

## ارزیابی و گروه‌بندی ۴۸ کلن صنوبر با استفاده از خصوصیات برگ و عملکرد چوب

بایزید یوسفی<sup>۱</sup> و علیرضا مدیررحمتی<sup>۲</sup>

### چکیده

با توجه به نقش برگ در رشد و نمو و تولید چوب صنوبر، این تحقیق با هدف ارزیابی صفات مرتبط با برگ و بررسی روابط آنها با عملکرد چوب نهال در ۴۸ کلن صنوبر و گروه‌بندی کلنهای مورد بررسی، با استفاده از نهالهای ساقه یکساله و ریشه دوساله صنوبر در نهالستان زاله سنندج و در سال ۱۳۸۲ با بکارگیری طرح آماری کاملاً تصادفی (CRD) در ۹ تکرار انجام گرفت. نمونه‌برداری از برگها در ۱۵ مرداد و به‌طور یکنواخت برای تمام کلنها و از بخش میانی تاج نهال صنوبر انجام شد و پس از خشک نمودن در آزمایشگاه اندازه‌گیریهای لازم بر روی آنها اعمال گردید.

بر اساس نتایج بدست آمده، میانگین مربعات رگرسیون صفات مورد مطالعه برگ بر متغیر حجم چوب تولیدی نهال دز سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار بود. همچنین همبستگی مثبت و بسیار معنی‌دار صفات برگ به‌ویژه سطح و وزن برگ و سطح کل سبزینه نهال با عملکرد چوب نهال (به‌ترتیب با ضرایب همبستگی معادل ۰/۳۴۳، ۰/۳۰۹ و ۰/۲۳۵) وابستگی عملکرد چوب را به برگ و ویژگیهای آن مشخص می‌کند. صفات برگ مورد بررسی در این تحقیق تنوع (میان گونه‌ای و میان کلنی) قابل ملاحظه‌ای را نشان دادند. کلنهای برتر از لحاظ عملکرد چوب در یک یا تعدادی از صفات مرتبط با برگ به‌ویژه صفات مهمی نظیر سطح، وزن و سطح کل سبزینه نهال نیز برتری قابل توجهی را در میان کلنها نشان دادند، چنانچه میانگین صفات فوق در بین کلنها به‌ترتیب معادل ۴۶/۸ سانتیمتر مربع، ۰/۴ گرم و ۱۷۲۴/۵ سانتیمتر مربع، لیکن در بین ۵ کلن برتر از لحاظ عملکرد چوب معادل ۸۱/۵۸ سانتیمتر مربع، ۰/۸ گرم و ۲۳۱۴/۴۳ سانتیمتر مربع بوده است. همچنین کلنهای با عملکرد چوب بالاتر متعلق به گونه دلتونیدس

۱- عضو هیأت علمی مرکز تحقیقات منابع طبیعی و امور دام استان کردستان.

۲- عضو هیأت علمی مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع.

دارای میانگین سطح برگ بیشتر لیکن کلنهای با عملکرد چوب بالاتر متعلق به گونه نیگرا دارای میانگین تعداد برگ بیشتر در نهال بودند.

نتیجه اعمال تجزیه کلاستر نشان داد که در حالت گروه‌بندی کلن‌ها براساس صفات برگ جایگیری کلن‌ها در درون گروه‌ها مشابهت و تطابق زیادی را با تفکیک گونه‌ای و گیاه‌شناختی کلن‌ها دارا بوده است، لیکن در حالت گروه‌بندی کلن‌ها براساس صفات برگ و تنه (قطر و ارتفاع و عملکرد چوب نهال)، در تفکیک کلن‌ها علاوه بر توجه به جنبه‌های گیاه‌شناختی و گونه‌ای آنها به صفات تنه و به‌خصوص توان بالقوه تولید چوب آنها نیز توجه گردیده و نتیجه کاربردی‌تری داشته است. با انجام تجزیه کلاستر براساس صفات برگ و تنه ۴۸ کلن صنوبر مورد بررسی در این آزمایش به‌طور خلاصه در ۶ گروه سپیدار (آلبا) با عملکرد چوب بسیار کم، امریکایی ۱ (دلتوئیدس) با عملکرد چوب زیاد، دورگ (اورامریکن) با عملکرد چوب کم تا متوسط، تبریزی (نیگرا) با عملکرد چوب متوسط، پده (ائوفراتیکا) با عملکرد چوب خیلی کم و گروه کلنهای امریکایی با کد ۶۳ (۶۳.۱) *P. deltoides*، ۶۳.۳ *P. deltoides* و ۶۳.۵ و ۶۳.۶ *P. deltoides* با عملکرد چوب خیلی زیاد قرار گرفتند.

**واژه‌های کلیدی:** صنوبر، خصوصیات برگ، گروه‌بندی

جنس صنوبر<sup>۱</sup> از خانواده سالیکاسه<sup>۲</sup> است که در جدیدترین شناسایی دارای ۲۹ گونه در ۶ بخش است (Bradshaw و همکاران، ۱۹۹۸، Eckenwalder، ۱۹۹۶). بسیاری از این گونه‌ها دامنه پراکندگی وسیعی دارند. صنوبرها دو پایه هستند و گرده‌افشانی آنها به وسیله باد انجام می‌گیرد. هر درخت مقدار زیادی دانه گرده تولید می‌نماید. بذر در صنوبرها کوچک و دارای ریشک پنبه‌ای است که انتقال آن را به وسیله باد تسهیل می‌نماید. تمام صنوبرها همچنین توانایی تکثیر غیرجنسی را دارند. رشد سریع صفت بارز صنوبرهاست، به طوری که می‌توانند در مدت کمتر از ۲۰ سال درختانی با طول ۴۰ متر تولید کنند. چوب صنوبر متخلخل پراکنده، روشن و سبک وزن است که امروزه در اقصی نقاط جهان به ویژه در ایران این درختان را برای خمیر کاغذ، چوب روکش، چوب نجاری، تولیدات مهندسی چوب، تخته فشرده، تخته الوار و تولید انرژی کشت می‌نمایند (Bradshaw و همکاران، ۱۹۹۸). از آنجا که صنوبرها به راحتی با قلمه تکثیر می‌شوند در طرحهای جنگلداری کلونال<sup>۳</sup> از طریق گزینش<sup>۴</sup> به سرعت و به آسانی قابل اصلاح نژاد هستند. در این گونه‌ها تمام واریانس ژنتیکی را می‌توان به آسانی از والد به نتاج از طریق تکثیر غیر جنسی منتقل نمود. گزینش کلونال به عنوان یک اهرم مدیریتی قابل توجه در افزایش تولید چوب و سطح جنگلها است (Gibson, Mandel، ۱۹۹۸، Zsuffa و همکاران، ۱۹۹۳).

امروزه ارقام متعددی از صنوبر وجود دارد که اکثر آنها به صورت دورگه می‌باشند که به صورت‌های طبیعی و یا مصنوعی ایجاد شده‌اند (ثابتی، ۱۳۵۵)، شناسایی و توصیف این ارقام و کلنها اهمیت زیادی داشته و موجب افزایش کارایی طرحهای اصلاحی و

---

۱-Populus

۲-Salicaceae

۳-Clonal forestry

۴-Selection

گزینشی می‌گردد. یکی از اجزاء مهم و مؤثر در این خصوص برگ است. برگها وظایف گوناگون و بسیار مهمی را در زندگی گیاهان به‌عهده دارند که شاید بتوان فتوسنتز را مهمترین آنها بشمار آورد و علاوه بر آن عمل تعرق و تنفس را می‌توان نام برد (عزیزیان، ۱۳۷۲). از آنجا که تولید چوب به‌عنوان اصلی‌ترین انگیزه کاشت درخت صنوبر نتیجه جذب آب و املاح از زمین توسط ریشه و تبدیل فرآوری این مواد در برگها و انتقال و ذخیره آنها در ساقه می‌باشد، به‌نظر می‌رسد که برگ در فرآیند تولید چوب نقش اساسی دارد، بنابراین شناخت ویژگیهای این اندام و بهره‌گیری از این ویژگیها در گزینش کلن می‌تواند یکی از اولویتهای تحقیقاتی باشد.

برگها همچنین در حرکت آب جذب شده توسط ریشه‌ها و انتقال آن به سراسر گیاه دخالت دارند. دمبرگها علاوه بر کانال انتقال دوطرفه شیرهای خام و پرورده وسیله‌ای برای حفظ پهنک برگ و همچنین پیچ خوردن برگها برای قرارگرفتن سطح پهن آنها برای استفاده حداکثر نور می‌باشد (کیانمهر، ۱۳۷۷)، همچنین دمبرگ بلند و قاعده درشت دمبرگ برگهای دولپه‌ایها هم نقش بسزایی در تأمین مواد فتوسنتزی برای گیاه دارد (سرمدنیا و کوچکی، ۱۳۶۹). رشد کامل و طبیعی برگ به برخی عوامل محیطی نظیر دما، ذخیره آب، عناصر معدنی و نور بستگی دارد، به‌طور آشکار توان بالقوه رشد در گیاهان و ارقام با سطح برگ بزرگتر در مقایسه با گیاهان با سطح برگ کوچکتر، بیشتر است. رشد برگ بخشی از تجمع مواد خشک در گیاه را شامل می‌شود، اگرچه اهمیت برگها به‌مراتب بیشتر از آن است که تنها بتوان بخشی از وزن خشک گیاه محسوب شوند. سطح برگ در جریان فرآیند فتوسنتز عمل دریافت نور و جذب گازکربنیک را به‌عهده دارد. تا زمانی که برگهای یک گیاه به‌طور جدی در سایه سایر برگها قرار نگرفته باشند فتوسنتز و تولید ماده خشک متناسب با سطح برگهای گیاه است. بنابراین سطح برگ و همچنین سطح ویژه آن که شاخصی از ظرافت برگ معیاری از وزن مخصوص یا نازکی نسبی برگ است (کریمی و عزیزی، ۱۳۷۳) جزو صفات

مهم و مؤثر گیاه می‌باشند. انجام برنامه‌های اصلاحی به منظور افزایش عملکرد از طریق اصلاح صفات فیزیولوژیکی، یکی از مهمترین اقدامات متخصصان اصلاح نباتات است. به دلیل ارتباط نزدیک میان فتوسنتز و عملکرد، علاقه زیادی به افزایش ظرفیت فتوسنتزی از طریق عملیات به نژادی وجود دارد. تحقیقات در این زمینه بر اندازه‌گیری مستقیم سرعت فتوسنتز و سطح برگ و سایر خصوصیات برگ متمرکز شده است. درخصوص بسیاری از گونه‌ها تنوع ژنتیکی معنی‌داری برای سطح برگ و سایر صفات مهم برگ نظیر وزن، تعداد و اندازه آن گزارش شده است (کوچکی و همکاران، ۱۳۷۴؛ Chen و همکاران، ۱۹۹۴). تعداد برگ و اندازه برگ تحت تأثیر ژنوتیپ و محیط قرار دارند. طول، عرض و سطح برگ در طول تکامل رشد گیاه تا حدی به‌طور مستمر افزایش می‌یابند و از آن به بعد رشد آنها تقریباً ثابت می‌ماند. استعمال کودازته تأثیر زیادی در توسعه برگ به‌خصوص توسعه عرض و پهنای آن دارد (کوچکی و همکاران، ۱۳۷۴).

تحقیقات نسبتاً زیادی درخصوص بهره‌گیری از صفات فیزیولوژیکی در توصیف کلن‌ها و هیبریدهای برتر صنوبر در خارج کشور انجام گرفته و یا در حال انجام می‌باشد. در داخل کشور نیز این امر اخیراً مورد توجه قرار گرفته است. نتایج تحقیقی در کشور یوگسلاوی سابق (Sasa و همکاران، ۱۹۹۸) در مورد میزان فتوسنتز خالص، سطح، تعداد روزنه، ارتفاع، قطر و تولید بیوماس کلنهای سه گونه صنوبر (نیگرا، دلتوئیدس، و اورامریکن) نشان داد که از لحاظ صفات فوق در بین کلن‌ها اختلافهای بسیار معنی‌داری مشاهده شده است. همچنین در این تحقیق تولید بیوماس سرعت فتوسنتز، تعداد روزنه، سطح برگ، قطر و ارتفاع کلن‌ها در گونه دلتوئیدس بیشترین، اورامریکن متوسط و گونه نیگرا کمترین مقدار بوده است. همچنین ضرایب همبستگی بالا میان سرعت فتوسنتز، تعداد روزنه و همچنین سطح برگ با تولید بیوماس نشانگر امکان بکارگیری این مشخصه‌ها درگزینه‌های مقدماتی برای توانمندی یا قابلیت زیست و تنومندی ۶ بالا و تولید بیوماس می‌باشد. در تحقیق فوق همچنین گروه‌بندی کلن‌ها براساس صفات مذکور انجام و نتایج

تجزیه کلاستر طبقاتی<sup>۱</sup> با محاسبه فواصل اقلیدسی، کلنها را از لحاظ صفات مورد مطالعه در گروههایی مشابه گونه‌هایی که به آنها متعلقاند قرار داد، اگرچه در میان کلنهای متعلق به هرگونه هم تغییرپذیری قابل توجه بود. استفاده از مشخصه‌های مناسب در گزینش ژنوتیپهای مناسب همچنین برای انتخاب زوج والدها در هیبریداسیون نیز مفید می‌باشد. همچنین بررسی دیگری در مورد کلنهای صنوبر در ایالت نیویورک امریکا (Tharakhan و همکاران، ۱۹۹۸) نشان داد که بین کلنهای مورد بررسی از نظر رشد ارتفاعی، قطری، سطح برگ و تولید بیوماس اختلافهای معنی‌داری در سطح احتمال ۰.۵٪ وجود دارد. کلنها همچنین الگوهای متفاوتی را از لحاظ تقسیم بیوماس و گسترش سطح برگ نشان دادند. این مطالعه همچنین اهمیت مطالعات برگ و عوامل محیطی را در درک اساس اکوفیزیولوژیکی تولید بیوماس تبیین می‌نماید. میشل و همکارانش (Michael و همکاران، ۱۹۸۸) نشان دادند که محصول بیوماس به میزان تولید فتوسنتزی، توزیع، مصرف و بکارگیری این مواد بستگی دارد و این فرایند تحت تأثیر متقابل ژنتیک و عوامل محیطی و فیزیولوژیکی می‌باشند که در این خصوص ویژگیهای برگ اهمیت زیادی دارند. Alendorfer و Blashfield در سال ۱۹۹۰ در نیویورک آمریکا کلنهای صنوبر را براساس برخی ویژگیها از جمله سطح، طول عمر و ضخامت برگ با بکارگیری تجزیه کلاستر و همچنین تجزیه تابع تشخیص<sup>۲</sup> مورد مطالعه قرار دادند و دامنه صفات مورد نظر و همچنین کلنهایی را که در هر خوشه قرار می‌گرفتند به تفکیک مشخص نمودند، آنها همچنین نشان دادند که سطح برگ یکی از مهمترین اجزای تولید بیوماس در صنوبر است چنانچه به‌عنوان مثال کلن NM۶ صنوبر که دارای بالاترین میانگین سطح برگ بود بیشترین تولید بیوماس را نیز داشته است.

---

۱- Hierarchical cluster analysis

۲- Discrimination analysis

همچنین یوسفی در سال ۱۳۷۶ در بررسی صفات مؤثر بر وزن ساقه به‌عنوان شاخص تولید چوب نهالهای یکساله ۳۲ کلن صنوبر از جمله صفات مرتبط با برگ (تعداد، وزن و سطح برگ) در سنندج اعلام نمود که کلنها از لحاظ صفات مورد مطالعه اختلافهای معنی‌داری را با هم نشان دادند. همچنین ایشان پس از انجام تجزیه علیت<sup>۱</sup> نشان داد که سطح برگ در سطح اطمینان ۹۵٪ دارای اثر مستقیم (ضریب رگرسیون ناقص استاندارد شده) مثبت و معنی‌داری بر وزن ساقه داشته است و توصیه نموده است که در برنامه‌های گزینش کلن سطح برگ به‌عنوان یکی از صفات مؤثر در کنار ارتفاع، قطر ساقه نهال و وزن ریشه نهال مورد توجه قرار گیرد. باتوجه به موارد فوق و نقش و اهمیت ویژگیهای برگ به‌ویژه سطح برگ در فتوسنتز و تولید چوب در صنوبر این تحقیق با هدف ارزیابی صفات مرتبط با برگ در ۴۸ کلن صنوبر و تقسیم‌بندی و گروه‌بندی کلنها با استفاده از تجزیه کلاستر براساس صفات فوق و تشریح و توصیف آنها انجام گرفته است.

### مواد و روشها

در این تحقیق نهالهای ساقه یکساله ریشه دوساله تعداد ۴۸ کلن صنوبر بومی و معرفی شده (جدول شماره ۱) در نهالستان مرکز تحقیقات منابع طبیعی و امور دام کردستان واقع در شهر سنندج با ارتفاع ۱۴۲۰ متر از سطح دریا، طول جغرافیایی ۴۷/۱۸ شرقی، عرض جغرافیایی ۳۵/۱۷ شمالی، شیب ملایم ۲٪، خاک با بافت لومی بدون محدودیت از لحاظ شوری و آهک، دارای ازت، فسفر و پتاسیم در حد متوسط با متوسط بارش سالانه ۴۸۴/۴ میلیمتر (به استناد آمار ۲۰ ساله ۷۱-۵۱ ایستگاه سینوپتیک سنندج در ۵ کیلومتری محل آزمایش) با دور آبیاری ۳ روزه در فصل رشد به‌صورت جوی و پشته‌ای، حداقل مطلق دما معادل ۳۱- درجه مربوط به ماه بهمن و حداکثر مطلق برابر ۴۴ درجه مربوط به ماه تیر، تعداد روز یخبندان به‌طور متوسط ۱۰۷ روز و میانگین دمای ۱۳/۰۶ درجه سانتیگراد مورد استفاده قرار گرفت.

۱- Path analysis

## جدول شماره ۱- کلنهای مورد بررسی

شماره کلن	نام کلن	منشاء تأمین قلمه کلن
۱	<i>P.d.</i> ۶۳.۲	خارجی معرفی شده، ایستگاه تحقیقات البرز
۲	<i>P.e.</i> ۹۲.۴۰	خارجی معرفی شده، نهالستان زاله سنندج
۳	<i>P.e.</i> ۴۵۵	خارجی معرفی شده، نهالستان زاله سنندج
۴	<i>P.d.</i> ۷۷.۵۱	خارجی معرفی شده، نهالستان زاله سنندج
۵	<i>P.a.</i> <i>Ts</i>	کردستان، سنندج (تیژ تیژ)
۶	<i>P.n.</i> ۶۲.۱۹۱	خارجی معرفی شده، ایستگاه تحقیقات البرز
۷	<i>P.e.</i> ۹۴.۵۱	خارجی معرفی شده، نهالستان زاله سنندج
۸	<i>P.trichocarpa.</i> ۴۴/۶۲	خارجی معرفی شده، ایستگاه تحقیقات البرز
۹	<i>P.n.</i> ۶۳.۱۳۵	خارجی معرفی شده، نهالستان زاله سنندج
۱۰	<i>P.e.</i> ۴۷۶	خارجی معرفی شده، نهالستان زاله سنندج
۱۱	<i>P.e.</i> ۴۵.۵۱	خارجی معرفی شده، نهالستان زاله سنندج
۱۲	<i>P.n.</i> ۵۶.۳۲	خارجی معرفی شده، نهالستان زاله سنندج
۱۳	<i>P.n.</i> ۶۲.۱۴۹	خارجی معرفی شده، نهالستان زاله سنندج
۱۴	<i>P.n.</i> <i>M</i>	خارجی معرفی شده، نهالستان زاله سنندج
۱۵	<i>P.n.</i> ۴۲.۵۳	خارجی معرفی شده، نهالستان زاله سنندج
۱۶	<i>P.n.</i> ۶۲.۱۲۷	خارجی معرفی شده، ایستگاه تحقیقات البرز
۱۷	<i>P.n.</i> <i>betulifolia</i>	خارجی معرفی شده، نهالستان زاله سنندج
۱۸	<i>P.n.</i> ۶۲.۱۷۱	خارجی معرفی شده، ایستگاه تحقیقات البرز
۱۹	<i>P.n.</i> ۵۶.۷۵	خارجی معرفی شده، نهالستان زاله سنندج
۲۰	<i>P.e.</i> <i>costanso</i>	خارجی معرفی شده، نهالستان زاله سنندج
۲۱	<i>P.n.</i> <i>banah</i>	کردستان، بانه (شوی)
۲۲	<i>P.n.</i> <i>Griz</i>	کردستان، سنندج (گریزه)
۲۳	<i>P.d.</i> ۷۲.۵۱	خارجی معرفی شده، نهالستان زاله سنندج
۲۴	<i>P.e.</i> ۴۸۸	خارجی معرفی شده، نهالستان زاله سنندج
۲۵	<i>P.d.</i> ۶۳.۶	خارجی معرفی شده، ایستگاه تحقیقات البرز
۲۶	<i>P.n.</i> <i>kamyaran</i>	کردستان، کامیاران
۲۷	<i>P.d.</i> ۶۳.۵	خارجی معرفی شده، ایستگاه تحقیقات البرز
۲۸	<i>P.d.</i> ۶۹.۵۵	خارجی معرفی شده، نهالستان زاله سنندج
۲۹	<i>P.d.</i> ۷۹.۵۱	خارجی معرفی شده، نهالستان زاله سنندج
۳۰	<i>P.d.</i> ۶۳.۳	خارجی معرفی شده، ایستگاه تحقیقات البرز
۳۱	<i>P.d.</i> ۶۳.۱	خارجی معرفی شده، ایستگاه تحقیقات البرز
۳۲	<i>P.e.</i> <i>triplo</i>	خارجی معرفی شده، نهالستان زاله سنندج
۳۳	<i>P.d.</i> ۶۳.۵۱	خارجی معرفی شده، نهالستان زاله سنندج
۳۴	<i>P.d.</i> ۷۳.۵۱	خارجی معرفی شده، نهالستان زاله سنندج
۳۵	<i>P.n.</i> ۵۶.۷۲	خارجی معرفی شده، نهالستان زاله سنندج
۳۶	<i>P.n.</i> ۵۶.۵۲	خارجی معرفی شده، نهالستان زاله سنندج
۳۷	<i>P.a.</i> <i>Griz</i>	کردستان، سنندج (گریزه)
۳۸	<i>P.n.</i> ۶۲.۱۵۴	خارجی معرفی شده، نهالستان زاله سنندج
۳۹	<i>P.n.</i> ۶۲.۱۴۰	خارجی معرفی شده، ایستگاه تحقیقات البرز
۴۰	<i>P.e.</i> <i>I ۲۱۴</i>	خارجی معرفی شده، نهالستان زاله سنندج
۴۱	<i>P.e.</i> <i>vernirubensis</i>	خارجی معرفی شده، نهالستان زاله سنندج
۴۲	<i>P.e.</i> ۵۶۱.۴۱	خارجی معرفی شده، نهالستان زاله سنندج
۴۳	<i>P.euphratica</i>	کردستان، مریوان (خانقاه رزباب)
۴۴	<i>P.n.</i> <i>sq ۲</i>	کردستان، سفز (بلوار بانه)
۴۵	<i>P.a.</i> <i>Bs</i>	کردستان، سفز (سرا)
۴۶	<i>P.a.</i> <i>sh . s</i>	کردستان، سفز (سرا)
۴۷	<i>P.n.</i> <i>sq ۱</i>	کردستان، سفز (پارک ملت)
۴۸	<i>P.a.</i> <i>Bsq</i>	کردستان، سفز



آزمایش در قالب طرح آماری کاملاً تصادفی (CRD)<sup>۱</sup> با ۴۸ کلن صنوبر به عنوان تیمار و در ۹ تکرار با مدل تصادفی انجام گرفت. نمونه برداری از برگ در اواسط مرداد (روز ۸۲/۵/۱۵) از کلیه کلنها به طور یکنواخت انجام گردید، به طوری که در هر کلن تعداد ۹ پایه صنوبر به صورت تصادفی انتخاب و از هر پایه تعداد ۵ برگ به طور تصادفی از بخش میانی درخت انتخاب و برای خشک نمودن و توزین به آزمایشگاه منتقل شدند. برگها پس از خشک شدن در معرض هوا به طور همزمان با استفاده از یک دستگاه ترازوی برقی با دقت ۰/۰۰۱ گرم توزین و سطح برگها نیز توسط دستگاه پلانیمتر دیجیتالی (مدل پلانیکس ۷) مساحی گردید. پس از ثبت خصوصیات مورد نظر برگ (سطح، طول، عرض، طول بر عرض، تعداد رگبرگ اولیه، طول دمبرگ، وزن برگ، وزن پهنک، وزن پهنک بر وزن برگ، سطح کل سبزینه نهال، تعداد برگ نهال و وزن واحد سطح برگ) و همچنین صفات قطر و ارتفاع نهال به عنوان صفات مرسوم و مورد توجه در تحقیقات صنوبر (جدول شماره ۲)، میانگین ارزشهای صفات پنج برگ محاسبه و به عنوان ارزش صفات مربوطه در هر کرت (پایه صنوبر) منظور گردیده و داده‌ها مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. به منظور نشان دادن نقش و اهمیت صفات برگ در تولید چوب، رگرسیون آنها برصفت "میانگین حجم چوب تولیدی کلن" به عنوان متغیر تابع و صفت اقتصادی مورد توجه به نژادگران صنوبر برآورد گردید. برای گروه‌بندی کلنها براساس صفات مورد بررسی بر روی داده‌ها تجزیه کلاستر براساس روش طبقاتی با استفاده از فرآیند تجمعی<sup>۲</sup> و ادغام گروهها برحسب متوسط فاصله اقلیدسی گروهها<sup>۳</sup> اعمال گردید و نمودار<sup>۴</sup> مربوطه ترسیم گردید.

---

۱- Completely Randomized Design

۲- Agglomeration

۳- Groupe average linkage

۴- Dendrogram

جدول شماره ۲ (الف)- تجزیه واریانس رگرسیون (صفات برگ

بر میانگین تولید چوب نهال)

P	F	میانگین مربعات (MS)	مجموع مربعات (SS)	درجه آزادی (DF)	منبع تغییرات (SV)
۰/۰۰۰	۸/۷۶	۸۲۲۶۹	۹۸۷۲۲/۷	۱۲	رگرسیون
-	-	۹۳۸/۹	۳۹۳۳۹۹/۱	۴۱۹	خطای باقیمانده
-	-	-	۴۹۲۱۲۱/۷	۴۳۱	کل

ضریب تبیین ( $R^2$ ): ۲۰/۱ درصد

جدول شماره ۲ (ب)- تجزیه واریانس رگرسیون (صفات برگ به علاوه قطر و ارتفاع نهال بر

میانگین تولید چوب نهال)

P	F	میانگین مربعات (MS)	مجموع مربعات (SS)	درجه آزادی (DF)	منبع تغییرات (SV)
۰/۰۰۰	۴۰۳/۴۷	۳۲۷۳۵	۴۵۸۲۸۹	۱۴	رگرسیون
-	-	۸۱	۳۳۸۳۲	۴۱۷	خطای باقیمانده
-	-	-	۴۹۲۱۲۲	۴۳۱	کل

ضریب تبیین ( $R^2$ ): ۹۳/۱ درصد

## نتایج

نتایج حاصل از اجرای آزمایش به صورت خلاصه در جدولهای شماره ۲ الی ۷ و نمودارهای شماره ۱ الی ۳ آورده شده است. جدول شماره ۲ (الف) تجزیه واریانس رگرسیون صفات مورد بررسی برگ در این آزمایش شامل میانگینهای سطح، طول، عرض، نسبت عرض بر طول، تعداد رگبرگ اولیه، طول دمبرگ، وزن کل برگ، وزن پهنک، نسبت وزن پهنک به وزن کل برگ، سطح کل سبزینه نهال، وزن مخصوص و تعداد برگ را به عنوان متغیرهای مستقل بر متغیر میانگین حجم چوب تولیدی نهال (که براساس میانگین متغیرهای قطر و ارتفاع نهال و همچنین ضریب شکل  $f = 0.5$  در فرمول محاسبه حجم  $v = 1/6 f \pi d^2 h$  برآورد گردیده است) به عنوان متغیر وابسته ( $Y$ ) نشان می دهد. با توجه به این جدول میانگین مربعات رگرسیون صفات برگ بر میانگین چوب تولیدی نهال در سطح احتمال ۱٪ معنی دار است همچنین ضریب تبیین ( $R^2$ ) معادل ۲۰/۱ درصد بیانگر توجیه بخش قابل توجهی از تغییرات متغیر میانگین تولید چوب نهال به عنوان یک متغیر مهم و اقتصادی با متغیرهای مستقل موجود در سیستم یعنی صفات برگ می باشد. همچنین تجزیه واریانس رگرسیون صفات برگ به علاوه صفات قطر و ارتفاع نهال بر میانگین چوب تولیدی نهال در جدول شماره ۲ (ب) نشان داده شده است. به منظور رعایت اختصار، صفات مهم مرتبط با برگ تفکیک و همبستگی آنها با صفات قطر، ارتفاع و تولید چوب برآورد و نتیجه حاصل در جدول شماره ۳ آورده شده است.

جدول شماره ۴ آمارهای توصیفی صفات مورد بررسی در این آزمایش را نشان می دهد که براساس این جدول صفت سطح سبزینه نهال در میان صفات مرتبط با برگ دارای بیشترین تنوع با دامنه تغییرات معادل  $10675/4$  سانتیمتر مربع بوده است. دو صفت سطح برگ با میانگین  $46/80$  و دامنه  $338/4$  سانتیمتر مربع و تعداد برگ با میانگین  $38/92$  و دامنه ۹۴ به عنوان اجزای صفت سطح کل سبزینه نهال در ردیفهای بعدی قرار گرفته اند.

جدول شماره ۳- ضرایب همبستگی برخی صفات برگ با قطر، ارتفاع و حجم چوب تولیدی نهال

سطح برگ	طول برگ	عرض برگ	طول دمبرک	وزن کل برگ	تعداد برگ	سطح کل سبزینه	
۰/۳۲۷**	۰/۲۴۴**	۰/۲۵۳**	۰/۳۴۳**	۰/۲۸۳**	۰/۰۰۸ ns	۰/۲۵۴**	قطر یقه نهال
۰/۲۹۲**	۰/۲۱۵**	۰/۲۲۵**	۰/۳۲۹**	۰/۲۴۴**	۰/۰۶۴ ns	۰/۲۶۰**	ارتفاع نهال
۰/۳۴۳**	۰/۲۷۷**	۰/۲۳۹**	۰/۳۵۱**	۰/۳۰۹**	۰/۰۵۶ ns	۰/۲۳۵**	تولید چوب نهال

\*\* و ns به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۰.۱ و غیر معنی دار

جدول شماره ۴- آماره‌های توصیفی صفات مورد بررسی

ردیف	صفت	نشانه	واحد سنجش	حداقل	حداکثر	دامنه تغییرات	میانگین
۱	سطح برگ	la	سانتیمتر مربع	۳/۶۰	۳۴۲	۳۳۸/۴	۴۶/۸۰
۲	طول برگ	ll	سانتیمتر	۱/۲	۲۳/۳	۲۲/۱	۸/۳۲
۳	عرض برگ	lw	سانتیمتر	۱/۱	۲۱/۱	۲۰	۷/۵۲
۴	عرض بر طول برگ	lwl	-	۰/۱۳	۸/۰۸	۷/۹۵	۰/۹۳
۵	طول دمبرک	lp	سانتیمتر	۰/۵	۱۳	۱۲/۵	۴/۲۶
۶	تعداد رگبرگ اولیه	vn	-	۳	۲۱	۱۸	۹/۵۸
۷	وزن کل برگ	twl	گرم	۰/۰۲۳	۴/۰۸۱	۴/۰۵۸	۰/۴۰
۸	وزن پهنک	bw	گرم	۰/۰۲۲	۳/۶۳	۳/۶۰۸	۰/۳۷۱
۹	وزن پهنک بر وزن کل برگ	lwr	-	۰/۵۷۵	۹/۲۴۲	۸/۶۶۷	۰/۹۵۸
۱۰	تعداد برگ	ln	-	۹	۱۰۳	۹۴	۳۸/۹۲
۱۱	سطح کل سبزینه نهال	tla	سانتیمتر مربع	۶۴/۶	۱۰۷۴۰	۱۰۶۷۵/۴	۱۷۲۴/۵
۱۲	وزن واحد سطح برگ	Lsw	گرم بر سانتیمتر مربع	۰/۰۰۰۷۵	۰/۰۶۱۶۷	۰/۶۱۵۹۵	۰/۰۰۸۱۶
۱۳	قطر یقه نهال	d۰	میلیمتر	۴/۰۰۰۲	۱۳/۰۰۰	۸/۹۹۹۸	۸/۴۲۰۸
۱۴	ارتفاع نهال	h	سانتیمتر	۶۷/۸۰	۲۳۴/۴۰	۱۶۶/۶	۱۴۷/۲۲
۱۵	حجم تولید چوب نهال	v	سانتیمتر مکعب	۴/۷۰	۱۵۵/۵۶	۱۵۰/۸۶	۴۷/۹۹

باتوجه به جدول میانگین صفات در کلنهای صنوبر (جدول شماره ۵) در بین گونه‌ها و کلنهای صنوبر مورد بررسی در این آزمایش کلنهای *P.d.* ۶۳.۱، *P.d.* ۶۳.۳، *P.d.* ۶۳.۲، *P.d.* ۶۳.۶ و *P.n.* ۵۶.۷۲ به ترتیب با میانگین تولید چوب معادل ۱۵۵/۵۶، ۱۳۶/۰۷، ۱۱۴/۳ و ۱۰۷/۸۸ و ۱۰۶/۱۹ سانتیمتر مکعب جزو کلنهای برتر بوده‌اند و کلنهای سپیدار (آلبا) جمع‌آوری شده در سطح استان و همچنین گونه پده کمترین میزان تولید چوب را در بین کلنها داشتند.

جدول شماره ۵- میانگین صفات مورد بررسی درکنه‌های صنوبر

V	H	d <sub>0</sub>	lwr	tla	lwl	Lsw	ln	Bw	Twl	vn	lp	Lw	ll	la	کلن صفات	ردیف
۱۱۴/۳۰	۱۸۹/۳۰	۱۴/۴	۰/۹۰	۲۰۶۰/۳۹	۰/۸۲	۰/۰۸۳	۲۷/۳	۰/۷۴۲	۰/۸۲۳	۱۱/۲۲	۵/۴۸	۸/۳۷	۹/۷۰	۷۹/۱۶	P.d. ۶۳.۲	۱
۲۸/۰۹	۱۲۷/۲۰	۷/۵	۰/۹۲	۲۴۱۸/۸۱	۰/۰۰۱	۰/۷۸/۰۰	۳۶	۰/۵۲۳	۰/۵۷۱	۱۰/۳۳	۵/۷۸	۱۰/۱۱	۱۰/۰۴	۶۹/۷۳	P.e. ۹۲.۴۰	۲
۲۲/۰۲	۱۱۷/۸۰	۶/۹	۰/۹۱	۱۵۲۹/۹۰	۰/۹۳	۰/۰۰۸۲	۲۹/۵	۰/۴۱۲	۰/۴۵۴	۸/۱۱	۵/۲۲	۷/۹۱	۸/۳۶	۴۸/۷۷	P.e. ۴۵۵	۳
۹۹/۹۷	۱۸۹/۲۰	۱۱/۶	۰/۸۹	۲۴۲۸/۲۴	۰/۸۸	۰/۰۰۷۷	۳۳/۳	۰/۵۱۳	۰/۵۷۶	۱۰/۷۷	۵/۷۵	۸/۶۷	۹/۵۶	۶۲/۹۳	P.d. ۷۷.۵۱	۴
۴/۶۹	۶۷/۸۰	۴/۲	۱/۱۲	۶۸۹/۸۲	۰/۸۹	۰/۰۰۹۶	۳۰/۱	۰/۲۲۷	۰/۲۰۰	۶/۶۶	۲/۰۸	۵/۳۵	۶/۰۳	۲۳/۴۷	P.a. Ts	۵
۴۲/۱۴	۱۳۸/۶۰	۸/۸	۰/۹۰	۲۳۷۳/۲۷	۱/۰۳	۰/۰۰۵۷	۵۷/۳	۰/۲۲۱	۰/۲۴۵	۱۱/۴۴	۳/۹۰	۸/۰۷	۷/۹۲	۴۱/۰۲	P.n. ۶۲.۱۹۱	۶
۱۹/۳۳	۱۰۶/۵۰	۶/۸	۰/۹۳	۱۵۲۶/۹۲	۰/۹۳	۰/۰۰۷۹	۲۴/۶	۰/۴۱۷	۰/۴۶۰	۹/۸۸	۴/۷۰	۸/۳	۸/۸۲	۵۴/۷۴	P.e. ۹۴.۵۱	۷
۲۵/۴۴	۱۲۱/۶۰	۷/۳	۰/۹۱	۱۵۵۶/۴۳	۰/۶۶	۰/۰۰۷۳	۲۴/۱	۰/۴۳۸	۰/۴۸۲	۱۰	۴/۵۵	۸/۷	۱۲/۹۴	۶۸/۶۱	P.trichocarp a	۸
۵۰/۸۴	۱۸۳/۵۰	۸/۴	۱/۸۴	۱۹۲۶/۶۳	۱/۱۵	۰/۰۰۵۹	۴۸/۴	۰/۲۴۶	۰/۲۴۶	۸/۲۲	۳/۶۲	۸/۱۳	۶/۹۷	۳۹/۷۶	P.n. ۶۳.۱۳۵	۹
۲۸/۹۰	۱۳۴/۴۰	۷/۴	۱/۲۳	۱۰۵۰/۱۱	۱/۰۰	۰/۰۰۸۲	۳۳/۵	۰/۲۵۶	۰/۲۴۰	۹/۶۶	۳/۸۱	۶/۲۴	۶/۱۸	۲۸/۹۰	P.e. ۴۷۶	۱۰
۳۷/۱۷	۱۱۹/۵۰	۸/۹	۰/۹۳	۱۶۸۳/۶۸	۰/۹۲	۰/۰۰۷۹	۲۷/۲	۰/۴۶۱	۰/۴۹۷	۹/۲۲	۳/۳۵	۹/۰۵	۹/۵۶	۵۸/۱۸	P.e. ۴۵.۵۱	۱۱
۷۶/۷۹	۱۹۱/۷۰	۱۰/۱	۰/۹۲	۱۳۷۱/۰۸	۰/۹۲	۰/۰۰۶۳	۳۹/۱	۰/۱۷۰	۰/۱۸۵	۸/۶۶	۳/۰۲	۶	۶/۳۱	۲۸/۸۲	P.n. ۵۶.۳۲	۱۲
۷۶/۱۲	۱۶۶/۲۰	۱۰/۸	۰/۹۲	۱۴۰۸/۹۴	۱/۱۰	۰/۰۰۶۱	۵۱/۳	۰/۱۶۸	۰/۱۸۲	۹/۵۵	۲/۸۲	۶/۸۳	۶/۱۳	۲۸/۴۵	P.n. ۶۲.۱۴۹	۱۳
۶۴/۵۵	۱۹۸/۵۰	۹/۱	۰/۹۲	۲۲۳۶/۴۴	۰/۹۴	۰/۰۰۶۶	۵۹/۱	۰/۲۲۸	۰/۲۴۷	۱۰	۳/۹۵	۶/۸۶	۷/۲۱	۳۵/۶۰	P.n. M	۱۴
۴۵/۳۷	۱۶۳/۷۵	۸/۴	۰/۹۰	۸۱۴/۷۶	۰/۸۱	۰/۰۰۶۸	۳۳/۷	۰/۱۴۸	۰/۱۵۷	۱۰/۳۳	۲/۸۷	۵/۲۸	۶/۴۲	۲۲/۱۷	P.n. ۴۲.۵۳	۱۵
۴۳/۸۳	۱۳۷/۸۰	۹/۰	۰/۹۲	۱۰۶۸/۸۲	۱/۰۱	۰/۰۰۶۷	۴۸/۶	۰/۲۱۳	۰/۲۳۱	۱۱/۳۳	۵/۲۳	۶/۹۸	۶/۸۱	۳۴/۱۸	P.n. ۶۲.۱۲۷	۱۶
۵۴/۶۸	۱۷۵/۸۰	۸/۹	۰/۹۱	۱۶۵۲/۵۸	۱/۱۱	۰/۰۰۷۵	۵۸/۸	۰/۲۰۹	۰/۲۲۹	۱۰/۱۱	۳/۲۸	۶/۹۶	۶/۲۳	۲۸/۴۳	P.n. betulifolia	۱۷
۳۶/۰۹	۱۴۰/۱۰	۸/۱	۰/۳۱	۱۰۰۸/۶۰	۱/۰۴	۰/۰۰۷۶	۴۳/۷	۰/۲۶۴	۰/۲۰۲	۱۰/۶۶	۳/۲۳	۶/۳۱	۶/۰۷	۲۵/۸۵	P.n. ۶۲.۱۷۱	۱۸
۷۰/۵۸	۱۷۶/۲۰	۱۰/۱	۰/۹۰	۲۶۱۱/۷۹	۰/۹۵	۰/۰۰۵۸	۶۱/۶	۰/۲۱۶	۰/۲۴۰	۱۰/۳۳	۴/۰۴	۷/۵۳	۷/۸۸	۳۹/۸۲	P.n. ۵۶.۷۵	۱۹
۲۶/۰۳	۱۲۷/۹۰	۷/۲	۰/۹۲	۱۹۲۶/۲۹	۱/۰۹	۰/۰۰۵۸	۳۹/۲	۰/۳۵۹	۰/۳۹۵	۸/۲۲	۴/۲۴	۷/۹۴	۷/۹۵	۴۴/۸۸	P.e. costanso	۲۰
۲۸/۹۶	۱۲۴/۴۰	۷/۷	۰/۹۲	۱۲۰۷/۷۶	۱/۲۳	۰/۰۰۷۷	۴۵/۵	۰/۱۸۶	۰/۲۰۱	۱۰/۳۳	۴/۰۴	۷/۵۱	۶/۲۶	۲۶/۳۳	P.n. banah	۲۱
۲۱/۱۳	۱۰۳/۸۰	۷/۲	۰/۹۱	۸۳۶/۴۸	۰/۹۴	۰/۰۰۲۰۹	۳۷/۲	۰/۲۸۲	۰/۳۱۱	۷/۸۸	۳/۲۰	۵/۹۲	۶/۱۸	۲۴/۳۸	P.n. Griz	۲۲
۴۷/۶۴	۱۶۰/۸۰	۸/۷	۰/۹۰	۲۰۴۹/۱۴	۰/۶۴	۰/۰۰۹۱	۳۲/۸	۰/۵۴۰	۰/۵۹۹	۱۱/۸۸	۳/۳۱	۵/۷۵	۹/۷۴	۵۸/۷۰	P.d. ۷۲.۵۱	۲۳
۴۲/۰۹	۱۵۹/۴۰	۸/۲	۰/۹۱	۲۲۹۹/۳۶	۰/۹۵	۰/۰۰۷۸	۳۷/۲	۰/۴۷۰	۰/۵۲۲	۹/۷۷	۵/۸۶	۹/۲۴	۹/۶۲	۶۲/۵۷	P.e. ۴۸۸	۲۴

ادامه جدول شماره ۵- میانگین صفات مورد بررسی در کلنهای صنوبر

V	H	d <sub>0</sub>	lwr	tla	lwl	Lsw	ln	Bw	Twl	vn	lp	Lw	ll	la	کلن صفات	ردیف
۱۰۷/۸۸	۲۱۱/۴۰	۱۱/۴	۰/۹۱	۲۷۳۳/۷۶	۰/۷۴	۰/۰۰۸۷	۲۷/۷	۰/۸۶۴	۰/۹۴۰	۱۳/۱۱	۵/۴۵	۸/۹۷	۱۱/۶۵	۸۹/۰۸	P.d. ۶۳.۶	۲۵
۳۰/۴۵	۱۳۰/۸۰	۷/۷	۰/۹۶	۲۷۴۳/۵۰	۰/۸۸	۰/۰۰۵۹	۷۲/۶	۰/۲۲۰	۰/۲۲۸	۹	۲/۱۵	۷/۲۳	۸/۱۱	۳۷/۴۴	P.n. kamyaran	۲۶
۹۰/۶۳	۱۸۴/۰۰	۱۱/۲	۰/۹۱	۲۶۷۵/۲۱	۰/۰۹۱	۰/۰۰۸۰	۲۴/۴	۰/۸۷۲	۰/۹۶۲	۱۱/۱۱	۶/۹۶	۱۱/۳۸	۱۱/۸۱	۱۱۰/۴۸	P.d. ۶۳.۵	۲۷
۴۰/۷۹	۱۶۲/۳۰	۸/۰	۰/۸۹	۲۹۲۶/۷۸	۰/۷۶	۰/۰۰۸۵	۴۰/۱	۰/۵۵۷	۰/۶۱۶	۸/۷۷	۵/۸۸	۸/۵۴	۱۰/۵۵	۶۷/۸۳	P.d. ۶۹.۵۵	۲۸
۷۴/۷۸	۱۷۹/۵۰	۱۰/۳	۰/۹۱	۱۹۳۲/۹۲	۰/۹۳	۰/۰۰۸۳	۳۰/۳	۰/۴۳۲	۰/۴۷۱	۹/۷۷	۴/۰۷	۸/۹۸	۹/۶۷	۵۶/۱۸	P.d. ۷۹.۵۱	۲۹
۱۵۵/۵۶	۲۳۴/۴۰	۱۳/۰	۰/۹۱	۲۶۰۴/۸۹	۰/۸۰	۰/۰۰۹۵	۲۵/۵	۰/۹۷۷	۱/۰۷۱	۹/۶۶	۷/۹۸	۱۰/۰۷	۱۳/۶۴	۱۰۷/۱۵	P.d. ۶۳.۳	۳۰
۱۳۶/۰۷	۲۳۲/۸۰	۱۲/۲	۰/۹۰	۲۲۰۳/۹۷	۰/۸۴	۰/۰۰۸۸	۲۲	۰/۸۳۵	۰/۹۱۹	۹/۵۵	۶/۵۵	۱۰/۲۵	۱۱/۷۳	۹۷/۶۴	P.d. ۶۳.۱	۳۱
۳۱/۸۶	۱۴۸/۲۰	۷/۴	۰/۹۳	۱۷۵۶/۷۱	۰/۹۸	۰/۰۰۹۵	۲۸/۳	۰/۵۱۵	۰/۵۵۳	۸/۲۲	۵/۶۵	۹/۲۱	۹/۳۸	۵۹/۱۱	P.e. triplo	۳۲
۳۷/۰۷	۱۴۷/۵۰	۸/۰	۰/۹۱	۲۶۷۵/۵۶	۰/۷۰	۰/۰۰۹۴	۳۵/۷	۰/۶۶۲	۰/۷۳۵	۹/۶۶	۷/۰۳	۹/۴۵	۹/۳۴	۷۴/۳۶	P.d. ۶۳.۵۱	۳۳
۴۷/۸۱	۱۵۳/۷۰	۸/۹	۰/۹۳	۱۵۲۶/۱۸	۰/۷۵	۰/۰۰۸۶	۲۲/۶	۰/۵۲۹	۰/۵۷۱	۱۰/۱۱	۵/۲۲	۷/۷۲	۱۰/۳۰	۶۰/۶۱	P.d. ۷۳.۵۱	۳۴
۱۰۶/۱۹	۲۲۷/۶۰	۱۰/۹	۰/۹۲	۱۹۶۹/۱۳	۰/۹۵	۰/۰۰۶۴	۵۵/۴	۰/۲۱۸	۰/۲۳۶	۸/۴۴	۴/۲۸	۷/۱۸	۷/۴۶	۳۴/۸۵	P.n. ۵۶.۷۲	۳۵
۴۷/۹۴	۱۶۱/۶۰	۸/۷	۰/۹۲	۱۹۳۷/۰۳	۰/۹۹	۰/۰۰۶۵	۵۳/۱	۰/۲۲۸	۰/۲۴۶	۸/۶۶	۳/۷۴	۷/۵۷	۷/۵۸	۳۶/۰۶	P.n. ۵۶.۵۲	۳۶
۵/۰۵	۶۹/۶۰	۴/۳	۰/۹۱	۷۸۶/۳۱	۱/۰۵	۰/۰۰۷۷	۲۹/۷	۰/۱۷۶	۰/۱۹۰	۶/۲۲	۳/۳۷	۷/۶۸	۷/۲۵	۲۴/۳۸	P.a..Griz	۳۷
۳۱/۲۰	۱۴۵/۱۰	۷/۴	۰/۹۲	۱۰۶۸/۹۲	۰/۹۸	۰/۰۰۶۲	۴۵/۵	۰/۱۴۲	۰/۱۵۲	۷	۲/۹۱	۶/۲۶	۶/۳۱	۲۴/۷۲	P.n. ۶۲.۱۵۴	۳۸
۴۴/۶۹	۱۴۳/۷۰	۸/۹	۰/۹۱	۱۰۱۳/۷۹	۰/۹۰	۰/۰۰۶۹	۴۳/۷	۰/۱۴۲	۰/۱۵۴	۱۰	۳/۳۷	۵/۵۰	۵/۹۳	۲۱/۷۷	P.n. ۶۲.۱۴۰	۳۹
۲۴/۸۳	۱۱۵/۵۰	۷/۴	۰/۹۰	۱۶۶۷/۱۷	۰/۹۲	۰/۰۰۸۰	۳۰/۴	۰/۳۸۸	۰/۴۳۳	۹/۳۳	۴/۹۸	۸/۵۰	۹/۰۷	۴۹/۱۸	P.e. i ۲۱۴	۴۰
۲۵/۳۹	۱۲۸/۳۰	۷/۱	۰/۹۲	۱۳۹۸/۹۴	۰/۹۳	۰/۰۰۷۶	۳۲/۷	۰/۳۵۰	۰/۳۸۸	۱۱	۴/۶۰	۷/۴۵	۷/۹۴	۴۵/۷۳	P.e. vernirubensis	۴۱
۴۸/۳۳	۱۵۵/۴۰	۸/۹	۰/۹۱	۲۵۷۴/۳۱	۰/۹۱	۰/۰۰۷۸	۳۹/۸	۰/۴۷۲	۰/۵۲۲	۱۱/۵۵	۵/۳۰	۸/۷۷	۹/۴۵	۶۲/۰۳	P.e. ۵۶.۱۴۱	۴۲
۷/۴۳	۷۸/۸۰	۴/۹	۰/۹۳	۶۱۲/۵۸	۰/۲۶	۰/۰۱۱۷	۳۲/۶	۰/۱۷۹	۰/۱۹۲	۱۱/۱۱	۲/۱۲	۲/۴	۹/۳۵	۱۷/۲۵	P.euphratica	۴۳
۲۶/۸۳	۱۲۱/۵۰	۷/۵	۰/۹۱	۱۰۵۵/۸۳	۰/۸۲	۰/۰۰۸۰	۵۱/۳	۰/۱۵۴	۰/۱۶۸	۷/۱۱	۳/۷۲	۵/۱۱	۶/۱۵	۲۰/۹۵	P.n. sq۲	۴۴
۱۰/۵۲	۹۱/۹۰	۵/۴	۰/۹۲	۸۵۷/۳۲	۰/۶۷	۰/۰۰۹۵	۳۷/۴	۰/۱۹۴	۰/۲۱۰	۶/۶۶	۲/۶۰	۴/۸	۶/۹۷	۲۲/۵۵	P.a. Bs	۴۵
۱۵/۰۱	۹۰/۵۰	۶/۵	۰/۹۵	۲۰۳۰/۶۷	۰/۹۴	۰/۰۰۹۲	۳۸/۵	۰/۴۶۰	۰/۴۸۵	۱۱/۴۴	۳/۴۷	۸/۶۲	۹/۰۷	۵۰/۶۴	P.a. sh . s	۴۶
۳۴/۰۳	۱۳۲/۱۰	۸/۱	۰/۹۲	۱۰۸۹/۲۷	۰/۸۸	۰/۰۰۸۵	۵۵/۴	۰/۱۷۶	۰/۱۹۱	۱۰	۳/۳۶	۵/۴۲	۶/۰۲	۲۰/۸۸	P.n. sq۱	۴۷
۱۵/۹۷	۹۹/۳۰	۶/۴	۰/۹۳	۶۵۸/۷۰	۱/۰۷	۰/۰۰۸۹	۹۲/۱	۰/۱۷۲	۰/۱۸۵	۷/۶۶	۲/۴۱	۵/۹۴	۵/۵۶	۲۰/۰۲	P.a. Bs۹	۴۸

نتیجه اعمال تجزیه کلاستر بر روی صفات مورد بررسی در کلنهای مورد آزمایش صنوبر در جدول شماره ۶ به صورت خلاصه آورده شده است. همچنین نمودارهای مربوطه تجزیه کلاستر در ۳ حالت انجام تجزیه کلاستر براساس صفات برگ، براساس صفات تنه (قطر، ارتفاع و تولید چوب نهال) و براساس تجمیع صفات برگ و تنه (قطر، ارتفاع و تولید چوب نهال) به صورت نمودارهای شماره ۱ الی ۳ آورده شده است.

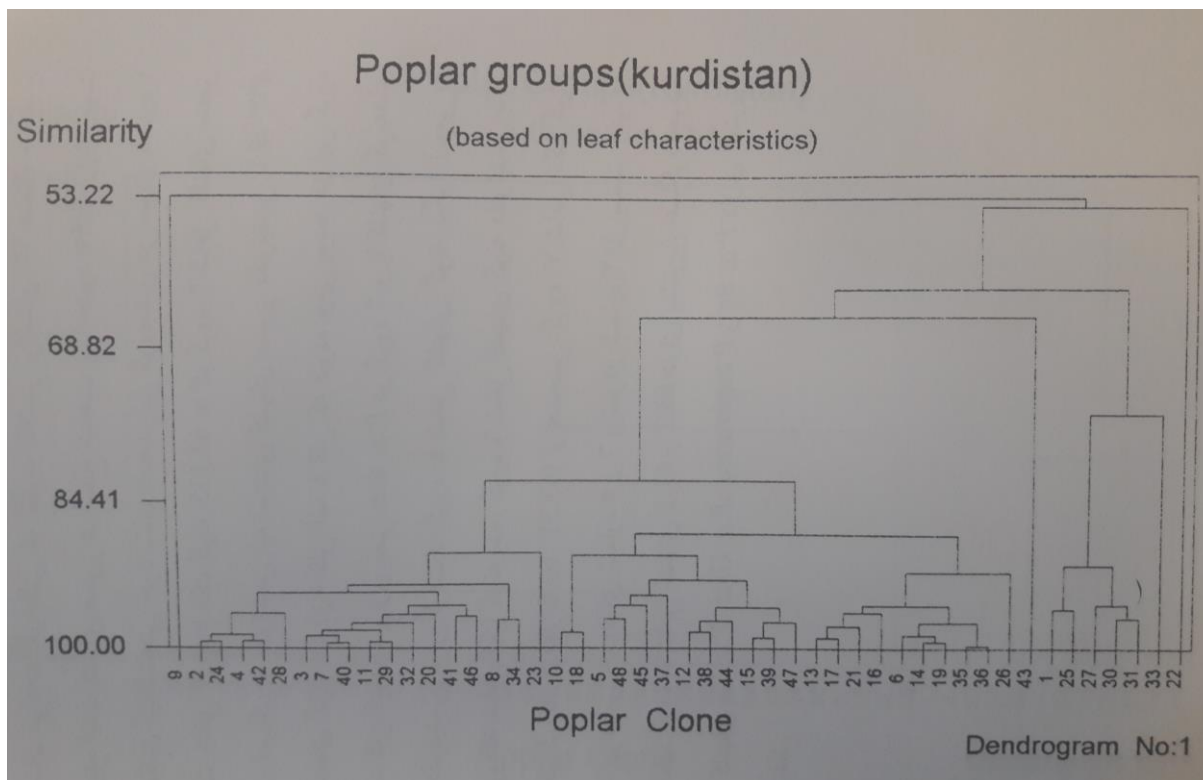


جدول شماره ۶- تجزیه کلاستر بر روی صفات مورد نظر

مرحله	بر اساس صفات برگ و قطر، ارتفاع و حجم چوب نهال			بر اساس صفات قطر، ارتفاع و حجم چوب نهال			بر اساس صفات برگ		
	درصد شباهت	خوشه های (کلنهای) مورد ادغام	خوشه جدید	درصد شباهت	خوشه های (کلنهای) مورد ادغام	خوشه جدید	درصد شباهت	خوشه های (کلنهای) مورد ادغام	خوشه جدید
۱	۹۹/۷۲	۳۱ و ۳۵	۳۵	۱۰۰/۰۰	۳۱ و ۳۳	۲۳	۹۹/۴۹	۴۰ و ۷	۷
۲	۹۹/۴۵	۴۰ و ۷	۷	۱۰۰/۰۰	۴۲ و ۳۴	۳۴	۹۹/۰۵	۱۹ و ۱۴	۱۴
۳	۹۹/۳۶	۲۹ و ۱۱	۱۱	۹۹/۹۹	۴۱ و ۲۰	۲۰	۹۸/۹۹	۷ و ۳	۳
۴	۹۹/۳۴	۲۴ و ۲	۲	۹۹/۹۹	۳۷ و ۵	۵	۹۸/۹۷	۳۹ و ۱۵	۱۵
۵	۹۹/۲۴	۴۲ و ۴	۴	۹۹/۹۹	۳۸ و ۳۲	۳۲	۹۸/۹۰	۲۴ و ۲	۲
۶	۹۹/۲۳	۱۹ و ۱۴	۱۴	۹۹/۹۸	۴۴ و ۸	۸	۹۸/۷۲	۱۸ و ۱۰	۱۰
۷	۹۸/۸۷	۳۹ و ۱۵	۱۵	۹۹/۹۸	۱۶ و ۶	۶	۹۸/۲۶	۱۷ و ۱۳	۱۳
۸	۹۸/۸۶	۱۷ و ۱۳	۱۳	۹۹/۹۷	۲۱ و ۲	۲	۹۸/۲۱	۴۲ و ۲	۲
۹	۹۸/۷۰	۷ و ۳	۳	۹۹/۹۷	۲۸ و ۲۴	۲۴	۹۸/۲۱	۴۴ و ۳۸	۳۸
۱۰	۹۸/۶۱	۴ و ۲	۲	۹۹/۹۶	۳۹ و ۶	۶	۹۸/۰۳	۴۱ و ۳	۳
۱۱	۹۸/۶۰	۱۴ و ۶	۶	۹۹/۹۶	۲۶ و ۲	۲	۹۷/۷۹	۳۶ و ۱۴	۱۴
۱۲	۹۸/۴۲	۱۸ و ۱۰	۱۰	۹۹/۹۵	۴۰ و ۸	۸	۹۷/۶۹	۴۷ و ۱۵	۱۵
۱۳	۹۸/۳۰	۳۸ و ۱۲	۱۲	۹۹/۹۴	۲۹ و ۱۹	۱۹	۹۷/۵۱	۱۶ و ۶	۶
۱۴	۹۸/۱۲	۱۱ و ۳	۳	۹۹/۹۴	۲۳ و ۱۵	۱۵	۹۷/۴۹	۱ و ۴	۱
۱۵	۹۷/۷۰	۲۱ و ۱۳	۱۳	۹۹/۹۳	۳۳ و ۱۸	۱۸	۹۷/۴۷	۲۰ و ۳	۳
۱۶	۹۷/۳۹	۳۲ و ۳	۳	۹۹/۹۱	۲۲ و ۷	۷	۹۷/۳۴	۳۱ و ۳۰	۳۰
۱۷	۹۷/۳۴	۴۷ و ۱۵	۱۵	۹۹/۹۱	۲۰ و ۱۰	۱۰	۹۷/۱۳	۱۱ و ۳	۳
۱۸	۹۷/۲۶	۳۵ و ۶	۶	۹۹/۹۱	۴۸ و ۴۶	۴۶	۹۷/۰۱	۴۵ و ۵	۵
۱۹	۹۷/۲۳	۴۴ و ۱۲	۱۲	۹۹/۸۹	۳۴ و ۱۵	۱۵	۹۶/۹۴	۲۸ و ۲	۲
۲۰	۹۷/۰۹	۳۴ و ۸	۸	۹۹/۸۸	۱۰ و ۲	۲	۹۶/۹۳	۱۴ و ۱۳	۱۳
۲۱	۹۷/۰۵	۴۸ و ۵	۵	۹۹/۸۵	۸ و ۳	۳	۹۶/۸۳	۳۲ و ۱۳	۱۳
۲۲	۹۶/۸۱	۳۱ و ۳۰	۳۰	۹۹/۸۲	۴۷ و ۱۸	۱۸	۹۶/۷۴	۳۴ و ۸	۸
۲۳	۹۶/۷۲	۴۶ و ۴۱	۴۱	۹۹/۸۰	۱۷ و ۹	۹	۹۶/۴۸	۴۸ و ۳۷	۳۷

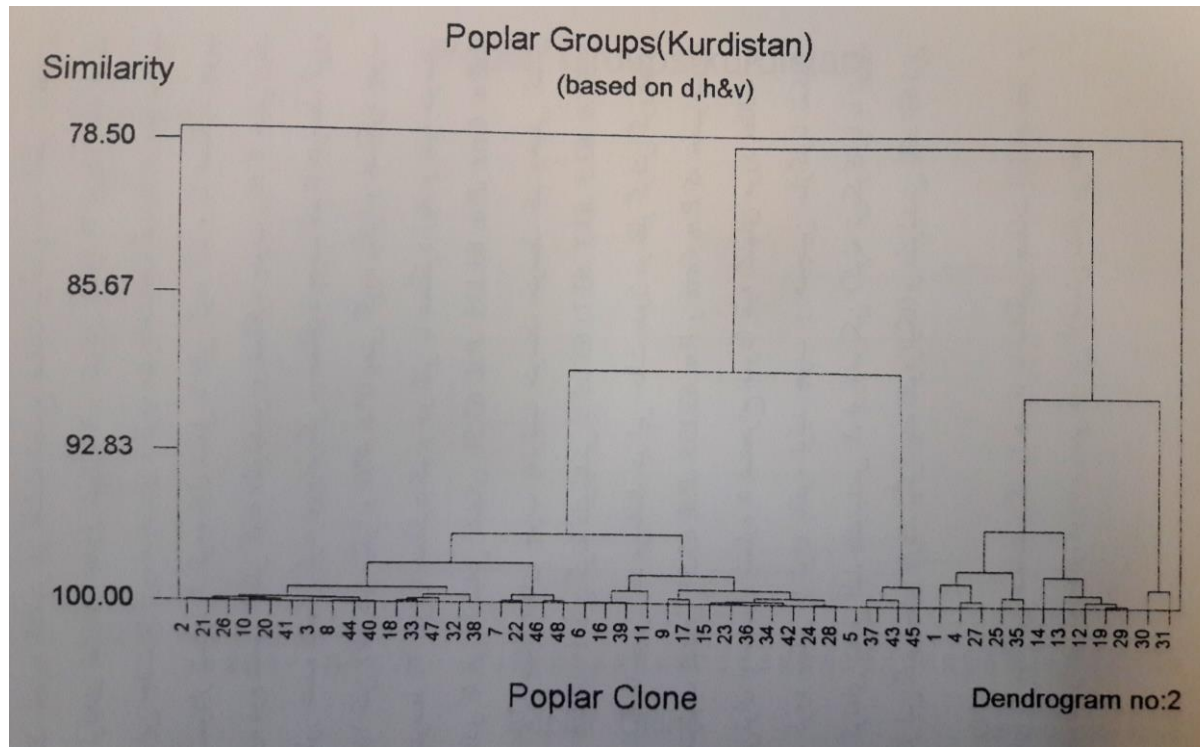
ادامه جدول شماره ۶- تجزیه کلاستر بر روی صفات مورد نظر

مرحله	براساس صفات برگ		براساس صفات قطر، ارتفاع و حجم چوب نهال		براساس صفات برگ و قطر، ارتفاع و حجم چوب نهال	
	درصد شباهت	خوشه های (کلنهای) مورد ادغام	خوشه جدید	خوشه های (کلنهای) مورد ادغام	درصد شباهت	خوشه جدید
۲۴	۹۶/۵۵	۱۰ و ۳	۳	۹۹/۸۰	۳	۱۳ و ۶
۲۵	۹۶/۳۷	۲۸ و ۲	۲	۹۹/۷۷	۲	۱۵ و ۱۲
۲۶	۹۶/۳۱	۱۶ و ۱۳	۱۳	۹۹/۷۵	۱۳	۳۷ و ۵
۲۷	۹۵۰/۹۲	۲۵ و ۱	۱	۹۹/۷۳	۱	۴۶ و ۳
۲۸	۹۵/۷۵	۱۵ و ۱۲	۱۲	۹۹/۶۹	۱۲	۳۸ و ۱۲
۲۹	۹۵/۶۲	۴ و ۱۳	۳	۹۹/۶۷	۱۸	۲۹ و ۱
۳۰	۹۵/۶۰	۴۵ و ۵	۵	۹۹/۶۷	۷	۲۱ و ۱۰
۳۱	۹۵/۵۱	۱۳ و ۶	۶	۹۹/۶۰	۲۵	۸ و ۳
۳۲	۹۵/۴۲	۳۰ و ۲۷	۲۷	۹۹/۴۷	۶	۳ و ۲
۳۳	۹۴/۵۳	۳۷ و ۵	۵	۹۹/۴۶	۱۲	۶ و ۳۵
۳۴	۹۴/۲۲	۳ و ۲	۲	۹۹/۳۵	۹	۲۷ و ۳۰
۳۵	۹۳/۴۷	۸ و ۲	۲	۹۹/۳۳	۲	۱۲ و ۱۰
۳۶	۹۳/۰۱	۱۲ و ۵	۵	۹۹/۱۳	۳۰	۲۷ و ۲۵
۳۷	۹۲/۰۷	۲۶ و ۶	۶	۹۹/۰۷	۵	۶ و ۲۶
۳۸	۹۱/۳۲	۲۷ و ۱	۱	۹۸/۹۳	۱	۲۳ و ۲
۳۹	۹۰/۳۹	۱۰ و ۵	۵	۹۸/۷۲	۶	۱۰ و ۶
۴۰	۹۰/۱۲	۲۳ و ۲	۲	۹۸/۵۹	۱۲	۲ و ۱
۴۱	۸۸/۱۴	۶ و ۵	۵	۹۸/۳۲	۱	۶ و ۱
۴۲	۸۲/۶۱	۵ و ۲	۲	۹۸/۲۰	۲	۵ و ۱
۴۳	۷۵/۴۵	۳۳ و ۱	۱	۹۶/۸۶	۲	۳۳ و ۱
۴۴	۶۵/۴۳	۴۳ و ۲	۲	۹۶/۴۳	۱	۲۲ و ۲۲
۴۵	۶۲/۵۲	۲ و ۱	۱	۹۰/۲۰	۱	۹ و ۱
۴۶	۵۴/۱۹	۲۲ و ۱	۱	۸۹/۱۷	۲	۲۲ و ۱
۴۷	۵۳/۲۲	۹ و ۱	۱	۷۸/۵۰	۱	۲۵ و ۱



نمودار شماره ۱- تجزیه کلاستر براساس صفات برگ

چنانچه جدول شماره ۶ و نمودار شماره ۱ (دندروگرام تجزیه کلاستر براساس صفات برگ) نشان می‌دهند درحالتی که تجزیه کلاستر بر مبنای ۱۲ صفت مرتبط با برگ انجام گردیده است کلنهای صنوبر در سطح شباهت بالا (حدود ۹۵٪) آرایش نسبتاً مشابهی با گونه‌بندی گیاه‌شناختی خود نشان داده‌اند. این گروه‌بندی در نمودار شماره ۱ از چپ به راست شامل گروه ۱ تک گونه ۶۳.۱۳۵ *P.n.*، گروه ۲ شامل کلنهای متعلق به گونه‌های اورو امریکن و دلتوئیدس (به استثنای کلنهای صنوبر دلتوئیدس با کد ۶۳)، گروه ۳ شامل کلنهای گونه آلبا (از ۵ کلن آلبا ۴ کلن که کبوده بومی بودند در این گروه قرار گرفته و یک کلن کبوده شیرازی یعنی *P.a. sh.s* در گروه ۲ و با کلنهای گونه‌های اوروامریکن و دلتوئیدس قرار گرفت)، گروه ۴ شامل کلنهای گونه نیگرا (بومی و معرفی شده)، گروه ۵ شامل تک گونه پده، گروه ۶ شامل کلنهای گونه دلتوئیدس با کد ۶۳ (۶۳.۱، ۶۳.۲، ۶۳.۳، ۶۳.۵، ۶۳.۶، ۶۳.۵۱) و همچنین گروه ۷ شامل تک گونه *P.n. Griz* است. براساس جدولهای شماره ۵ و ۶ و نمودار شماره ۲ (از سمت چپ به راست) در بین کلنهای گروه ۸ شامل کلنهای ۶۳.۱ و ۶۳.۳ دارای بیشترین عملکرد چوب و گروه ۵ شامل کلنهای *P.a. Ts*، *P.a. Griz*، *P.a. Bs* و *P.euphratica* دارای کمترین عملکرد چوب بودند.

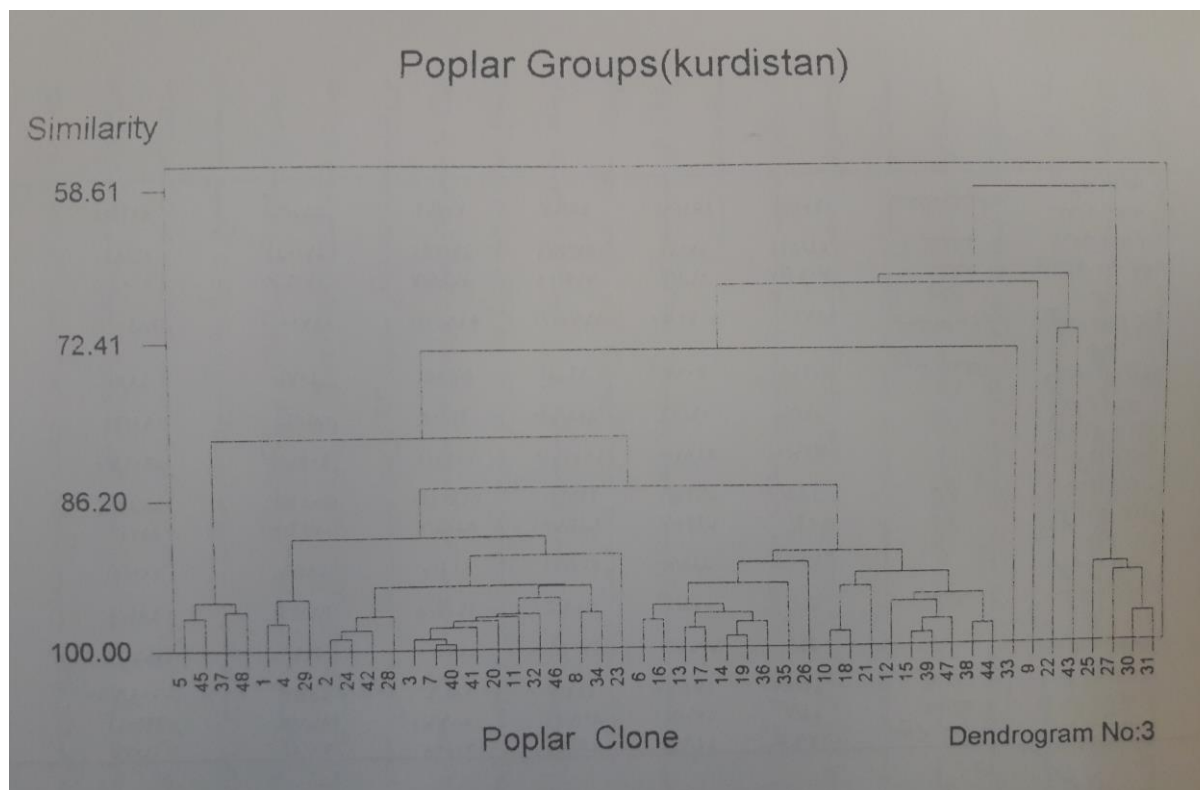


نمودار شماره ۲- تجزیه کلاستر براساس صفات تنه (قطر، ارتفاع و حجم)

نتیجه اعمال تجزیه کلاستر در حالت تجمیع صفات برگ و تنه (قطر، ارتفاع و حجم چوب تولیدی نهال) در جدول شماره ۶ و نمودار شماره ۳ آورده شده است. به‌طور کلی در این حالت ۵ گروه مرکب و ۴ گروه منفرد مشاهده گردید. از سمت چپ به راست در نمودار شماره ۳، گروه اول شامل ۴ کلن گونه آلبا و با عملکرد چوب بسیار کم، گروه دوم شامل ۳ کلن گونه دلتوئیدس و عملکرد چوب زیاد تا خیلی زیاد، گروه سوم به‌طور عمده کلنهای گونه اوروامریکن و عملکرد چوب کم تا متوسط، گروه چهارم شامل ۱۸ کلن (۱۷ کلن نیگرا و ۱ *P.e.* ۴۷۶) یعنی گروه نیگرا و عملکرد چوب به‌طور عمده متوسط (۲ کلن با عملکرد کم و دو کلن با عملکرد زیاد و بقیه متوسط) گروههای انفرادی ۵ الی ۸ شامل کلنهای *P.d.* ۶۳.۵۱، *P.n.* ۶۳.۱۳۵، *P.n.* Griz و *P. euphratica* با عملکردهای چوب به‌ترتیب متوسط، متوسط، کم و خیلی کم و همچنین گروه ۹ شامل ۴ کلن گونه دلتوئیدس با کد ۶۳ (۶۳.۱، ۶۳.۳، ۶۳.۵، ۶۳.۶) و عملکرد چوب زیاد تا خیلی زیاد می‌باشد. در این حالت بدون در نظر گرفتن گروههای ۵ و ۶ و ۷ (به‌ترتیب کلنهای *P.d.* ۶۳.۵۱، *P.n.* ۶۳.۱۳۵ و *P.n.* Griz که خصوصیات برگ آنها را می‌توان از جدول شماره ۵ استخراج نمود) بقیه کلنهای مورد مطالعه در آزمایش در ۶ گروه مطابق با توان بالقوه تولید چوب و همچنین سازگار با تفکیک گیاه‌شناختی و گونه‌ای شامل آلبا، دلتوئیدس ۱، اوروامریکن (گونه تریکوکارپا با تولید چوب کم نیز در این گروه جای دارد)، نیگرا، پده (ائوفراتیکا) و دلتوئیدس با کد ۶۳ قرار گرفتند.

جدول شماره ۷ میانگین صفات برگ را همراه با میانگین صفات ارتفاع، قطر و میانگین تولید چوب را در گونه‌های مورد بررسی در این آزمایش نشان می‌دهد.





نمودار شماره ۳- تجزیه کلاستر براساس صفات برگ و تنه



جدول شماره ۷- میانگین صفات مورد بررسی در گونه‌های مختلف صنوبر

ردیف	گونه	واحد سنجش	میانگین کل	سپیدار alba	امریکایی deltoides	تبریزی nigra	دورگ euramericana	تری‌کوکارپا trichocarpa	پده euphratica
۱	سطح برگ	سانتیمتر مربع	۴۶/۸۰	۲۸/۲۲	۷۸/۵۶	۳۰/۰۸	۵۳/۰۸	۶۸/۶۱	۱۷/۲۶
۲	طول برگ	سانتیمتر	۸/۳۲	۶/۹۸۲	۱۰/۷۰۳	۶/۷۳۹	۸/۷۶۷	۱۲/۹۴۴	۹/۳۵۶
۳	عرض برگ	سانتیمتر	۷/۵۲	۶/۴۸۲	۸/۹۲۹	۶/۶۷۰	۸/۴۳۲	۸/۷۰۰	۲/۴۰۰
۴	عرض برطول برگ	-	۰/۹۳	۰/۹۲۸۹	۰/۹۰۸۴	۰/۹۸۶۲	۰/۹۶۴۱	۰/۶۶۹۴	۰/۲۶۰۵
۵	طول دم‌برگ	سانتیمتر	۴/۲۶	۲/۷۹۱	۵/۷۹۵	۳/۵۱۶۴	۴/۸۶۷	۴/۵۵۶	۲/۱۲۲
۶	تعداد رگ‌برگ اولیه	-	۹/۵۸	۷/۷۳۳	۱۰/۵۱۵	۹/۴۲۷	۹/۵۷۶	۱۰/۰۰۰	۱۱/۱۱۱
۷	وزن کل برگ	گرم	۰/۴۰	۰/۲۵۴۶	۰/۷۵۳۶	۰/۲۱۳۷	۰/۴۵۸۰	۰/۴۸۲۹	۰/۱۹۲۹
۸	وزن پهنک	گرم	۰/۳۷۱	۰/۲۴۶۳	۰/۶۸۴۴	۰/۲۰۲۱۵	۰/۴۲۰۷	۰/۴۳۸۶	۰/۱۷۹۷
۹	وزن پهنک	-	۰/۹۵۸	۰/۹۷۲۵	۰/۹۱۱۰۱	۰/۹۹۰۸	۰/۹۵۰۴	۰/۹۱۰۵۳	۰/۹۳۹۶۳
۱۰	بروزن کل برگ	-	۳۸/۹۲	۳۳/۶۰	۲۹/۲۹۳	۵۰/۶۴	۳۲/۶۳	۲۴/۱۱	۳۲/۶۷
۱۱	سطح کل سبزینه نهال	سانتیمتر مربع	۱۷۲۴/۵	۱۰۰۵	۲۳۴۷	۱۵۷۵/۵	۱۸۰۳	۱۵۵۶	۶۱۳
۱۲	وزن واحد سطح برگ	گرم بر سانتیمتر مربع	۰/۰۰۸۱۶	۰/۰۰۹۰۲	۰/۰۰۸۶۸	۰/۰۰۷۲۵	۰/۰۰۸۱۱	۰/۰۰۷۳۵	۰/۰۱۱۷۳
۱۳	قطر یقه نهال	میلیمتر	۸/۴۲۰۸	۵/۳۶۰	۱۰/۵۱۸	۸/۷۲۶۳	۷/۶۰۹۱	۷/۳۰۰۰	۴/۹۰۰۰
۱۴	ارتفاع نهال	سانتیمتر	۱۴۷/۲۲	۸۳/۸۲	۱۸۵/۸۵	۱۵۵/۹۲	۱۳۰/۹۲	۱۲۱/۶۰	۷۸/۸۰۰
۱۵	حجم تولید چوب نهال	سانتیمتر مکعب	۴۷/۹۹	۱۰/۲۵۲	۸۶/۵۹	۴۹/۰۸	۳۰/۳۷۳	۲۵/۴۴۷	۷/۴۲۹۸

### بحث

نکته جالب در این آزمایش در حالت تجمیع صفات مورد بررسی برگ با صفات مورفولوژیکی مهمی نظیر ارتفاع و قطر نهال است که در کلیه تحقیقات انجام شده بر روی صنوبر در کشور این دو صفت مورد توجه و اندازه‌گیری قرار گرفته‌اند می‌باشد، در حالت تجمیع و برآورد رگرسیون این صفات بر متغیر میانگین چوب تولیدی نهال (جدول شماره ۲- ب) علاوه بر آنکه میانگین مربعات رگرسیون با شدت بیشتری معنی‌دار شده است ( $F=403/47$ )، ضریب تبیین برآورد شده نیز بسیار بالا ( $R^2 = 93/1$ ) می‌باشد به عبارت دیگر حدود ۹۳ درصد تغییرات متغیر میانگین حجم چوب تولیدی نهال با متغیرهای مورد بررسی در سیستم یعنی صفات برگ به‌علاوه صفات قطر و ارتفاع نهال توجیه می‌گردد. این امر نتایج تحقیقات قبلی از جمله نتیجه بدست آمده توسط یوسفی را در سال ۱۳۷۶ تأیید نموده است وی تجزیه علیت را بر صفات مؤثر بر وزن ساقه اعمال کرد و اعلام نمود که صفت سطح برگ در سطح اطمینان ۹۵٪ اثر مستقیم (ضریب رگرسیون ناقص استاندارد شده) مثبت و معنی‌داری بر وزن ساقه داشته است.

تأثیر صفات مرتبط با برگ بر صفات مهم قطر، ارتفاع نهال (یا درخت) و به‌خصوص حجم چوب تولیدی نهال (یا درخت) را می‌توان از جدول همبستگی صفات نیز استنتاج نمود. چنانچه در جدول همبستگیها ملاحظه می‌شود صفات سطح، طول، عرض، وزن برگ و سطح کل سبزینه نهال به‌صورت مثبت و معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪ با صفات قطر، ارتفاع و میانگین تولید چوب نهال همبستگی نشان داده‌اند که این امر وابستگی تولید چوب درخت را به برگ و خصوصیات آن مشخص می‌نماید. در جدول شماره ۳ صفت میانگین تعداد برگ در نهال دارای همبستگی مثبت ولی غیر معنی‌دار با صفات قطر، ارتفاع و تولید چوب بوده است. البته صفت تعداد برگ نقش اصلی و مهم خود را از طریق صفت سطح کل سبزینه - که حاصلضرب

تعداد برگ در میانگین سطح برگ است - بر تولید چوب اعمال نموده است و چنانچه اشاره گردید همبستگی میانگین سطح سبزینه نهال با تولید چوب نهال ( $r=0/235^{**}$ ) مثبت و معنی دار بوده است. همچنین اثر غیر مستقیم تعداد برگ بر میانگین تولید چوب از طریق صفات مهمی نظیر سطح و وزن برگ منفی است یعنی با افزایش تعداد برگ، سطح و وزن برگ کاهش یافته و از این طریق بر میانگین تولید چوب تأثیر منفی دارد. با توجه به نتایج آماره‌های توصیفی می‌توان اعلام نمود که این دو صفت عامل تنوع بسیار بالای سطح سبزینه نهال بوده‌اند. اگرچه تصور غالب آن است که صفات مرتبط با برگ دارای وراثت‌پذیری بالایی بوده و تأثیرپذیری کمتری نسبت به سایر صفات مورفولوژیکی نهال و درخت دارند، لیکن از آنجایی که در این آزمایش کلنهای متفاوتی متعلق به گونه‌ها و کلنهای مختلف مورد آزمایش قرار گرفتند وجود تنوع بین گونه‌ای و درون گونه‌ای و میان کلنی دور از انتظار نبود.

چنانچه بررسی میانگین صفات در کلنهای مورد مطالعه نشان داده است در مجموع کلنهای اصلاح شده و معرفی شده از لحاظ عملکرد چوب، برتر از کلنهای بومی عمل نموده‌اند همچنین در بین کلنهای بومی هم گونه نیگرا نسبت به آلبا در تولید چوب برتری داشته است. همچنین کلنهای برتر از لحاظ عملکرد چوب نهال در یک یا تعدادی از صفات مرتبط با برگ به‌ویژه صفات مهمی مانند سطح، وزن، تعداد برگ نیز برتری قابل توجهی نشان دادند و میانگین صفات در این کلن‌ها بیشتر از میانگین صفات در کلن‌ها بوده است. چنانچه میانگین کل سطح و وزن برگ و سطح کل سبزینه نهال در بین کلنهای مورد بررسی به‌ترتیب  $46/80$  سانتیمتر مربع،  $0/4$  گرم و  $1724/5$  سانتیمتر مربع بود، درحالی‌که میانگین صفات فوق در بین ۵ کلن برتر از لحاظ عملکرد چوب نهال ( $P.d. 63.3$ ،  $P.d. 63.1$ ،  $P.d. 63.2$ ،  $P.d. 63.6$ ،  $P.n. 56.72$ ) به‌ترتیب معادل  $81/58$  سانتیمتر مربع،  $0/8$  گرم و  $2314/43$  سانتیمتر مربع بوده است. از طرف دیگر میانگین تعداد برگ در مجموع کلن‌ها  $38/92$  لیکن در ۵ کلن برتر از لحاظ تولید

چوب معادل ۳۱/۴۴ بوده است. بنابراین باتوجه به موارد مذکور و جدول شماره ۵ تعداد برگ به تنهایی صفت مؤثری در تولید چوب نهال نبوده و بیشتر تأثیر خود را از طریق تجمیع و توازن با سطح برگ (سطح کل سبزینه نهال) اعمال می‌نماید. با قبول این اصل، مسأله کمتر بودن تعداد برگ در کلنهای برتر از لحاظ تولید چوب توجیه می‌گردد. به عبارت دیگر می‌توان اعلام نمود که کلنهای برتر از لحاظ تولید چوب دارای سطح سبزینه بیشتری در نهال می‌باشند. در مقایسه عملکرد متوسط چوب نهال کلنهای بومی (استان کردستان) گونه‌های نیگرا و آلبا در این آزمایش هم نکته مذکور تأیید می‌گردد چنانچه کلنهای گونه نیگرا ( $P.n. sq1$ ,  $P.n. sq2$ ,  $P.n. Griz$ ,  $P.n.$   $banah$  و  $P.n. kamyaran$ ) دارای میانگین سطح کل سبزینه نهال و همچنین عملکرد چوب نهال بیشتری نسبت به کلنهای گونه آلبا ( $P.a. Ts$ ,  $P.a. Griz$ ,  $P.a. Bs$ ,  $P.a. sh.s$  و  $P.a. Bsq$ ) بوده‌اند. باتوجه به جدول اگرچه کلنهای گونه نیگرا میانگین سطح برگ کمتری نسبت به کلنهای گونه آلبا داشته‌اند، لیکن با وجود تعداد برگ بیشتر و در نتیجه سطح کل سبزینه بیشتر تولید چوب بالاتری هم داشته‌اند.

گروه‌بندی بر صفات مرتبط با برگ (جدول شماره ۶ و نمودار شماره ۱) دو مورد جالب توجه است. مورد اول تشابهات گونه‌های اوروامریکن و دلتوئیدس از لحاظ خصوصیات برگ و قرار گرفتن آنها در یک گروه می‌باشد البته با توجه به آنکه گونه اوروامریکن محصول دورگ‌گیری گونه‌های دلتوئیدس و نیگرا بوده و دلتوئیدس در واقع والد اوروامریکن است این نتیجه دور از انتظار نبود. مورد دوم کلنهای ۶۳.۱۳۵  $P.n.$  و  $P.n. Griz$  بود که نه تنها در گروه نیگرا قرار نگرفتند، بلکه با نشان دادن اختلافهای قابل توجهی در خصوصیات برگ با کلنهای گونه نیگرا و سایر گروهها باکمترین درصد شباهت تشکیل دو گروه مجزا دادند.

باتوجه به جدول شماره ۶ و نمودار شماره ۲ (نمودار تجزیه کلاستر براساس صفات تنه درخت) درحالت اعمال تجزیه کلاستر برروی صفات تنه شامل قطر، ارتفاع و

میانگین حجم تولید چوب کلنها و گروه‌بندی آنها براساس صفات مذکور، ۴۸ کلن صنوبر مورد بررسی در این آزمایش در ۸ گروه قرار گرفتند. جایگیری کلنها در گروه‌های حاصل به‌طور عمده بر مبنای حجم چوب تولیدی نهال کلنها بود و تفکیک گونه‌ای به آن صورت که در حالت اعمال تجزیه کلاستر بر روی صفات برگ موجود بود، در این حالت مشاهده نگردید. چنانچه در برخی گروه‌های کلنهای متعلق به چندین گونه متفاوت (نیگرا، اوروامریکن و دلتوئیدس) قرارداداشتند. چنانچه در نمودار شماره ۳ مشاهده می‌گردد جایگیری و آرایش کلنها در این حالت هم با توجه به توان بالقوه تولید چوب آنها (که با قطر و ارتفاع تنه دارای رابطه خطی هستند) و هم با ملاحظه صفات و خصوصیات برگ کلنها بوده است. اصولاً در تجزیه کلاستر هرچه صفات مورد بررسی در گروه‌ها بیشتر باشد گروه‌بندی دارای دقت بیشتری است و از آنجا که در حالت سوم این آزمایش نسبت به دو حالت قبلی، صفات بیشتری در نظر گرفته شده است نتیجه آن دارای کاربرد بیشتر می‌باشد.

به‌طور خلاصه می‌توان اعلام نمود که در اعمال تجزیه کلاستر برای گروه‌بندی کلنهای صنوبر بکارگیری و استفاده از صفات برگ علاوه بر توجه به صفات تنه و توان بالقوه تولید چوب کلنها می‌تواند گروه‌بندی را با آرایش گیاه‌شناختی و گونه‌ای آنها سازگارتر نماید. نتایج بدست آمده در این آزمایش با نتایج اعلام شده توسط Sasa و همکاران (۱۹۹۸) و همچنین Aldenderfer و Blashfield در سال ۱۹۹۰ مطابقت دارد.

بررسی میانگین صفات مورد مطالعه در گونه‌های مختلف صنوبر هم به نوعی دیگر اهمیت صفات برگ را در تفکیک گونه‌ای آن نشان می‌دهد. چنانچه توصیف سیستماتیک گونه‌ها براساس صفات برگ تا حد زیادی محققان را در شناخت و برآورد توانهای آنها (میزان فتوسنتز و تولید چوب) یاری می‌دهد. با توجه به جدول شماره ۷ در میان گونه‌های مورد آزمایش صنوبر گونه دلتوئیدس با بیشترین میانگین سطح برگ (۷۸/۵۶ سانتیمتر مربع)، بیشترین وزن کل برگ و وزن پهنک (به ترتیب ۰/۷۵ و

۰/۶۸ گرم)، تعداد برگ نسبتاً کم، بیشترین سطح سبزینه نهال (۲۳۴۷ سانتیمتر مربع) بیشترین میانگین حجم تولید چوب را در نهال معادل ۸۶/۵۹ سانتیمتر مکعب دارا بوده است. پس از دلتوئیدس از لحاظ تولید چوب به ترتیب گونه‌های نیگرا، اوروامریکن و تریکوکارپا، آلبا و پده (به ترتیب با ۴۹/۰۸، ۳۰/۳۷، ۲۵/۴۵، ۱۰/۲۵ و ۷/۴۳ سانتیمتر مکعب تولید چوب در نهال قرار دارند. گونه نیگرا که در ردیف دوم تولید چوب قرار داشته است پایین بودن سطح برگ (معادل ۳۰/۰۸ سانتیمتر مکعب) خود را با میانگین تعداد برگ بیشتر در نهال (۵۰/۶۴) تا حد زیادی جبران نموده است. کلنهای اوروامریکن از لحاظ خصوصیات برگ تقریباً شبیه دلتوئیدس بوده‌اند، لیکن عملکرد چوب نهال آنها در این آزمایش از هر دو والد خود (دلتوئیدس و نیگرا) کمتر بوده است.

### سپاسگزاری

بدین وسیله از آقای دکتر محمد خضری و مهندس فیروز مردانی به خاطر فراهم آوردن زمینه تحقیق و همچنین از آقایان یعقوب کارگر و فرزاد محمدی به واسطه زحماتی که در اجرای این تحقیق متحمل گشتند صمیمانه سپاسگزاری می‌گردد.

## منابع مورد استفاده

- ۱- ثابتی، ح. ا.، ۱۳۵۵. جنگلها، درختان و درختچه‌های ایران. سازمان تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی. صفحات ۵۴۱-۵۲۷.
- ۲- سرمدنیا، غ. ح. و کوچکی، ع.، (ترجمه). ۱۳۶۹. فیزیولوژی گیاهان زراعی. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. صفحات ۴۰۶-۴۰۲.
- ۳- عزیزیان، د.، ۱۳۷۲. مورفولوژی مقایسه‌ای گیاهان آوندی. انتشارات دانشگاه شهید بهشتی. تهران. صفحات ۱۳۳-۱۱۹.
- ۴- کریمی، م. و عزیززی، م. (ترجمه). ۱۳۷۳. آنالیزهای رشد گیاهان زراعی. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ص ۴۸.
- ۵- کوچکی، ع.، راشد محصل، م. ح. نصیری م. و صدرآبادی، ر. (ترجمه). ۱۳۷۴. مبانی فیزیولوژیکی رشد و نمو گیاهان زراعی. چاپ سوم. انتشارات دانشگاه امام رضا. چاپ سوم. مشهد. ص ۴۰۴.
- ۶- کیانمهر، ه. د.، (ترجمه). ۱۳۷۷. مبانی فیزیولوژی گیاهی. انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد. صفحات ۲۲۳-۱۸۹.
- ۷- یوسفی، ب.، ۱۳۷۶. بررسی برخی صفات مؤثر در رشد و همبستگی نهالهای یکساله ۳۲ کلن صنوبر. پژوهش و سازندگی شماره ۳۴: ۲۳-۱۸.
- ۸- Aldenderfer, M. S., and S. Blashfield. (۱۹۹۰). Cluster analysis series: Quantitative applications in the social sciences. ۴۴. Sage Univ. Paper. ۱۹۹۰.
- ۹- Bradshaw, H.D., R. Ceulemans, Davis and R. Stettler (۱۹۹۸). Emerging model system in plant biology : Poplar (*Populus*) as a model forest tree . Univ. of Washington. USA.
- ۱۰- Chen, S.G., Ceulemans, R. and Impens, I. (۱۹۹۴) A fractal - based *Populus* canopy structure model for the calculation of light interception. For. Ecol. Mgmt. ۶۹: ۹۷-۱۱۰.

- ۱۱- Ekenwalder, JE.(۱۹۹۶).Systematics and evolution of *Populus*.In: Stetteler, R. F., Bradshaw, H. D., Jr Heilman, P.E., and Hincley, T.M., editors. Biology of *Populus* and its implications for managements and conservation. NRC Research Press, Ottawa. PP: ۷-۳۲.
- ۱۲- Mandal, A.k.and G.L. Gibson (۱۹۹۸). Forest genetics and tree breeding .Satish Kumar Jain , New Delhi, India, PP: ۱۴۳-۱۶۸.
- ۱۳- Michael ,D. A., Isebrands, J. G., Dickmann, D. I., Nelson, N. D. (۱۹۸۸).Growth and development during the establishment year of two *Populus* clones with contrasting morphology and phenology.tree phys .۴, ۱۳۹-۱۵۲.
- ۱۴- Sasa,Orlovic, Pajevic, Solodanka, krstic and Borivoj (۱۹۹۸). Possibility of utilizing some morphological and physiological parameters in Poplar breeding. Poplar Research Institute .Antona Cehova .Yugoslavia.
- ۱۵- Tharakan P. J., L. P. Abrahamson, J. G. Isebrands and D. J. Robison, (۱۹۹۸). First year growth and development of Willow and Poplar bioenergy crops as related to foliar Characteristics. Bioenergy ۹۸: Madison, Wisconsin, October, ۴-۸.
- ۱۶- Zsuffa L., Sennerby F. L., Wiesgerber I. T. and Hall, R. B. (۱۹۹۳). Strategies for clonal forestry with Poplars, Aspens and Willows, in clonal forestry II: Conservation and application. M. R. Ahuja and W. J. Libby (Eds.), Springer - Verlag, Berlin, PP: ۹۱-۱۱۹.