H	۰/۶۷۰	۰/۵۷۷	۰/۸۲۶	۰/۷۲۸	۰/۶۹۵	۰/۶۲۸	۰/۵۸۳	۰/۱۲۹	-۰/۲۴۱	-۰/۵۹۹۰
	۰/۰۱۷	۰/۰۴۹	۰/۰۰۰	۰/۰۰۷	۰/۰۱۲	۰/۰۲۸	۰/۰۴۶	۰/۶۶۸	۰/۴۴۹	۰/۰۳۹
RN	۰/۲۸۵	۰/۳۵۹	۰/۳۲۹	۰/۵۰۱	۰/۳۰۵	۰/۰۷۷	۰/۵۳۳	-۰/۶۴۸	۰/۱۰۶	-۰/۴۷۰۴
	۰/۳۶۸	۰/۲۵۱	۰/۲۹۵	۰/۰۹۶	۰/۳۳۳	۰/۸۱۰	۰/۰۷۴	۰/۰۲۲	۰/۷۴۰	۰/۱۲۲
RL	۰/۲۱۳	۰/۵۹۳	۰/۵۳۶	۰/۶۷۹	۰/۵۳۲	۰/۳۰۵	۰/۷۴۱	-۰/۴۸۸	۰/۲۴۹	-۰/۵۵۹۵
	۰/۵۰۵	۰/۰۴۱	۰/۰۷۱	۰/۰۱۵	۰/۰۷۵	۰/۳۳۴	۰/۰۰۵	۰/۱۰۷	۰/۴۳۵	۰/۰۵۸
LNN	۰/۷۴۱	۰/۱۹۲	۰/۵۰۶	۰/۳۶۲	۰/۲۴۲	۰/۱۷۲	۰/۲۲۶	-۰/۳۵۰	-۰/۵۰۰	-۰/۴۰۷۱
	۰/۰۰۵	۰/۵۴۹	۰/۰۹۳	۰/۲۴۷	۰/۴۴۷	۰/۵۹۲	۰/۴۷۹	۰/۲۶۳	۰/۰۹۷	۰/۱۸۸
S	۰/۴۹۳	۰/۵۰۳	۰/۶۰۴	۰/۷۰۴	۰/۵۶۹	۰/۳۸۵	۰/۵۸۳	-۰/۲۲۵	-۰/۰۹۲	-۰/۶۰۲۶
	۰/۱۰۳	۰/۰۹۵	۰/۰۳۷	۰/۰۱۰	۰/۰۵۳	۰/۲۱۵	۰/۰۴۶	۰/۴۸۱	۰/۷۷۴	۰/۰۳۸

Archive of SID

www.SID.ir

ادامهٔ جدول شمارهٔ ۵- ضرایب همبستگی میان کلیه ترکیبهای دوگانه صفات مورفولوژیکی

صفات	BL	BD	SD	BD/S	BA	H	RN	RL	LNN	S
LN	۰/۷۴۹	-۰/۱۹۸	۰/۷۹۷	۰/۷۱۶	-۰/۶۵۹	۰/۶۷۰	۰/۲۸۵	۰/۲۱۳	۰/۷۴۱	۰/۴۹۳
	۰/۰۰۵	۰/۵۳۷	۰/۰۰۱	۰/۰۰۸	۰/۰۱۹	۰/۰۱۷	۰/۳۶۸	۰/۵۰۵	۰/۰۰۵	۰/۱۰۳
LA	۰/۱۹۱	-۰/۱۱۱	۰/۱۴۱	۰/۲۸۷	-۰/۱۱۰	۰/۵۷۷	۰/۳۵۹	۰/۵۹۳	۰/۱۹۲	۰/۵۰۳
	۰/۵۵۰	۰/۷۳۰	۰/۶۶۱	۰/۳۶۴	۰/۷۳۱	۰/۰۴۹	۰/۲۵۱	۰/۰۴۱	۰/۵۴۹	۰/۰۹۵
TLA	۰/۴۶۲	-۰/۲۳۲	۰/۵۲۷	-۰/۶۱۰	-۰/۳۷۰	۰/۸۲۶	۰/۳۲۹	۰/۵۳۶	۰/۵۰۶	۰/۶۰۴
	۰/۱۳۰	۰/۴۶۷	۰/۰۷۸	۰/۰۳۴	۰/۲۳۶	۰/۰۰۰	۰/۲۹۵	۰/۰۷۱	۰/۰۹۳	۰/۰۳۷
LB	۰/۴۸۶	۰/۰۲۲	۰/۳۵۸	-۰/۳۶۱	-۰/۲۶۲	۰/۷۲۸	۰/۵۱۰	۰/۶۷۹	۰/۳۶۲	۰/۷۰۴
	۰/۱۰۸	۰/۹۴۴	۰/۲۵۲	۰/۲۴۸	۰/۴۱۰	۰/۰۰۷	۰/۰۹۶	۰/۰۱۵	۰/۲۴۷	۰/۰۱۰
MLW	۰/۳۶۵	-۰/۳۰۰	۰/۳۲۱	-۰/۵۵۴	-۰/۲۵۴	۰/۶۹۵	۰/۳۰۵	۰/۵۳۲	۰/۲۴۲	۰/۵۶۹
	۰/۲۴۲	۰/۳۴۲	۰/۳۰۸	۰/۰۶۱	۰/۴۲۵	۰/۰۱۲	۰/۳۳۳	۰/۰۷۵	۰/۴۴۷	۰/۰۵۳
W/L	۰/۳۰۰	-۰/۵۷۵	۰/۳۲۲	-۰/۷۳۶	-۰/۳۱۷	۰/۶۲۸	۰/۰۷۷	۰/۳۰۵	۰/۱۷۲	۰/۳۸۵
	۰/۳۴۳	۰/۰۵۰	۰/۲۹۱	۰/۰۰۶	۰/۳۱۴	۰/۰۲۸	۰/۸۱۰	۰/۳۳۴	۰/۵۹۲	۰/۲۱۵
PL	۰/۲۱۰	-۰/۰۵۰	۰/۱۷۶	-۰/۲۴۴	۰/۰۴۲	۰/۵۸۳	۰/۵۳۳	۰/۷۴۱	۰/۲۲۶	۰/۵۸۳
	۰/۵۱۱	۰/۸۷۵	۰/۵۸۳	۰/۴۴۳	۰/۸۹۶	۰/۰۴۶	۰/۰۷۴	۰/۰۰۵	۰/۴۷۹	۰/۰۴۶
DLR	-۰/۰۱۸	-۰/۶۶۹	۰/۰۲۱	-۰/۵۵۸	-۰/۲۱۱	۰/۱۲۹	-۰/۶۴۸	-۰/۴۸۷	۰/۳۵۰	-۰/۲۲۵
	۰/۹۵۳	۰/۰۱۷	۰/۹۴۸	۰/۰۵۹	۰/۵۱۰	۰/۶۸۸	۰/۰۲۲	۰/۱۰۷	۰/۲۶۳	۰/۴۸۱
VN	۰/۵۳۰	۰/۱۷۷	-۰/۵۹۳	۰/۵۰۱	۰/۶۲۴	-۰/۲۴۱	۰/۱۰۶	۰/۲۴۹	-۰/۵۰۰	-۰/۰۹۲
	۰/۰۷۵	-۰/۵۸۰	۰/۰۴۱	۰/۰۹۶	۰/۰۲۹	۰/۴۴۹	۰/۷۴۰	۰/۴۳۵	۰/۰۹۷	۰/۷۷۴
BN	-۰/۴۹۵	-۰/۱۰۴	-۰/۲۷۲	۰/۲۷۲	۰/۴۸۹	-۰/۵۹۹	۰/۴۷۰	-۰/۵۵۹	-۰/۴۰۷	-۰/۶۰۲
	۰/۱۰۱	۰/۷۴۶	۰/۳۹۱	۰/۳۹۲	۰/۱۰۶	۰/۰۳۹	۰/۱۲۲	۰/۰۵۷	۰/۱۸۸	۰/۰۳۸

Archive of SID

www.SID.ir

ادامهٔ جدول شمارهٔ ۵- ضرایب همبستگی میان کلیه ترکیبهای دوگانه صفات مورفولوژیکی

صفات	BL	BD	SD	BD/S	BA	H	RN	RL	LNN	S
BL	۱/۰۰۰	-۰/۰۰۸	۰/۷۸۳	-۰/۶۳۸	-۰/۷۳۲	۰/۷۴۳	۰/۵۲۵	۰/۴۹۲	۰/۸۰۲	۰/۷۶۰
	۰/۰۰۰	۰/۹۷۸	۰/۰۰۲	۰/۰۲۵۰	۰/۰۰۶	۰/۰۰۵	۰/۰۷۹	۰/۱۰۳	۰/۰۰۱	۰/۰۰۴
BD	-۰/۰۰۸	۱/۰۰۰	۰/۰۴۷	۰/۶۹۰	۰/۱۴۸	-۰/۰۵۶	۰/۴۵۳	۰/۲۵۷	۰/۲۲۶	۰/۱۲۲
	۰/۹۷۸	۰/۰۰۰	۰/۸۸۴	۰/۰۱۳	۰/۶۴۵	۰/۸۶۱	۰/۱۳۸	۰/۴۱۸	۰/۴۷۸	۰/۷۰۳
SD	۰/۷۸۳	۰/۰۴۷	۱/۰۰۰	-۰/۶۶۳	-۰/۵۴۵	۰/۸۳۴	۰/۴۳۲	۰/۳۷۷	۰/۷۸۹	۰/۶۶۹
	۰/۰۰۲	۰/۸۸۴	۰/۰۰۰	۰/۰۱۸	۰/۰۶۶	۰/۰۰۰	۰/۱۶۰	۰/۲۲۶	۰/۰۰۲	۰/۰۱۷
BD/S	-۰/۶۳۸	۰/۶۹۰	-۰/۶۶۳	۱/۰۰۰	۰/۵۸۴	-۰/۶۷۸	-۰/۰۰۷	-۰/۱۲۶	-۰/۴۱۵	-۰/۴۲۴
	۰/۰۲۵	۰/۰۱۳	۰/۰۱۸	۰/۰۰۰	۰/۰۴۶	۰/۰۱۳	۰/۹۸۱	۰/۶۹۶	۰/۱۷۹	۰/۱۶۸
BA	-۰/۷۳۲	۰/۱۴۸	-۰/۵۴۵	۰/۵۸۴	۱/۰۰۰	-۰/۵۲۳	۰/۱۲۸	-۰/۰۷۳	۰/۶۷۸	۰/۳۷۳
	۰/۰۰۶	۰/۶۴۵	۰/۰۶۶	۰/۰۴۶	۰/۰۰۰	۰/۰۸۰	۰/۶۸۹	۰/۸۲۰	۰/۰۱۵	۰/۲۳۱
H	۰/۷۴۳	-۰/۰۵۶	۰/۸۳۴	-۰/۶۸۷	۰/۵۲۳	۱/۰۰۰	۰/۴۵۲	۰/۵۹۶	۰/۷۲۷	۰/۷۰۸
	۰/۰۰۵	۰/۸۶۱	۰/۰۰۰	۰/۰۱۳	۰/۰۸۰	۰/۰۰۰	۰/۱۳۹	۰/۰۴۰	۰/۰۰۷	۰/۰۰۹
RN	۰/۵۲۵	۰/۴۵۳	۰/۴۳۴	-۰/۰۰۷	-۰/۱۲۸	۰/۴۵۲	۱/۰۰۰	۰/۸۴۹	۰/۶۵۶	۰/۷۸۱
	۰/۰۷۹	۰/۱۳۸	۰/۱۶۰	۰/۹۸۱	۰/۶۸۹	۰/۱۳۹	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۲۰	۰/۰۰۲
RL	۰/۴۹۲	۰/۲۵۷	۰/۳۷۷	-۰/۱۲۶	-۰/۰۷۳	۰/۵۹۶	۰/۸۴۹	۱/۰۰۰	۰/۶۲۷	۰/۸۰۴
	۰/۱۰۳	۰/۴۱۸	۰/۲۲۶	۰/۶۹۶	۰/۸۲۰	۰/۰۴۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۲۹	۰/۰۰۱
LNN	۰/۸۰۲	۰/۲۲۶	۰/۷۸۹	-۰/۴۱۵	-۰/۶۷۸	۰/۷۲۷	۰/۶۵۶	۰/۶۲۷	۱/۰۰۰	۰/۷۴۶
	۰/۰۰۱	۰/۴۷۸	۰/۰۰۲	۰/۱۷۹	۰/۰۱۵	۰/۰۰۷	۰/۰۲۰	۰/۰۲۹	۰/۰۰۰	۰/۰۰۵
S	۰/۷۶۰	۰/۱۲۲	۰/۶۶۹	-۰/۴۲۴	-۰/۳۷۳	۰/۷۰۸	۰/۱۱۱	۰/۸۰۴	۰/۱۴۶	۱/۰۰۰
	۰/۰۰۴	۰/۸۰۳	۰/۰۱۷	۰/۱۶۷	۰/۲۳۱	۰/۰۰۹	۰/۰۰۲	۰/۰۰۱	۰/۰۰۵	۰/۰۰۰

Archive of SID

www.SID.ir

تجزیه و تحلیل مؤلفه‌های اصلی

در این تحقیق، تجزیه به مؤلفه‌های اصلی با داده‌های ۲۰ متغیر (صفت) برای ۱۲ کلن انجام گردید که در آن ماتریس میانگین صفات مورد استفاده قرار گرفت. مقادیر ۵ مؤلفه اصلی برای هر کدام از کلنها در جدول شماره ٦ نشان داده شده است. از آنجا که تمایز کلنها با استفاده از تمام متغیرها دشوار، وقت‌گیر و غیر ضروری است، از این روش استفاده شد تا حجم داده‌ها کمتر شود و از تعداد کمتری از متغیرهایی که با این تحلیل حاصل می‌شوند، گروه‌بندی کلنها صورت گیرد. در این روش با استفاده از تمام متغیرها، تعدادی مؤلفه که هیچ ارتباط و همبستگی با هم ندارند به دست آمد و مطالعات آماری بعدی دربارهٔ این مؤلفه‌ها انجام شد. تعداد ۱۰ مؤلفه بدست آمده از این تحلیل در مجموع ۹۹/۸ درصد واریانس موجود را بیان می‌کنند. جدول شماره ۷ ریشه‌های مخفی (Latent Roots)، و جدول شماره ۸ درصد واریانس قابل توجیه، و درصد تجمعی واریانس را برای ۵ مؤلفه اصلی اول ارائه داده است.

جدول شمارهٔ ٦- عوامل اصلی حاصل از تجزیه به مؤلفه‌های اصلی روی صفات مورفولوژیکی

ردیف	کلنها	PRIN 1	PRIN 2	PRIN 3	PRIN 4	PRIN 5
۱	*P.alba 45/67*	۲۲۹۵/۸۲	٤٦۰/۹۲	-۸٤۱/۰۷	۹۰۱/۸٦	۲۳۷۱/۵۹
۲	*P.alba 45/77*	۱٦۳۸/٦٤	۳۲۳/۹۹	-۵۸۰/۳۳	٦۲۵/۵۰	۱٦۵۷/۱٤
۳	*P.alb a 44/9*	۱۸۳۱/۰۲	۳۵۳/۳٦	-٦٦۰/۳۹	٦۹۷/۰۱	۱۸۷۹/۰۷
٤	*P.nigra 2/53*	۱۸۷۳/۲۱	۳۰۸/۳۹	-٦٤۲/۵۳	۷۲۸/٦۵	۱۸۷۹/۷۱
۵	*P.nigra 49/5*	۲۲۷٦/۵۲	٤۱۵/۳۵	-۷۹۸/۰۱	۸۸۹/۸۳	۲۳۰۹/۸۷
٦	*P.nigra42/55*	۱۵۹٤/۲۱	۲۲۹/۵۸	-۵۳٦/۱۹	٦۲۷/۱۸	۱۵۸٦/۳۱
۷	*P.euphratica 1*	۳۵٤/٦	٤۱/۸۵	-۱۰٦/٦۸	۱۸۰/۱۷	۳۷۸/۹۵
۸	*P.euphratica 2*	۲۱۵/۱۳	۱۵/۲۳	-۳۸/۹۵	۱۱۸/۵٦	۲۲۲/۳۹
۹	*P.euphratica 3*	۲۲۰/۵۱	۲۱/٤٤	-۳۸/۵۸	۱۱۹/۳۹	۲۱۹/۹٤
۱۰	*P.deltoides 1*	۱٦٤۰/۷۹	۳٤٦/٤٤	-۵٦۲/۳۱	٦۳۸/۲۲	۱٦۵۸/۹۱
۱۱	*P.deltoides 2*	۱۷٤۳/٤۹	۳٦٦/٦۵	-۵۹۹/٤۹	٦۷۵/٦۷	۱۷٦۳/۷۹
۱۲	*P.deltoides 3*	۳٤۸۳/۲۰	۷۸۵/۵۲	-۱۲٦۵/٤۸	۱۳۳۲/۵۲	۳۵٦۹/۹۲

Archive of SID

www.SID.ir

جدول شمارهٔ ۷- بردار ویژه ماتریس همبستگی برای ۲۰ متغیر اندازه‌گیری شده یا Latent Vectors برای صفات مورفولوژیکی ۵ مولفه اصلی اول یا ضرایب ویژه

ردیف	متغیرها	مؤلفه اول	مؤلفه دوم	مؤلفه سوم	مؤلفه چهارم	مؤلفه پنجم
۱	تعداد برگ	۰/۱۹۱	-۰/۳٤۰	-۰/۰۵٦	۰/۱٦۳	۰/۱٤٦
۲	سطح برگ	۰/۲٤۵	۰/۳۰۱	-۰/۰۵٦	-۰/۰٦٤	۰/۰٦٤
۳	سطح کل برگها	۰/۲۸٦	۰/۰۷۱	-۰/۱۱۱	۰/۱۰۸	۰/۲۹۹
٤	طول پهنک	۰/۲۸۰	۰/۲۰۳	۰/۰۱۷	-۰/۱٦۹	۰/۰٤۵
۵	حداکثر پهنای برگ	۰/۲۷٤	۰/۲۱۰	-۰/۱٤۹	-۰/۰۱۷	-۰/۰۰۵
٦	نسبت پهنا به طول برگ	۰/۲٤۲	۰/۱۲۹	-۰/۲۹٤	۰/۰۹٤	-۰/۰۵۰
۷		۰/۲٤٤	۰/۳۰۲	۰/۰۳۳	۰/۱٦۷	۰/۰۲۰
۸	طول دمبرگ	۰/۰٤٤	۰/۰۳۱	-۰/٤۹۵	-۰/۱۷۱	۰/۱۷۵
۹	عمق دندانه برگ	-۰/۰۱۷	۰/٤۷٤	۰/۰۷۳	۰/۰۰٤	۰/۰۰٤
۱۰	تعداد رگبرگ	-۰/۲۵٤	-۰/۱٦٦	-۰/۰۳۲	۰/۵۱٤	۰/۱٤۰
۱۱	تعداد شاخه طول شاخه	۰/۲٤۱	-۰/۲۵۵	۰/۰۷۳	-۰/۱٤۰	-۰/۲۳۲
۱۲	قطر شاخه	-۰/۰۳۷	۰/۰۲٦	۰/٤٤۰	-۰/۳٤۸	۰/۵۲۸
۱۳	قطر ساقه	۰/۲۲٤	-۰/۲۸۰	۰/۰٤۳	۰/۱۲۳	۰/۳۹۵
۱٤	قطر شاخه به ساقه	-۰/۲۱٤	۰/۱۹۱	۰/۳۰۱	-۰/۲۰۸	۰/۱٦۳
۱۵	زاویه شاخه	-۰/۱۷۳	۰/۲۷۷	۰/۰۸۷	۰/۵٤۵	۰/۲۵٤
۱٦	ارتفاع تعداد ریشه	-۰/۲۹۵	-۰/۰۹۱	-۰/۰۰۹	۰/۰۵۵	۰/۳٤۸
۱۷	طول ریشه	-۰/۱۸۸	۰/۰۱٤	۰/۳۸۷	۰/۱٤۹	-۰/۲۱۳
۱۸	تعداد برگ	-۰/۲۲۹	۰/۱۰٤	۰/۲۹۷	۰/۲۵۰	-۰/۲۰۳
۱۹	نوظهور	۰/۲۲٦	-۰/۲۵۲	۰/۲۱۳	-۰/۰٤۱	۰/۰۰۳
۲۰	زنده‌مانی	۰/۲٦۹	-۰/۰٤۷	۰/۱۹٤	۰/۱۱٤	-۰/۲۰۷

Archive of SID

www.SID.ir

جدول شمارهٔ ۸- ویژگیهای ۵ مؤلفه اصلی حاصل از تجزیه به مؤلفه‌های اصلی برای صفات مورفولوژیکی

ردیف	درصد تجمعی واریانس	درصد واریانس قابل توجیه	ریشه‌های مخفی (مقادیر ویژه)	مؤلفه‌ها
۱	٤٨/٠٣٣	٤٨/٠٣٣	٩/٦٠٧	PRIN1
۲	٦٩/٦٢٧	٢١/٥٩٥	٤/٣١٩	PRIN2
۳	٨٧/٦٨٨	١٨/٠٦٠	٣/٦١٢	PRIN3
٤	٩٢/٢٨٧	٤/٥٩٩	٠/٩٢٠	PRIN4
٥	٩٥/١٢٤	٢/٨٣٧	٠/٥٦٧	PRIN5

گام بعدی در این تجزیه، حذف مؤلفه یا مؤلفه‌هایی است که فقط سهم اندکی از تغییرات را نشان داده‌اند. بعد از تجزیه مشخص شد که پنج مؤلفه اول با توجه به واریانس تجمعی موجود در جدول شماره ۸ بیش از ۹۵ درصد از کل واریانس را توجیه می‌کند. بنابراین از بقیه مؤلفه‌ها صرفنظر شد.

عواملی که ارزش و اهمیت هر کلن را در هر یک از مؤلفه‌های اصلی معین می‌کند تا بتوان کلنها را با استفاده از این مؤلفه‌ها گروه‌بندی وگزینش کرد دو چیز است، اولی مقادیر مربوط به هر کلن از لحاظ صفاتی که مورد ارزیابی قرار گرفته‌اند، و دومی ضرایب هر متغیر در مؤلفه مورد نظر می‌باشد. بنابراین می‌توان گفت که ضریب هر متغیر نیز می‌تواند گویای ارزش متغیر در آن مؤلفه باشد، چرا که در داخل هر مؤلفه اصلی ضرایب موجود متغیرها برای کلیه کلنها ثابت است، پس کلنهایی که برای صفاتی با ضرایب مثبت دارای بیشترین مقادیر و از لحاظ صفاتی با ضرایب منفی دارای کمترین مقادیر باشند، در مؤلفه مربوطه ارزش بیشتری خواهند داشت. کلنهایی که دارای بیشترین مقدار از لحاظ صفت هستند، دارای مؤلفه اصلی بزرگتری خواهند بود. در جدول شماره ۸ بردارهای ویژه مؤلفه‌های اصلی برحسب متغیرهای اولیه آمده است.

Archive of SID

www.SID.ir

بردار ویژه همان ضرایب متغیرهای استاندارد شده می‌باشند. کلنهایی که در مؤلفه اصلی اول ارزش بیشتری دارند کلنهایی هستند که ارتفاع، سطح کل برگها، طول پهنک و حداکثر پهنای برگ بیشتری دارند. این کلنها شامل 49/5 *P. nigra*، 3 *P. deltoides* و 45/67 *P. alba* می‌باشند. در مؤلفه دوم کلنهایی ارزش بیشتری دارند که دارای صفات تعداد برگ و دمبرگ بزرگتری باشند. این کلنها نیز شامل 49/5, *P. nigra* 3 *P. deltoides* و 45/67 *P. alba* هستند.

می‌توان ارزش کلنها را به‌ترتیب فوق در هر مؤلفه اصلی تعیین کرد.

گروه‌بندی کلنها براساس مؤلفه‌های اصلی

برای تفکیک کلنها از هم، پس از تعیین مؤلفه‌های اصلی و اطمینان از این که دو مؤلفه اول بخش بیشتر اطلاعات موجود را در داده‌ها در بر دارند، با استفاده از نرم‌افزار SAS دو مؤلفه اول در مقابل هم و در محورهای مختصات پلات شدند. هر یک از کلنها در مختصات مربوط به خود قرار گرفت، به‌طوری که کلنهای هم گونه در کنار یکدیگر و کلنهای گروههای دیگر به‌صورت جداگانه از هم تفکیک شدند. شکل شماره ۵ مختصات ۱۲ کلن صنوبر را براساس پلات دو مؤلفه اول و دوم نشان می‌دهد. در این شکل همان‌طور که مشاهده می‌شود، چهار گروه تقریباً مجزا داریم که هر گروه متعلق به یک گونه است و کلنهای داخل هر گونه به هم نزدیکترند.

Archive of SID

www.SID.ir

شکل شمارهٔ ۵- پراکنش کلنهای ۱۲ گانه در محور مختصات با استفاده از دو مؤلفه اصلی اول و دوم حاصل از تجزیه به مؤلفه‌های اصلی

تجزیه خوشه‌ای

برای گروه‌بندی کلنها و تمایز بهتر آنها در این تحقیق از روش تجزیه خوشه‌ای استفاده شد. به این منظور روشهای مختلف مربوط به این تجزیه مورد آزمون قرار گرفت و دندروگرام‌های مختلفی بدست آمد. نکته بسیار مهم در این دندروگرامها تفاوت زیاد در نتیجه گروه‌بندیها بود. به گونه‌ای که در بعضی از این روشها گروه‌بندی کلنها به هم ریختگی زیادی دارد، به عنوان مثال یک کلن از گونه *P. alba* در داخل گونه *P. euphratica* قرار می‌گیرد. این وضعیت به‌طور قطع پذیرفته نیست و با تقسیم‌بندی سیستماتیک مطابقت ندارد. از آنجا که در مورد تقسیم‌بندی سیستماتیک گونه‌ها اطلاعات کافی در دسترس بود، هرگونه اشتباه در گروه‌بندی قابل تشخیص بود. بنابراین

Archive of SID

www.SID.ir

یافتن مناسبترین روش تجزیه خوشه‌ای جهت تفکیک درست کلنها ضرورت داشت. پس از استاندارد کردن داده‌ها و بررسی روشهای مختلف تجزیه خوشه‌ای توسط نرم‌افزارهای JMP, NTSYS و SPSS، روش واریانس مینیمم WARD توسط نرم‌افزار JMP، مناسب تشخیص داده شد. از این روش هم برای داده‌های اولیه صفات مورفولوژیکی و هم جهت تجزیه خوشه‌ای مؤلفه‌های اصلی حاصل از روش تجزیه به مؤلفه‌های اصلی استفاده شد.

برای داده‌های خام صفات مورفولوژیکی، شکل شماره ٦ نشان دهنده گروه‌بندی کلنهاست. همان‌طور که دراین شکل مشاهده می‌شود، کلنها براساس شباهت در کنار هم قرار گرفتند و دو لوزی کوچک در دو طرف شکل محل خط برش انتخاب شده توسط نرم‌افزار JMP را نشان می‌دهد. اگر این خط برش را بپذیریم، همه کلنها را به سه گروه تقسیم می‌کند که گروه اول شامل گونه‌های *P. alba* و *P. nigra* است، در گروه دوم گونه *P. deltoides* و گروه سوم گونه *P. euphratica* قرار می‌گیرد.

می‌توان خط برش را براساس تقسیم‌بندیهای سیستماتیک در جایی انتخاب کرد که بخشها، گونه‌ها یا حتی کلنها را تفکیک کرد، به عنوان مثال اگر خط برش را قدری جلوتر از محل نشان داده شده انتخاب کنیم، چهار گروه مختلف از هم تفکیک خواهند شد. هر چند انتخاب محل برش توسط نرم‌افزار انجام می‌گیرد، اما نظر محقق در این مورد قابل اعمال خواهد بود.

برای داده‌های صفات مورفولوژیکی انتخاب شده در تجزیه به مؤلفه‌های اصلی شامل صفات تعداد برگ، سطح برگ، سطح کل برگها، طول پهنک، حداکثر پهنای پهنک، طول دمبرگ، عمق دندانه برگ، تعداد برگ، قطر شاخه، زاویه شاخه و ارتفاع نهالها، شکل شماره ۷ نشان‌دهنده گروه‌بندی کلنهاست که نتایج آن مشابه نتایج استفاده از کلیه صفات مورفولوژیکی است. این مسأله تأییدی بر درستی و لزوم استفاده از روش تجزیه به مؤلفه‌های اصلی نیز می‌باشد. چون با تعداد صفات کمتری که از این

Archive of SID

www.SID.ir

روش در مؤلفه‌های اصلی اول تا پنجم بدست آمد، همان نتایج گروه‌بندی تجزیه خوشه‌ای حاصل گردید.

بحث

تمایز گونه‌ها و کلنهای صنوبر به‌ویژه در مراحل اولیه رشد به منظور یافتن شباهتها و تفاوتهای موجود، جهت استفاده از آنها در تقسیم‌بندیهای سیستماتیک و هم برای تعیین ویژگیهای مراحل اولیه رشد، در فرایند انتخاب، ارزیابی و مکان‌یابی مناسب کلنها کمک مؤثری خواهد کرد. ضمن آن که در فرایندهای اصلاحی، تمایز پایه‌های دورگ، بلافاصله بعد از تولید این پایه‌ها نقش مؤثری در انتخاب اصلح ایفا خواهد کرد. روشهای اولیه تمایز کلنها و گونه‌های صنوبر بر مبنای استفاده از صفات مورفولوژیکی و فنولوژیکی آن هم در سنین بالای درختان استوار بوده است (Han و Barnes ۱۹۹۳؛ Barnes و Brissette، ۱۹۸٤؛ Eckenwalder، ۱۹۷۷؛ Eckenwalder، ۱۹۹٦). شناسایی کلنها با استفاده از چنین معیارهایی به دلیل اثر عوامل محیطی بر مورفولوژی و فنولوژی، همچنین تفاوتهای میان صفات رویشی در مرحله جوانی و بلوغ، و نیز پلی‌مورفیسم برگ در اغلب گونه‌های صنوبر و شباهتهای ظاهری بسیار زیاد میان کلنهای انتخاب شده فرایندی دشوار است. از این رو طی سالیان گذشته، تقسیم‌بندی سیستماتیک گونه‌ها و کلنهای صنوبر همچنان غامض مانده است. از زمانی که Slycken در سال ۱۹۹۵ تقسیم‌بندی صحیح کلنهای مختلف گونه *Populus nigra* را با استفاده از برخی صفات پراهمیت انجام داد، امکان استفاده از صفاتی مشابه در مورد سایر کلنها و گونه‌های صنوبر جهت تمایز آنها میسر گردید. برای نمونه Eckenwalder در سال ۱۹۹٦ توانست با استفاده از صفات مورفولوژیکی تقسیم‌بندیهای مناسبی را برای صنوبرها ارائه کند. در تحقیق حاضر کلنهای مختلف صنوبر تنوع بالایی را در داخل و بین گونه‌ها نشان می‌دهند. براساس نتایج حاصل از بررسی مورفولوژیکی، صفاتی مانند

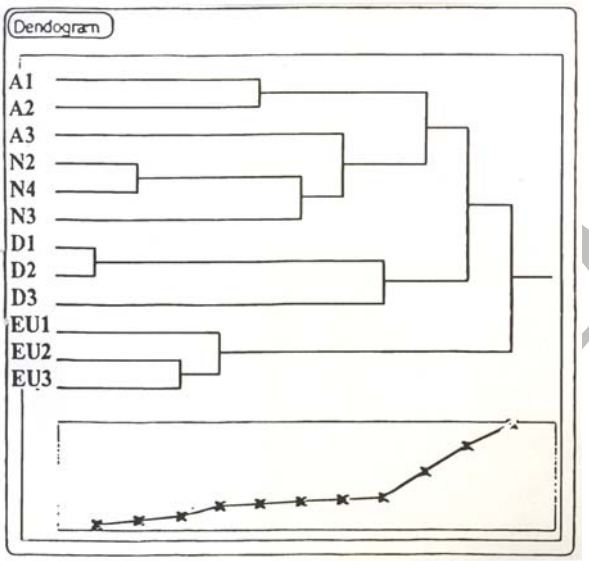
Archive of SID

www.SID.ir

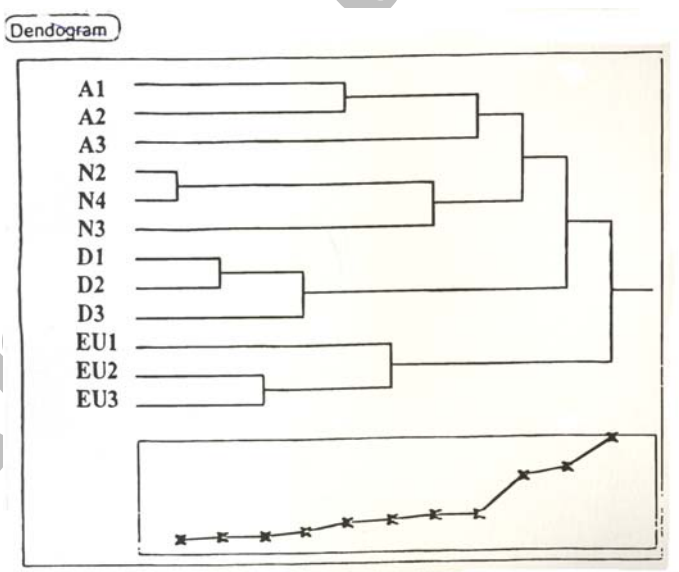
سطح برگ، تعداد برگ، تعداد شاخه، تعداد ریشه و زنده‌مانی بیشترین تغییرات را بین و درون گونه‌ها نشان می‌دهند. اما در مورد سایر صفات این تغییرات کمتر مشاهده می‌گردد. اگر بپذیریم که تنها عوامل ژنتیکی عامل تغییرات مشاهده شده هستند و به‌طور قطع نیز چنین است (زیرا همه کلنها در شرایط یکسان و در قالب یک طرح آماری تکرار دار کاشته شده بودند) می‌توان نتیجه گرفت که صفاتی مانند سطح برگ، تعداد برگ، تعداد شاخه، تعداد ریشه و زنده‌مانی متأثر از عوامل ژنتیکی بوده ودر فرایندهای اصلاحی آینده باید بیشتر مورد توجه قرار گیرند. در تجزیه به مؤلفه‌های اصلی مربوط به صفات مورفولوژیکی و در جدول شماره ۷ مشاهده می‌گردد که صفات سطح برگ، تعداد برگ، تعداد شاخه، طول شاخه و طول ریشه بیشترین اهمیت و اندازه را در مؤلفه‌های اول و دوم دارا هستند که در گروه‌بندی کلنها نقش بیشتری را ایفا می‌کنند. در تجزیه خوشه‌ای صفات مورفولوژیکی شکل شماره ۷ نشان می‌دهد که گونه *P. euphratica* در یک خوشه جداگانه قرار گرفته و از نظر تقسیم‌بندی با سه گونه دیگر اختلافات اساسی دارد. این مساله به‌ویژه ناشی از تفاوتهای عمده‌تر بین صفات رویشی گونه مزبور با سه گونه دیگر است. ضمن آن که از نظر تغییرات داخل گونه‌ای از گونه *P. deltoides* بسیار متنوع‌تر است. اما نسبت به دو گونه دیگر از تنوع کمتری برخوردار است. در هر حال بررسی در مورد تعداد بیشتری از کلنهای هر گونه برای ترسیم تنوع درون و میان گونه‌ای لازم است. زیرا راهبردهای اصلاحی رایج و آتی نیازمند وجود دانش کافی از میزان تغییرات بین و درون جمعیتها است.

Archive of SID

www.SID.ir



شکل شمارهٔ ٦- دندروگرام حاصل از تجزیه خوشه‌ای داده‌های خام صفات مورفولوژیکی



شکل شمارهٔ ۷- دندروگرام حاصل از تجزیه خوشه‌ای صفات انتخاب شده از تجزیه به مؤلفه‌های اصلی

www.SID.ir

منابع مورد استفاده

1- Barnes, B.V. 1967. Indications of possible mid-Cenozoic hybridization in the aspens of the Columbia Plateau. Rhodora 69:70-81.
2- Barnes, B.V. 1975. Phenotypic variation of trembling aspen in Western North America. Forest Science. 21: 310-328.
3- Barnes, B.V. and Han, F.Q. 1993. Phenotypic variation of Chines aspens and their relationships to similar taxa in Europe and North America. Canadian Journal of Botany.71: 799-815.
4- Barnes, B.V. and Wagner, W. H. Jr. 1981. Michigan trees. University of Michigan Press, Ann Arbor, Mich, 320 p.
5- Brissette, J. C. and Barnes, B. V. 1984. Comparisons of phenology and growth of Michigan and Western North American sources of Populus tremuloides. Canadian Journal of Forest Research., 14: 789-793.
6- Collinson, M.E. 1992. The early fossil history of the Salicaceae. Proc. Roy. Soc. Endib. Sect. B, 98: 155-167.
7- Dim, G., Benea, V.I. and Coros, A. M. 1999. Phenotypical traits of the native poplar genetic resources. International symposium II. Program with abstracts. Orlean. September 13-17. 1999. France, 99 p.
8- Eckenwalder, J. E. 1977. North American Cottonwoods (Populus, Salicaceae) of Sections Abaso and Aigeiros. J. Arnold Arboretum. 58(3): 193-207.
9- Eckenwalder, J. E. 1996. Systematics and evolution of Populus. In: Stettler, R. F. Bradshaw, H.D. Heilman, Jr. P. E. and Hinckley, T.M. Biology of Populus and its implications for management and conservation. part I, chapter 1. RC Research Press, National Research Council of Canada, Ottawa, 7-32.
10- Hu, C., Crovello, T. J. and Sokal, R. R. 1985. The numerical taxonomy of some species of Populus based on vegetative characters . Taxon. 34: 197-206.
11- Joshi, R. P. and Singh, N. P. 1996(a). Path cofficient analysis in Poplar (Populus deltoides). Indian Journal of Environment and Toxicology. 1996, 6: 2, 95-97.
12- Joshi, R. P. and Singh, N. P. 1996(b). Character association, genetic variability and heritability analysis of various characters in exotic Poplar (Populus deltoides) clones. Indian Journal of Environment and Toxicology. 1996, 6: 2, 98-100.
13- Kemperman, J.A. and Barnes, B. V. 1976. Clone size in American aspens. Canadian Journal of Botany. 54: 2603-2607.
14- Slycken, J.V. 1995. Plant descriptors for Populus nigra. In: Populus nigra Network. Report of the second meeting. 10 - 12 September 1995. Casale Monferrato, Italy. IPGRI, 13-24.
15- Sneath, P. H. A. and Sokal, R. R. 1973. Numerical taxonomy. Freeman. W. H. San Francisco, 49-58.
16- Wang, C. and Fang, C. F., (Editors). 1984. Flora of China. Vol. 20(2). [In Chinese.] Science Press, Beijing.

Archive of SID

www.SID.ir