

بررسی مشخصات رویشی ۲۴ کلن مختلف صنوبر در مرحله خزانه

رفتاله قاسمی^۱، عادل جلیلی^۱، علیرضا مدیررحمتی^۱ و مسلم اکبری نیا^۲

چکیده

نخستین گام در طراحی و اجرای طرحهای تحقیقاتی در اختیار داشتن اطلاعات اولیه و زیربنایی است. کسب اطلاعات از مشخصه‌های رویشی ارقام مختلف صنوبر در مرحله نونهالی و نهالی در عرصه خزانه می‌تواند بسیاری از نیازهای علمی محققان و کارشناسان صنوبر را جهت اجرای طرحهای مختلف و نیز اداره بهینه خزانه‌های تحقیقاتی فراهم نماید.

در این بررسی مشخصه‌های رویشی تعداد ۲۴ کلن از انواع مختلف صنوبر در مرحله خزانه در طول فصل رویش سال ۱۳۷۷ در مرکز تحقیقات البرز کرج مورد بررسی و مطالعه قرار گرفت. در این مورد متغیرهای قطر، ارتفاع، تولید بیوماس، خصوصیات برگ شامل سطح برگ، وزن تر برگ، وزن خشک برگ، ضخامت برگ، مقاومت برگ به پارگی و نیز میزان تجزیه‌پذیری برگ کلن‌ها مورد بررسی و اندازه‌گیری قرار گرفتند. در مجموع تعداد ۱۲ متغیر مختلف اندازه‌گیری شد و بعد با استفاده از اطلاعات این متغیرها تعداد ۸ متغیر دیگر نیز محاسبه شد. داده‌های حاصل از این اندازه‌گیریها و محاسبات، در مجموع به تعداد ۲۰ متغیر در قالب طرح آماری آنالیز ترکیبات اصلی (PCA) و با استفاده از نرم‌افزار Minitab 8/2 مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند و بر این اساس کلن‌های مورد مطالعه رسته‌بندی (Ordination) گردیدند تا صنوبرهایی که رفتار و عملکرد مشابهی را در رابطه با مجموع متغیرهای اندازه‌گیری شده از خود بروز داده‌اند

۱-اعضاء هیات علمی موسسه تحقیقات جنگلها و مراتع

۲-عضو هیات علمی دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تربیت مدرس

مشخص شوند. همچنین مجموعه متغیرهای اندازه‌گیری شده نیز رسته بندی شدند تا متغیرهایی که نقش مؤثر و مشابهی در تفکیک گروههای مختلف صنوبر داشته‌اند تعیین گردند.

نتایج حاصل از این بررسیها بیانگر آن است که از میان صنوبرهای مورد بررسی، کلن‌های *Populus x euramericana* بیشترین صفات مشترک و تشابه را با یکدیگر دارند و کلن‌های *Populus deltoides* از نظر کلیه متغیرهای مورد بررسی در دو گروه جداگانه قرار می‌گیرند و سایر کلن‌ها نظیر *Populus alba* و *Populus nigra* شباهت گروهی خاصی را نشان نمی‌دهند. از میان ۲۰ متغیر مورد بررسی در عرصه خزانه تعداد ۹ متغیر تأثیر بیشتری در گروه‌بندی و تفکیک کلن‌ها از یکدیگر نشان می‌دهند بنابراین می‌توان با اندازه‌گیری تعداد کمتری از این متغیرها که اندازه‌گیری آنها نیز از سهولت بیشتری برخوردار است کلن‌های مشابه را از یکدیگر تفکیک نمود.

با وجود در اختیار بودن رطوبت کافی و دمای مناسب و ظاهر سبز و شاداب کلن‌ها، رشد قطری و ارتفاعی تعدادی از آنها از جمله *Populus* و *Populus deltoides* 72/51 در اواخر مرداد ماه متوقف و یا بسیار کند می‌شود و این در حالی است که تعداد دیگری از کلن‌ها از جمله *Populus*, *Populus x euramericana* cv. *triplo* و *Populus nigra* var. *betulifolia* تا *Populus deltoides* 77/51 و *Populus deltoides* 69/55 در اواخر مهرماه به رشد خود ادامه می‌دهند و این امر یکی از دلایل رویش بیشتر این کلن‌ها در مقایسه با سایر ارقام خزانه می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: صنوبر، رسته‌بندی (رج بندی)، خزانه و کلن

مقدمه

با توجه به افزایش روز افزون جمعیت کشورمان و نیاز آنها به چوب و فرآورده‌های مختلف چوبی و نیز محدود بودن سطح جنگلهای تجارتي و صنعتی و ضرورت حفظ و احیاء این جنگلها، بنابر ملاحظات زیست محیطی و در کل، لزوم حفظ پوشش گیاهی، آب و خاک به عنوان سرمایه‌های ملی و بستر و زیربنای تولید محصولات کشاورزی، تهیه چوب مورد نیاز جامعه از سطح جنگلهای موجود امکان‌پذیر نمی‌باشد. جهت تولید چوب و رفع نیازهای جامعه در این زمینه، جنگلکاری با گونه‌های سریع‌الرشد در خارج از عرصه‌های جنگلی و یا حتی در عرصه‌های جنگلی تخریب شده امری ضروری می‌باشد. از میان گونه‌های درختی سریع‌الرشد، صنوبرها به دلیل برخورداری از خصوصیات ممتاز و منحصر به فردی نظیر:

- امکان کشت انواع صنوبرها در شرایط متفاوت اقلیمی کشور
- توان استقرار انواع صنوبرها در اراضی کم‌بازده و حاشیه سیل گیر رودخانه‌ها
- امکان کشت آنها در سطوح کوچک، بزرگ، تک درخت، توده‌ای، ردیفی و به صورت باد شکن
- تولید بالای چوب صنوبرها (تا ۴۰ متر مکعب در هکتار و در سال) در مقایسه با تولید کم (۲ تا ۵ متر مکعب در هکتار و در سال) درختان جنگلی (طباطبایی، ۱۳۶۴)
- امکان بهره‌برداری از صنوبرها در دوره‌های زمانی کوتاه‌تر از ۱۰ سال
- امکان کشت توام صنوبرها با انواع محصولات کشاورزی
- خصوصیات ویژه آناتومیکی، فیزیکی، مکانیکی و تکنولوژیکی و کاربرد وسیع آن در صنایع مختلف پیشرفته چوبی مانند کبریت سازی، کاغذ سازی، نئوپان، تهیه روکش و غیره در میان روستاییان، صاحبان صنایع و سایر تولیدکنندگان چوب از جایگاه ویژه‌ای برخوردارند.
- از اقدامات ضروری اولیه جهت توسعه سطح صنوبرکاریهای کشور و تولید هر چه

بیشتر چوب، احداث و اداره خزانه‌های وسیع تولید نهال می‌باشد، اداره بهینه چنین خزانه‌هایی در اختیار داشتن اطلاعات کافی و دقیق از مشخصات و چگونگی رویش انواع کلن‌ها در مرحله نو نهالی و نهالی می‌باشد بنابراین به منظور دستیابی به اطلاعات دقیق از متغیرهای رویشی انواع کلن‌ها و تعیین قرابت‌های موجود بین آنها و نیز برنامه ریزی منسجم و یکسان برای تولید، انجام عملیات داشت و تامین نیازهای مختلف آنها بر اساس نیاز اکولوژیکی گروه‌های مشابه، با استفاده از تعداد ۲۴ کلن مختلف صنوبر در اراضی مرکز تحقیقات البرز کرج در اسفند ماه ۱۳۷۶ نسبت به احداث خزانه اقدام گردید که اهداف عمده مورد نظر از احداث خزانه و بررسی و مطالعه کلن‌های کشت شده در آن عبارتند از:

- تعیین مشخصه‌های رویشی قطر و ارتفاع، میزان ماده خشک ساقه و برگ (بیوماس)، خصوصیات برگ (سطح، وزن تر، وزن خشک، ضخامت و مقاومت به پارگی) و تعیین میزان درصد تجزیه پذیری برگ کلن‌ها.
- رسته‌بندی (رج بندی) و گروه‌بندی کلن‌های مشابه صنوبر بر اساس متغیرهای اندازه‌گیری شده.
- تعیین مجموعه متغیرهای مشابه و نقش آنها در تفکیک کلن‌های دارای خصوصیات مشترک.
- ارائه پیشنهاد و رهنمودهای لازم در مورد کلن‌هایی که رفتار و عملکرد مشابهی را در ارتباط با کلیه متغیرهای اندازه‌گیری شده از خود بروز داده‌اند.

سابقه تحقیق

بررسی و مطالعات متعددی در مورد کلن‌های مختلف صنوبر در مرحله خزانه در ایران و سایر کشورهای خارجی انجام گرفته است که در اینجا به ذکر تعدادی از آنها می‌پردازیم.

در یک تحقیق تعداد ۴۵ کلن بومی و خارجی صنوبر طی سالهای ۱۳۶۲ تا ۱۳۶۵ در خزانه‌های آزمایشی در مرکز تحقیقات البرز کرج مورد بررسی و مطالعه قرار گرفتند و متغیرهایی مانند میزان رشد قطری، ارتفاعی، در صد زنده مانده نهالهای یکساله و مقاومت و حساسیت کلن‌ها به آفات و بیماریها بر روی سنین مختلف (۱/۱، ۱/۲، ۱/۳ ساله) این کلن‌ها اندازه‌گیری و تعیین گردیدند. نتایج بدست آمده نشان داده است که بین کلن‌های مورد بررسی از نظر میزان رویش و مقاومت در مقابل آفات و بیماریها اختلاف مشخص وجود داشته است و در نهایت از میان کلن‌های مورد بررسی تعداد ۳۰ کلن برای مرحله بعدی آزمایش انتخاب گردیدند (مدیر رحمتی و همکاران، ۱۳۷۶).

در مطالعه دیگری کلن‌های مختلف صنوبر در مرحله خزانه با استفاده از روش تجزیه مؤلفه‌های اصلی (PCA) و پلات مؤلفه اصلی اول و دوم توسط نرم افزارهای MSTATC و SAS از هم تفکیک گردیدند، به طوری که نتایج بدست آمده از این تحقیق نشان می‌دهد کلن‌های مربوط به هر کدام از چهار گونه *P. deltoidea*, *P. euphratica*, *P. nigra*, *P. alba* در گروه‌های جداگانه به خوبی از هم تفکیک شدند. (اسدی، ۱۳۸۰).

به منظور بررسی ۶ صفت مؤثر بر وزن ساقه نهال به عنوان شاخص تولید چوب (وزن ریشه، ارتفاع، قطر ساقه، تعداد، وزن و سطح برگ) در تعداد ۳۲ کلن صنوبر در قالب طرح آماری کاملاً تصادفی با ۴ تکرار در نهالستان مرکز تحقیقات منابع طبیعی وامور دام سنندج مورد بررسی و آزمایش قرار گرفتند. نتایج بدست آمده از این تحقیق بیانگر آن است که کلن‌های مورد بررسی از نظر تمام صفات مورد مطالعه اختلاف معنی داری را با همدیگر نشان داده‌اند. این نتیجه بیان کننده وجود تنوع ژنتیکی وسیع در بین کلن‌ها و فراهم بودن زمینه مناسب برای گزینش بهینه آنها می باشد (یوسفی، ۱۳۷۶).

در تحقیقی دیگر در ایستگاه تحقیقات منابع طبیعی شمال استان خراسان (بجنورد) طی مدت سه سال بر روی تعداد ۱۳۶ کلن بومی و خارجی صنوبر، متغیرهایی

نظیر درصد زنده‌مانی در پایان فصل رویش، میزان رویش قطری، ارتفاعی نهالها و نیز مقاومت کلن‌ها در برابر آفات و بیماریها مورد بررسی و مطالعه قرار گرفته است. نتایج بدست آمده نشان داده است که نهالهای ۱/۱ ساله (ساقه وریشه یکساله) گروه‌های *P. nigra* , *P. deltoides* , *P. euramericana* به ترتیب بیشترین رشد را داشته‌اند. کلن‌های *P. alba* دارای بیشترین افزایش رشد پس از کف بر (نهالهای ۱/۲ ساله) بوده‌اند. در بین نهالهای ۲/۳ ساله (ساقه دو ساله، ریشه سه ساله) گروه‌های *P. nigra* , *P. euramericana* غیر بومی و *P. alba* غیر بومی به ترتیب از بیشترین میزان رویش برخوردار بوده‌اند. از نظر آفات و بیماریها تمامی گروه‌ها حساسیت زیادی به آفات چوبخوار نداشته‌اند و آفاتی مانند سنک صنوبر و شته سبز که روی برگ صنوبرها فعالیت می‌کنند بر روی کلن‌های *P. nigra* و *P. alba* آلودگی شدید ایجاد کرده و بیشترین مقاومت را کلن‌های *P. deltoides* از خود نشان داده‌اند و کلن *P. ciliata* بیشترین میزان حساسیت را نسبت به سرمای زود رس پاییزه داشته است (بزرگمهر، ۱۳۸۰).

در مؤسسه تحقیقات صنوبر کشور آلمان از سال ۱۹۵۱ تا ۱۹۷۱ تعداد ۲۴۵ کلن بومی و خارجی صنوبر مورد بررسی قرار گرفتند و خصوصیات رشدی و مقاومت آنها در سنین ۱/۱، ۱/۲، ۱/۳، ۲/۳ و ۲/۵ ساله با یکدیگر مقایسه شدند در این مطالعه از کلن‌های سه بخش ایگروس (*Aigeirus*)، لوسه (*Leuce*) و تاکاماهاکا (*Tacamahaca*) استفاده گردیده است. از نظر وضعیت رشدی کلن‌های بخش تاکاماهاکا در ردیف اول و کلن‌های بخش ایگروس و لوسه به ترتیب در ردیف‌های دوم و سوم قرار می‌گیرند. در بخش تاکاماهاکا رقم Stout و هیبریدهای *Schreiner* , *Androscoggin* از ارقام موفق بوده‌اند. از بخش ایگروس کلن‌های ایتالیایی (به استثناء کلن *P.e. I.455*) موفق بوده‌اند. کمترین میزان رشد در این بخش به کلن *Leipzig* تعلق داشته است. در بخش لوسه هیبریدهای صنوبر لرزان با نهالهای ۱/۱ و ۱/۳ ساله از ارقام موفق به شمار می‌آیند. با توجه به قابلیت کاشت این ارقام در بین توده‌های جنگلی به ویژه در نقاط خالی جنگلی

در کشور آلمان توجه زیادی به ارقام این بخش و فعالیتهای ژنتیکی در این زمینه معطوف می‌گردد (مدیر رحمتی و همکاران، ۱۳۷۶).

در تحقیقی دیگر در ایستگاه تحقیقات جنگل شمال غربی پاسیفیک آمریکا ارتباطات بین بیوماس یا میزان رویش قطری و ارتفاعی با خصوصیات برگ نهالهای دو ساله دو کلن صنوبر *P. deltoides* Bartr. ex Marsh x *P. trichocarpa* Torr. و *P. trichocarpa* Torr. مورد بررسی و مطالعه قرار گرفته است. خصوصیات اندازه‌گیری شده برگ شامل سطح کل برگهای نهال و یا وزن کل برگها، میانگین اندازه یا وزن برگهای انتهایی کامل شده شاخه‌ها و نیز تعیین غلظت موادی نظیر Mg, Ca, K, P, N کلروفیل کامل و کربوهیدراتهای موجود از این شاخه‌ها و برگها بوده‌اند. نتایج این بررسیها نشان داده است که سطح کل برگها یا وزن برگهای گیاه به طور قوی با مجموع بیوماس اندام هوایی ارتباط داشته است ($r = 0.99$ تا 0.98) و نیز میانگین اندازه (سطح یا وزن) برگهای توسعه یافته و کامل شده انتهایی، به طور نسبتاً قوی با بیوماس (0.72 تا 0.64 ، $r = 0.72$ تا 0.54)، رشد ارتفاعی ($r = 0.73$ تا 0.53)، رشد قطری ($r = 0.67$)، ارتباط دارد. با یک استثناء (ارتباط بین غلظت پتاسیم شاخه و برگ با رویش ارتفاعی یک کلن، $r = 0.67$) خصوصیات اندازه برگ، ارتباط قوی‌تری را با بیوماس یا رویش قطری و ارتفاعی، نسبت به غلظت و یا محتویات شیمیایی شاخه‌ها و برگ نشان داده است (Harrington و همکاران، ۱۹۹۷).

در کشور ترکیه صفات کمی رویش ارتفاعی و قطری، زنده ماننی و صفات کیفی راستی قامت تنه و وضعیت شاخه دهی کلن‌های *P. nigra* در مرحله خزانه ر در سن دو سالگی نهال مورد ارزیابی قرار گرفته است. طرح آزمایشی تحقیق بلوکهای کامل تصادفی با ۴ تکرار بوده است. کلیه آماربردارها از ۸ نهال برای هر کلن انجام شد. نتایج این بررسی تفاوت معنی داری را بین میانگین کلن‌ها از نظر صفات فوق ارائه داده است (Isik و Toplu، ۱۹۹۹).

مواد و روشها

مواد

- موقعیت ایستگاه تحقیقات کرج

مرکز تحقیقات البرز در جنوب شهر کرج و در حدود ۷ کیلومتری از مرکز شهر قرار دارد. مشخصات ایستگاه فوق به شرح زیر است:

- عرض جغرافیایی ۳۵ درجه و ۴۸ دقیقه شمالی

- طول جغرافیایی ۵۰ درجه و ۵۴ دقیقه شرقی

- ارتفاع از سطح دریا ۱۳۰۰ متر

- میانگین بارندگی سالیانه ۲۵۰ میلیمتر (میانگین ۵۰ ساله)

- حداقل مطلق درجه حرارت ۲۱/۷- درجه سانتیگراد

- حداکثر مطلق درجه حرارت ۴۱ درجه سانتیگراد

- میانگین درجه حرارت ۱۳/۷ درجه سانتیگراد

- ضریب خشکی ۹/۵ (طبق فرمول دومارتن)

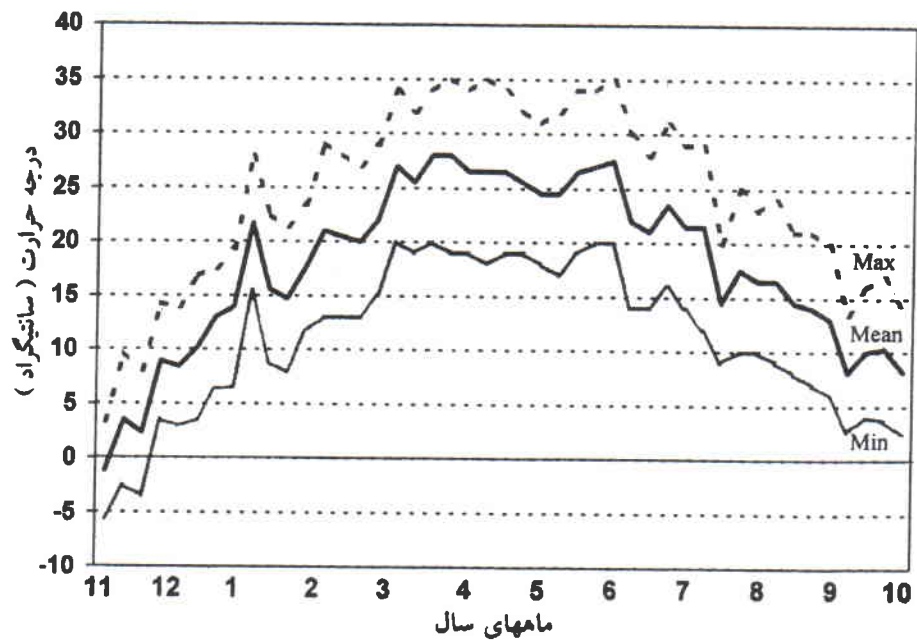
- طبقه آب و هوایی نیمه خشک

- خاک اراضی مرکز از رسوبهای آبرفتی با عمق متوسط ۷۰ سانتیمتر بر روی

لایه‌های عمیقی از ماسه تشکیل شده و به طور کلی خاک سبکی است. نتایج تجزیه خاک

محل اجرای طرح در جدول شماره ۱ ارائه شده است. همچنین وضعیت دمای مرکز

کرج در فصل رویش سال ۱۳۷۷ را می‌توان در نمودار شماره ۱ مشاهده نمود.



نمودار شماره ۱ - دماهای کمینه، متوسط و بیشینه مرکز کرج در فصل رویش سال ۱۳۷۷

جدول شماره ۱ - نتایج تجزیه خاک خزانه محل اجرای طرح

۲۵-۵۰ (cm)	۰-۲۵ (cm)	عمق خاک	متغیرهای اندازه گیری شده
۸/۱۲	۸/۲۰	PH	۱
۰/۶۴	۱/۶۱	شوری عصاره اشباع (ds/m)	۲
لومی شنی	لوم	بافت خاک	۳
۳۰/۷۰	۳۷/۶۹	رطوبت اشباع %	۴
۳۷/۸۸	۵۴/۲۸	سدیم محلول Meq/L	۵
۴/۳۳	۴/۸	کلسیم محلول Meq/L	۶
۳/۶	۷/۲	منیزیم محلول Meq/L	۷
۴/۷۴	۴/۷۴	آهک %	۸
ناچیز	ناچیز	گچ %	۹
۱۵/۳۸	۳۶/۹۲	پتاسیم قابل جذب PPM	۱۰
۰/۲۴	۰/۲۴	فسفر قابل جذب PPM	۱۱
۰/۴۲۹	۱/۰۹	کربن آلی %	۱۲
۰/۰۴۷	۰/۰۴۶	ازت %	۱۳
۱/۰	۱/۰	کلرور محلول Meq/L	۱۴
۳/۲	۵/۶	کربنات محلول Meq/L	۱۵
۲۰	۲۰	بی کربنات محلول Meq/L	۱۶

- اسامی کامل و علمی کلن های صنوبر مورد بررسی در خزانه

- 1- *Populus deltoides* Marsh. *missouriensis*
- 2- *Populus deltoides* Marsh. 72/51
- 3- *Populus deltoides* Marsh. 69/55
- 4- *Populus deltoides* Marsh. 77/51
- 5- *Populus deltoides* Marsh. 73/51
- 6- *Populus trichocarpa* Torr. 044/62
- 7- *Populus x euramericana* (Dode) Guinier 455
- 8- *Populus x euramericana* (Dode) Guinier *costanzo*

- 9- *Populus x euramericana* (Dode) Guinier *marilandica*
- 10- *Populus x euramericana* (Dode) Guinier *I* - 214
- 11- *Populus x euramericana* (Dode) Guinier 488
- 12- *Populus x euramericana* (Dode) Guinier *vernirubensis*
- 13- *Populus x euramericana* (Dode) Guinier *gelrica*
- 14- *Populus x euramericana* (Dode) Guinier 154
- 15- *Populus x euramericana* (Dode) Guinier *triplo*
- 16- *Populus x euramericana* (Dode) Guinier 92/40
- 17- *Populus alba* L. 44/9
- 18- *Populus alba* L. 58/57
- 19- *Populus alba* L. 20/45
- 20- *Populus nigra* L. var. *betulifolia* Torr 17/13
- 21- *Populus nigra* L. 63/135
- 22- *Populus nigra* L. 56/72
- 23- *Populus candicans* Ait. 041
- 24- *Populus euphratica* Oliv.

به منظور سهولت کار، اسامی کلن‌های مذکور در قسمتهای مختلف متن به طور خلاصه آمده است.

روش تحقیق

روش احداث خزانه

به منظور احداث خزانه قطعه زمینی به مساحت ۱۰۰۰ متر مربع در اراضی مرکز تحقیقات البرز کرج انتخاب و کارهای آماده‌سازی آن از قبیل شخم و دیسک و تسطیح در زمستان ۱۳۷۶ انجام گردید و بعد جوی پشته‌هایی با فواصل ۲ متر از یکدیگر در این

قطعه ایجاد شد.

در اواخر اسفندماه از میان ارقام مختلف صنوبر تعداد ۲۴ کلن انتخاب و از هر کلن تعداد حداقل ۳۰ عدد قلمه یکسان (طول قلمه‌ها ۲۰ سانتیمتر و قطر آنها ۱۲ میلیمتر) تهیه گردید و بعد کلیه قلمه‌ها به فواصل ۲۰ سانتیمتر از یکدیگر بر روی پشته‌ها و در جهت شمالی جنوبی کشت گردیدند. پس از کاشت، کلیه قلمه‌ها بلافاصله آبیاری گردیدند و در طول فصل رویش از فروردین ماه لغایت پایان مهرماه ابتدا هفته‌ای دوبار و بعد (از خرداد ماه به بعد) هر ۵ روز یکبار مجموعه نهالهای خزانه آبیاری شدند. علفهای هرز موجود در خزانه نیز در طول فصل رویش چندین بار وجین گردیدند.

روش اندازه‌گیری متغیرهای مورد بررسی

اندازه‌گیری قطر و ارتفاع کلن‌ها

بعد از سبز شدن کلیه قلمه‌ها در خزانه، از میان آنها به‌طور تصادفی تعداد ۱۰ اصله نهال برای هر کلن انتخاب گردید و از اواسط اردیبهشت‌ماه هر یک هفته در میان (۱۴ روز یکبار) قطر آنها در محل ۵ سانتیمتری از کف زمین تا دقت میلیمتر با کولیس و ارتفاع آنها تا دقت سانتیمتر به وسیله خط‌کش مدرج چوبی اندازه‌گیری گردید که این اندازه‌گیری‌ها تا اواخر مهرماه ادامه داشت و در آخرین آماربرداری قطر نهالها در محل ۵۰ سانتیمتری از کف زمین نیز تعیین گردید.

با استفاده از اطلاعات بدست آمده برای قطر و ارتفاع در زمانهای مختلف، ابتدا مقادیر RGR^1 آنها به تفکیک قطر و ارتفاع برای هر یک از ۲۴ کلن با استفاده از فرمول زیر محاسبه و منحنی‌های آنها رسم گردید.

۱- RGR (Relative Growth Rate) سرعت رشد نسبی و یکی از شاخص‌های رشد در گیاهان است. RGR رشد را بر حسب سرعت افزایش اندازه در واحد زمان بیان می‌کند. در RGR معمولاً به کل وزن خشک گیاه توجه می‌شود، ولی استفاده از اندازه‌گیریهای دیگر نظیر قطر و ارتفاع نیز ممکن است (هانت، ۱۹۹۰).

$$\bar{R} = \frac{(\text{Log}_e W_2 - \text{Log}_e W_1)}{t_2 - t_1}$$

W_1 = قطر و یا ارتفاع اولیه

W_2 = قطر و یا ارتفاع ثانویه

$t_2 - t_1$ = طول دوره (فاصله زمانی بین دو اندازه گیری)

$\bar{R}$ = متوسط سرعت افزایش قطر و یا ارتفاع در واحد زمان

بعد سطح زیر منحنی های فوق برای هر یک از کلن ها تعیین شده و مقادیر بدست آمده به عنوان یکی از متغیرهای مورد بررسی با عنوان «شاخص رشد در واحد زمان» برای هر یک از دو متغیر قطر و ارتفاع معرفی گردید که این متغیرها نیز در رسته بندی و گروه بندی کلن های مورد مطالعه در خزانه مورد استفاده قرار گرفتند.

اندازه گیری مشخصه های برگ کلن ها

در این بررسی ویژگیهای سطح، وزن تر و وزن خشک، ضخامت و مقاومت به پارگی برگ همه کلن ها تعیین گردید. برای اندازه گیری سطح برگ هر کلن تعداد ۵ عدد برگ (بزرگترین برگ هر نهال) از ۵ اصله نهال مختلف تهیه شد و نسبت به تعیین سطح آنها به سانتیمتر مربع و نیز تعیین وزن تر و خشک آنها تا دقت صدم گرم اقدام گردید. اندازه گیری سطح برگها و وزن تر آنها در آزمایشگاه گروه زراعت دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس با دستگاه leaf area meter و ترازوی برقی مدل yamato HB 3000 انجام گردید، بعد وزن خشک برگها در آزمایشگاه بانک ژن ایستگاه کرج تعیین شد. بدین ترتیب که برگها در داخل آون با دمای ۸۰ درجه سانتیگراد قرار داده شد و بعد از گذشت ۴۸ ساعت وزن خشک آنها با ترازوی مدل مذکور تا دقت صدم گرم مشخص گردید و اعداد بدست آمده در جداول مربوطه درج گردیدند. سپس با استفاده از سطح برگها و

وزن خشک آنها، نسبت به محاسبه سطح ویژه برگ^۱ (SLA) برای هر یک از ۲۴ کلن با استفاده از رابطه زیر اقدام گردید:

$$SLA = \frac{\text{سطح برگ (mm}^2\text{)}}{\text{وزن خشک برگ (mg)}}$$

در مرحله بعد ضخامت برگها تا دقت صدم میلیمتر با دستگاه Thickness و مقاومت به پارگی آنها با دستگاه Toughness در تعداد ۵ نمونه (۵ عدد برگ) از هر کلن در اوایل مهرماه در آزمایشگاه آناتومی بخش گیاهشناسی مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع اندازه گیری گردید.

تعیین تولید ماده خشک برگها و ساقه (بیوماس) کلن ها و محاسبه RGR آنها

۲۰ روز بعد از سبز شدن قلمه های کاشته شده، تعداد ۵ قلمه (نونها) از هر کلن را به طور کامل از خاک درآورده ابتدا ساقه و برگهای آنها را از قلمه ها جدا کرده و بلافاصله وزن تر آنها در آزمایشگاه بانک زن ایستگاه کرج، به تفکیک مشخص گردید و سپس برای تعیین وزن خشک آنها، برگها را در داخل آون در دمای ۸۰ درجه سانتیگراد و قلمه ها را در دمای ۱۰۴ درجه به مدت ۴۸ ساعت قرار داده و وزن خشک آنها برای کلیه کلن ها تا دقت صدم گرم تعیین گردید.

همان طور که اشاره شد قطر و ارتفاع ده اصله نهال از هر کلن در هر ۱۴ روز یکبار در طول فصل رویش اندازه گیری گردید. پس از آخرین آماربرداری در اواخر مهرماه تمامی این نهالها از محل یقه قطع گردیدند و بلافاصله بعد از قطع، برگهای نهالها از تنه و شاخه ها جدا شده و وزن تر آنها و تنه چوبی هر نهال به طور جداگانه تا دقت صدم گرم اندازه گیری شدند. سپس کلیه نمونه های وزن شده را به تدریج در داخل آون قرار داده و

۱- SLA (Specific Leaf Area) یا سطح مخصوص برگ، شاخصی از ظرافت برگ است، چون سطح برگها را نسبت به وزن خشک آنها در نظر می گیرد، معیاری از وزن مخصوص یا نازکی نسبی برگ است (هانت، ۱۹۹۰).

نسبت به تعیین وزن خشک آنها همانند روش بالا اقدام گردید. با استفاده از اطلاعات بدست آمده نسبت به محاسبه RGR ماده خشک کلن‌ها اقدام شد و از آن به عنوان یکی از متغیرهای مورد بررسی در خزانه استفاده گردید.

تعیین میزان تجزیه پذیری (تعیین درصد کاهش وزن خشک) برگ کلن‌ها

یکی دیگر از متغیرهایی که در خزانه مورد بررسی قرار گرفت تعیین میزان تجزیه‌پذیری و یا به عبارت دیگر تعیین میزان درصد کاهش وزن خشک برگ کلن‌های خزانه بوده است. این آزمایش به منظور نشان دادن تفاوت در میزان تجزیه‌پذیری، که در واقع تفاوت در سرعت بازگشت مواد تشکیل دهنده برگ به خاک می‌باشد، بین برگ کلن‌های مختلف انجام گردید و نیز به منظور تعیین میزان تجزیه پذیری برگ کلن‌ها در شرایط آب و هوایی دیگر (آب و هوای مرطوب)، همین آزمایش در ایستگاه تحقیقات صنوبر صفراسته واقع در شمال شهر آستانه اشرفیه گیلان نیز انجام گردید. بدین منظور مراحل کاری زیر صورت گرفت:

انتخاب محل و آماده کردن بستر تجزیه

به منظور یکسان ساختن شرایط مورد مطالعه در هر دو منطقه کرج و صفراسته گیلان عرصه یکی از قطعات تحقیقاتی صنوبر (کلکسیون‌های پایه مادری) انتخاب گردیدند. بعد گودالی به ابعاد ۵×۶ متر مربع و به عمق ۱۵ سانتیمتر احداث شد، سپس لاشبرگهای نیمه پوسیده صنوبر به ضخامت ۱۰ سانتیمتر در کف گودال فوق پخش گردید. جهت محافظت بهتر بستر تجزیه، اطراف آن با سیم توری محصور گردید.

انتخاب و آماده کردن برگ‌ها

برای انجام این بررسی نیز برگ کلن‌های مورد مطالعه در خزانه انتخاب شدند و در طول دوره خزان (آبان و آذرماه) بتدریج و همزمان با ریزش برگ‌های هر کلن، نسبت به

جمع‌آوری برگهای خزان کرده اقدام و برگهای هر کلن به تفکیک در داخل پاکت‌های کاغذی و در معرض هوای آزاد (داخل محوطه آزمایشگاه) قرار داده شدند تا خشک شوند. از میان مجموعه برگهای هر کلن تعداد ۱۶ عدد برگ جدا شده (۸ عدد برای بررسی در کرج و ۸ عدد برای مطالعه در صفرابسته) و وزن هر یک تا دقت صدم گرم تعیین گردید. برگهای فوق جهت محافظت بهتر در داخل کیسه‌های ساخته شده از توری پلاستیکی قرار داده شدند.

کیسه‌های فوق در واقع تورهای پلاستیکی شبیه تورهای ماهیگیری بود که ابعاد روزنه‌های آن ۲×۲ میلیمتر می‌باشد. این کیسه‌ها به صورت دولایه از تورهای فوق تهیه گردیدند. ابعاد کیسه‌ها با توجه به ابعاد برگها طوری تهیه شدند که یک برگ در داخل آن به طور گسترده قرار گیرد. پس از قرار دادن یک عدد برگ در داخل هر کیسه، انتهای دیگر آن بسته شده و مشخصات برگ شامل نام کلن و شماره نمونه به صورت اتیکت‌های پلاستیکی بر روی کیسه‌های فوق نصب گردید. سپس کیسه‌های (نمونه‌های مورد آزمایش) آماده شده به بستر تجزیه انتقال داده شدند.

جهت تعیین تفاوت وزن خشک در هوای آزاد با وزن خشک در شرایط آزمایشگاهی تعداد ۱۰ عدد از برگهای هر کلن انتخاب و وزن خشک آنها در هوای آزاد تعیین و بعد برگهای مذکور به مدت ۴۸ ساعت در داخل آون ۸۰ درجه سانتیگراد قرار گرفتند تا کاملاً خشک شوند. سپس برگها از آون خارج و وزن خشک آنها در شرایط آزمایشگاهی نیز اندازه‌گیری گردید. از این اعداد برای محاسبه وزن خشک آزمایشگاهی نمونه برگهای مورد آزمایش (برگهایی که در بستر تجزیه قرار گرفتند) استفاده شد.

قرار دادن نمونه‌ها در بستر تجزیه

تعداد ۸ عدد کیسه پلاستیکی آماده شده که حاوی ۸ نمونه برگ هر کلن می‌باشد، مطابق با نقشه طرح و در قالب طرح آماری کاملاً تصادفی بر روی بستر تجزیه (داخل

گودالها) در ایستگاههای کرج و صفراسته قرار داده شدند. جهت یکسان نمودن دوره مورد بررسی سعی شد تا تفاوت زمانی بین قرار گرفتن نمونه‌ها در بستر تجزیه برای هر دو ایستگاه حداقل باشد (یک روز). پس از قرار دادن برگها در بستر تجزیه در اواسط آذرماه روی آنها با لایه‌ای نازک از لاشبرگ صنوبر پوشیده شد. بسترهای تجزیه در هر دو ایستگاه به مدت ۵/۵ ماه به حال خود رها شدند تا عوامل مؤثر در تجزیه برگها بر روی آنها اثر کرده و برگها را مورد تجزیه قرار دهند. در طی این مدت بستر فوق مورد بازدیدهای مکرر قرار گرفت تا مشکلی از نظر ورود دام و دست‌کاریهای انسانی بوجود نیامده باشد.

پس از گذشت ۵/۵ ماه در اوایل خردادماه ۱۳۷۸ کیسه‌های محتوی برگها در هر دو ایستگاه کرج و صفراسته با اختلاف یک روز از بستر تجزیه خارج شدند. ابتدا مواد اضافی روی کیسه‌ها تمیز گردید و بعد یکسر کیسه‌ها را باز نموده و بقایای نمونه برگها را از داخل هر کیسه با دقت و حوصله خارج و داخل پاکت‌های کاغذی ریخته شدند.

اندازه‌گیری مجدد برگها و محاسبات

پس از قرار دادن بقایای نمونه برگها در داخل پاکت، آنها را در شرایط آزمایشگاهی و در داخل آون ۸۰ درجه سانتیگراد با طول مدت ۴۸ ساعت خشک نموده و بعد تا دقت صدم گرم مورد توزین قرار گرفتند. در این مرحله ۳ سری عدد برای هر نمونه برگ داریم که عبارتند از وزن خشک در هوای آزاد، وزن خشک آزمایشگاهی، وزن خشک آزمایشگاهی بقایای برگها پس از تجزیه که برای تعیین میزان درصد کاهش وزن خشک برگها ابتدا اختلاف وزن خشک آزمایشگاهی قبل از تجزیه و بعد از تجزیه برگها را محاسبه کرده و بعد به تعیین درصد کاهش وزن برگها برای کلیه کلن‌های مورد مطالعه

اقدام گردید که از این شاخصه درصد تجزیه پذیری برگها نیز به عنوان یکی از متغیرهای مورد استفاده در رسته بندی کلن ها استفاده گردید.^۱

روش آماری تجزیه و تحلیل متغیرهای اندازه گیری شده

به طور کلی بر روی کلن های خزانه تعداد ۱۲ متغیر مختلف اندازه گیری گردید و با استفاده از این متغیرهای اندازه گیری شده نسبت به محاسبه ۸ متغیر دیگر اقدام شد و در مجموع ۲۰ متغیر مختلف برای ارزیابی و بررسی کلن های خزانه مورد استفاده قرار گرفت. داده های مربوط به کلیه متغیرها در قالب طرح آماری آنالیز ترکیبات اصلی^۲ (PCA) و با استفاده از نرم افزار Minitab 8.2 مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند و بعد نسبت به رسته بندی^۳ (رج بندی) و گروه بندی کلن های مشابه اقدام گردید.

نتایج

برای هر یک از ۲۴ کلن مورد مطالعه در خزانه، تعداد ۱۲ متغیر سطح برگ، وزن تر برگ، وزن خشک برگ، ضخامت برگ، مقاومت به پارگی برگ، ارتفاع نهالها، قطر در محل ۵ سانتیمتری و ۵۰ سانتیمتری از کف زمین، وزن خشک برگهای نهال، وزن خشک ساقه نهال، تعیین درصد تجزیه برگها در کرج و تعیین درصد تجزیه برگها در صفرابسته اندازه گیری گردید و بعد با استفاده از مقادیر این عوامل نسبت به محاسبه متغیرهای SLA (سطح ویژه برگ)، RGR (سرعت رشد نسبی) ماده خشک، وزن خشک کل نهال، نسبت وزن خشک برگهای نهال به وزن کل، نسبت وزن خشک برگهای نهال به وزن

۱ - روش کار تعیین میزان تجزیه پذیری برگها (تعیین درصد کاهش وزن خشک برگها) از روش Cornelissen, ۱۹۹۶ استفاده شد.

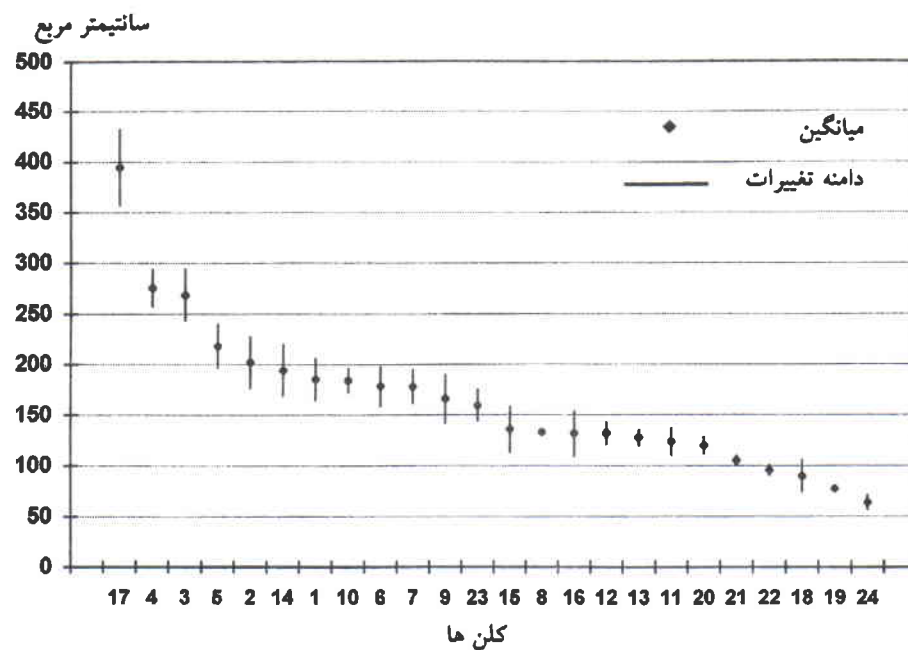
2- Principal Components Analysis

3- Ordination

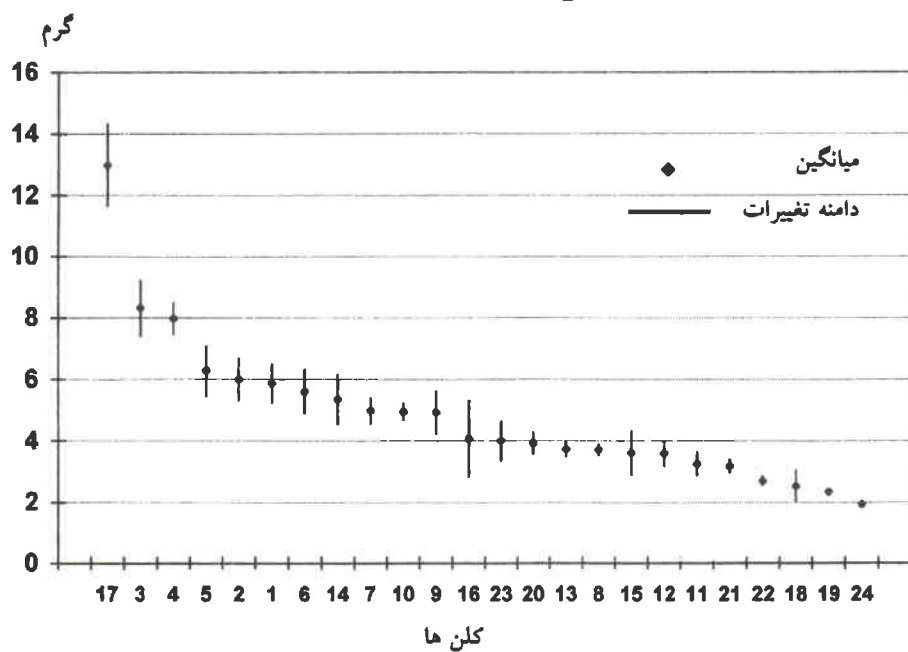
خشک ساقه، نسبت میزان تجزیه برگ در کرج به صفراسته، شاخص رشد قطری و شاخص رشد ارتفاعی اقدام گردید و پس از درج مقادیر بدست آمده در جداول مربوطه، میانگین داده‌ها و اشتباه معیار آنها برای هر یک از متغیرها محاسبه گردید و نتایج بدست آمده از هر متغیر و برای کلن‌های مختلف به صورت نمودار مشخص گردید (نمودارهای شماره ۲ الی ۱۹). سپس با استفاده از روش آماری تجزیه و تحلیل واریانس یک طرفه^۱ و با استفاده از نرم افزار Minitab 8.2 اختلاف معنی دار بودن بین کلن‌های مختلف آزمون گردید و با توجه به معنی دار بودن اختلاف بین کلن‌ها، مجموعه متغیرهای اندازه‌گیری شده با روش آماری آنالیز ترکیبات اصلی (PCA) و با استفاده از نرم افزار مذکور مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

تجزیه و تحلیل واریانس یک طرفه بین متغیرهای مختلف اندازه‌گیری شده (۲۰ متغیر) نشان می‌دهد که کلن‌های مختلف صنوبر در مورد هر یک از متغیرهای مورد بررسی، اختلاف معنی داری را نشان می‌دهند. به عنوان مثال تجزیه و تحلیل واریانس متغیر سطح برگ به قرار زیر است:

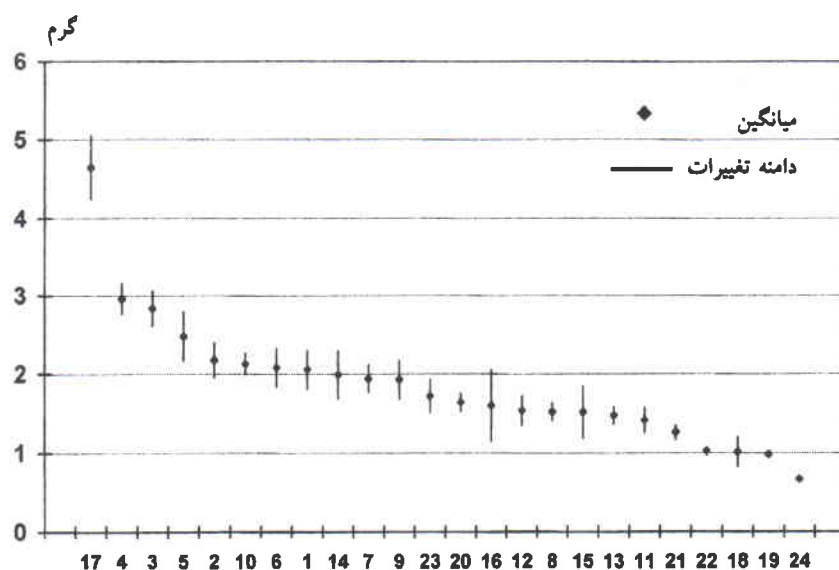
منبع تغییرات	Df	SS	MS	F	P
تعداد کلن	۲۳	۶۱۵۶۱۲	۲۶۷۶۶	۷۵/۷۵	۰/۰۰۰
خطا	۹۶	۳۳۹۱۹	۳۵۳		
کل	۱۱۶	۶۴۹۵۳۱			



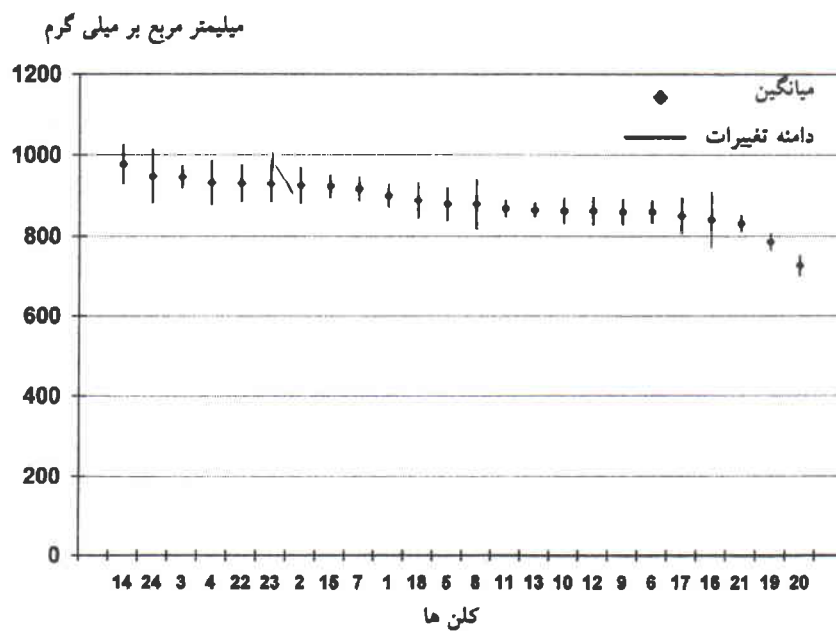
نمودار شماره ۲- میانگین سطح برگ و دامنه تغییرات اشتباه معیار در کلنهای مختلف



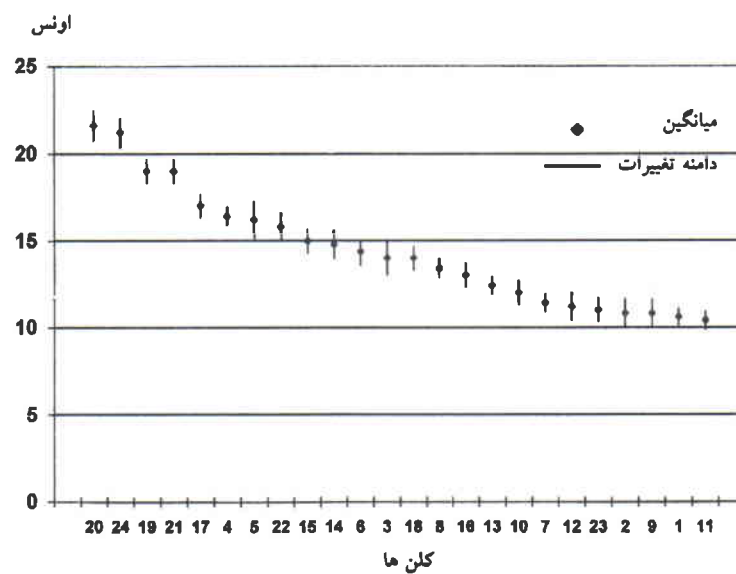
نمودار شماره ۳- میانگین وزن تر برگ و دامنه تغییرات اشتباه معیار در کلنهای مختلف



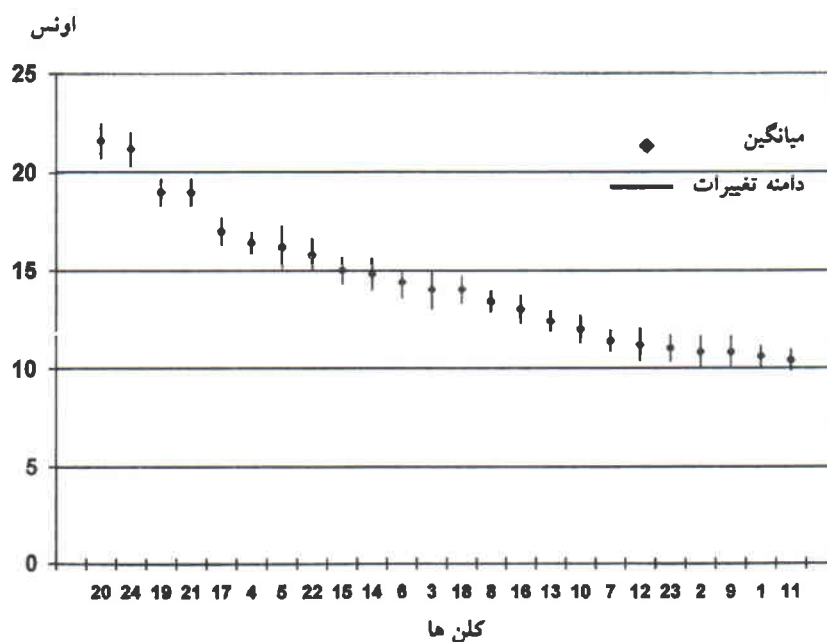
نمودار شماره ۴- میانگین وزن خشک برگ و دامنه تغییرات اشتباه معیار در کلنهای مختلف



نمودار شماره ۵- میانگین سطح ویژه برگ (SLA) و دامنه تغییرات اشتباه معیار در کلنهای مختلف

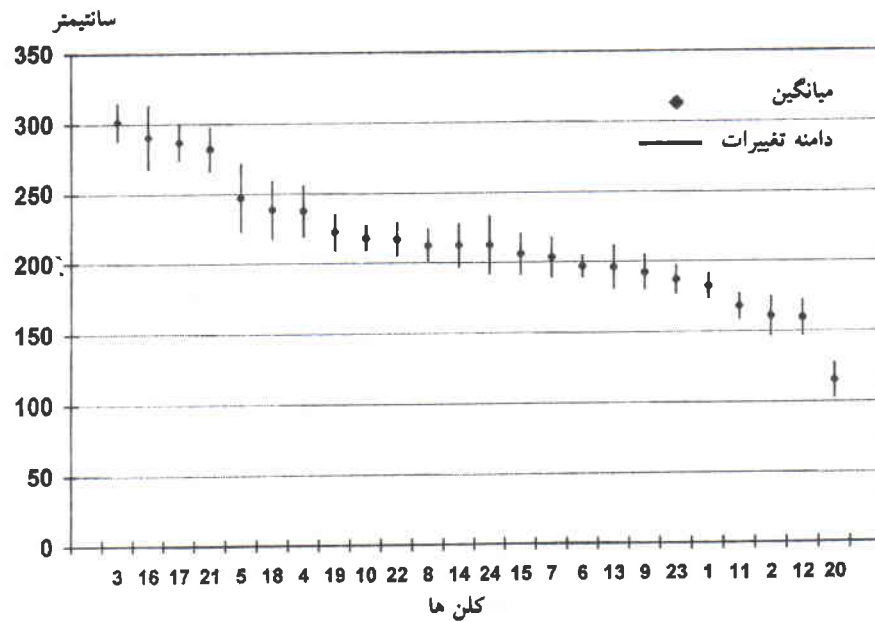


نمودار شماره ۶- میانگین ضخامت برگ و دامنه تغییرات اشتباه معیار در کلنهای مختلف

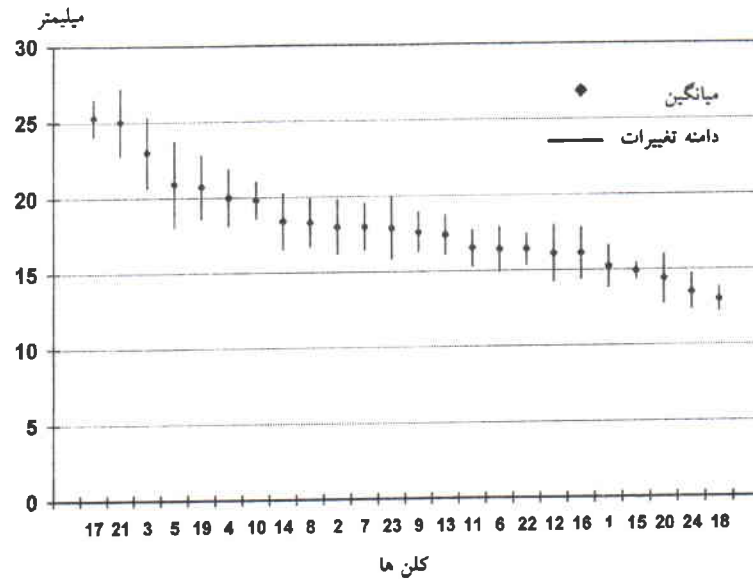


نمودار شماره ۷- میانگین مقاومت به پارگی برگ و دامنه تغییرات اشتباه معیار در کلنهای

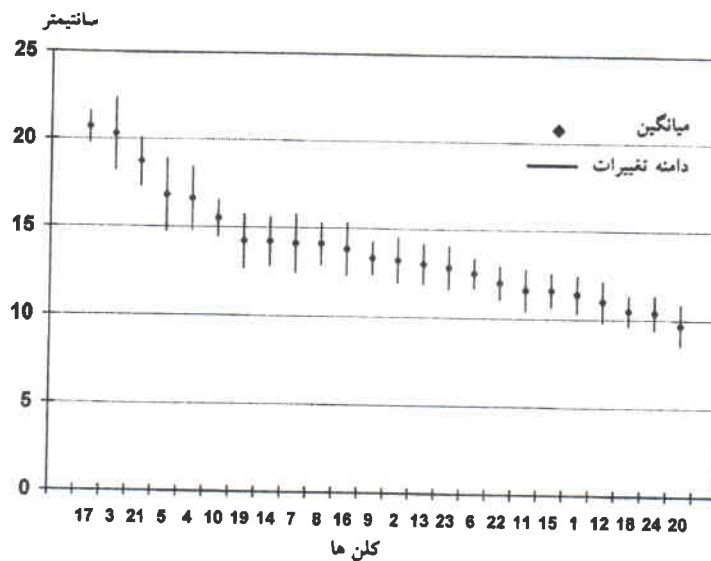
مختلف



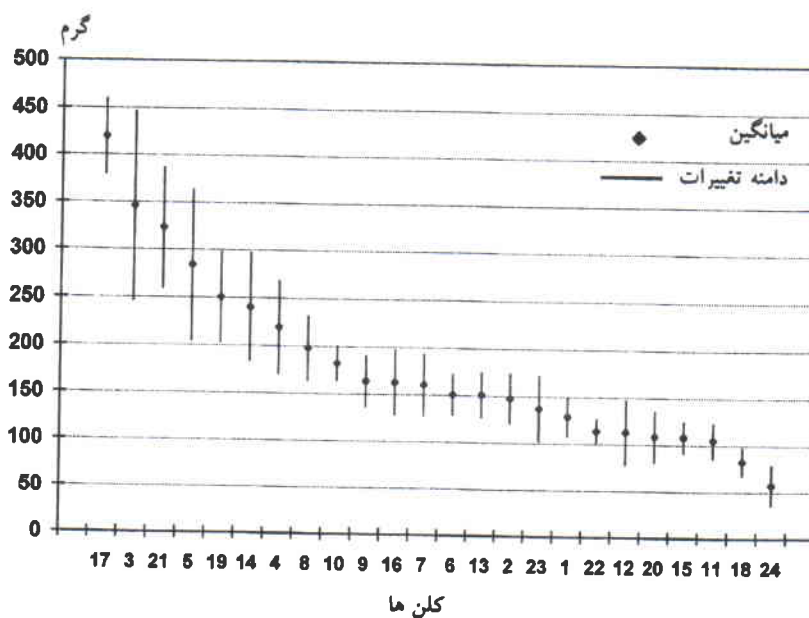
نمودار شماره ۸- میانگین ارتفاع نهالها و دامنه تغییرات اشتباه معیار در کلنهای مختلف



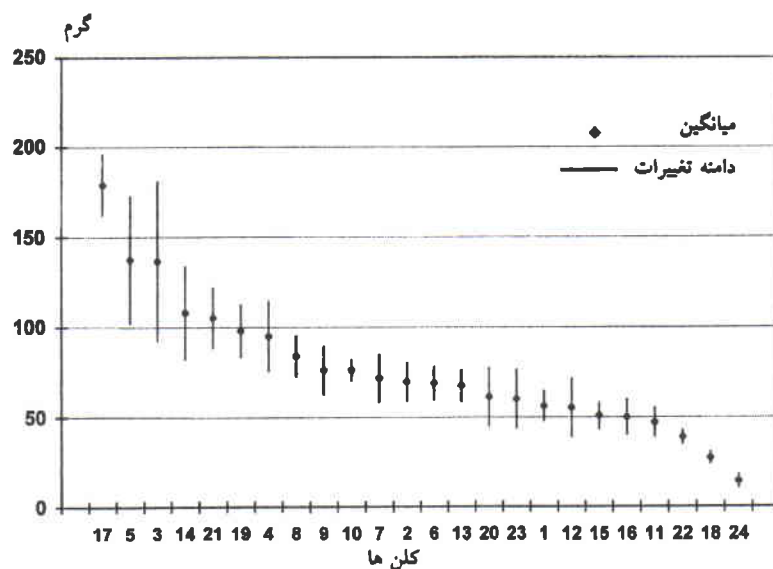
نمودار شماره ۹- میانگین قطر در محل ۵ سانتیمتری و دامنه تغییرات اشتباه معیار در کلنهای مختلف



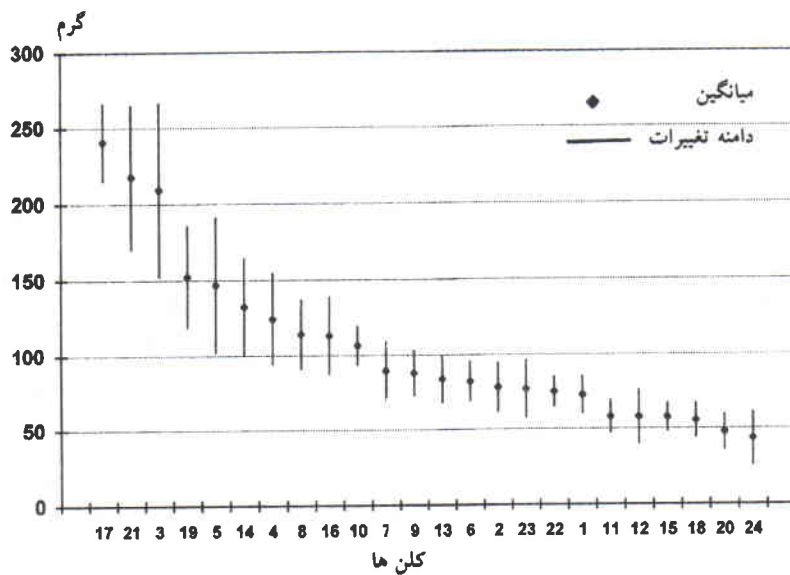
نمودار شماره ۱۰- میانگین قطر در محل ۵۰ سانتیمتری و دایره تغییرات اشتباه معیار در کلنهای مختلف



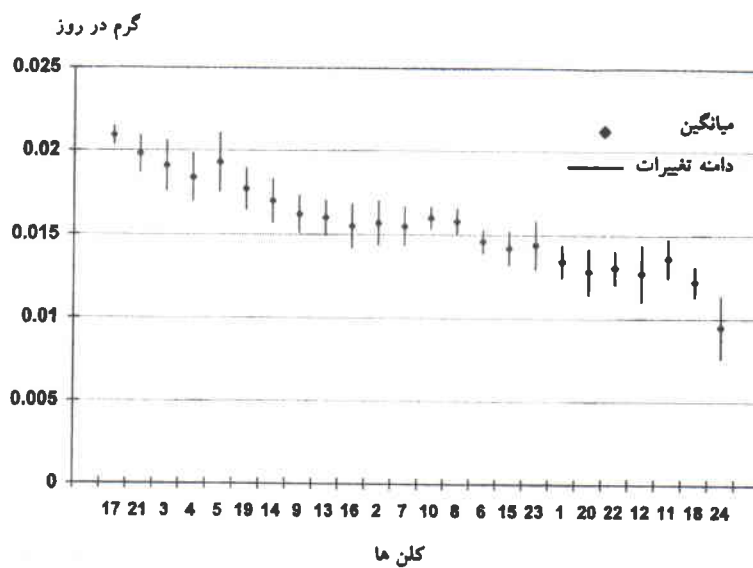
نمودار شماره ۱۱- میانگین وزن خشک کل نهال (بیوماس) و دایره تغییرات اشتباه معیار در کلنهای مختلف



نمودار شماره ۱۲- میانگین وزن خشک برگهای نهال و دامنه تغییرات اشتباه معیار در کلنهای مختلف

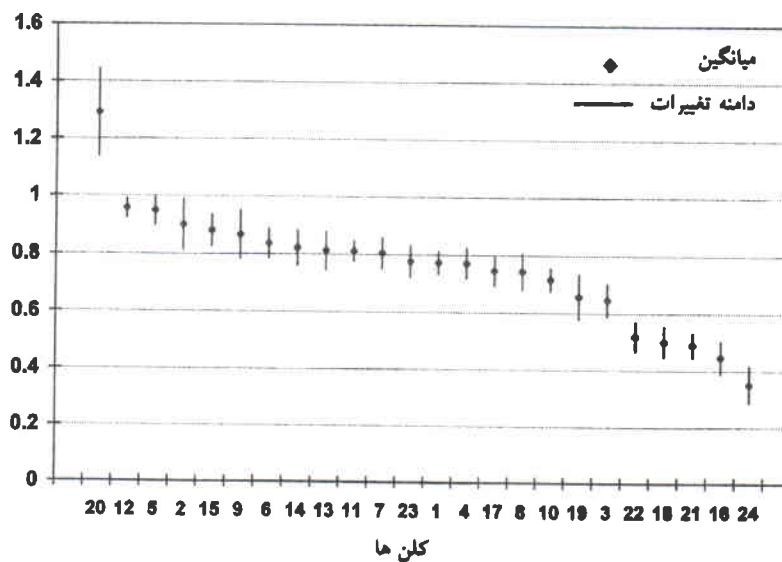


نمودار شماره ۱۳- میانگین وزن خشک ساقه نهال و دامنه تغییرات اشتباه معیار در کلنهای مختلف



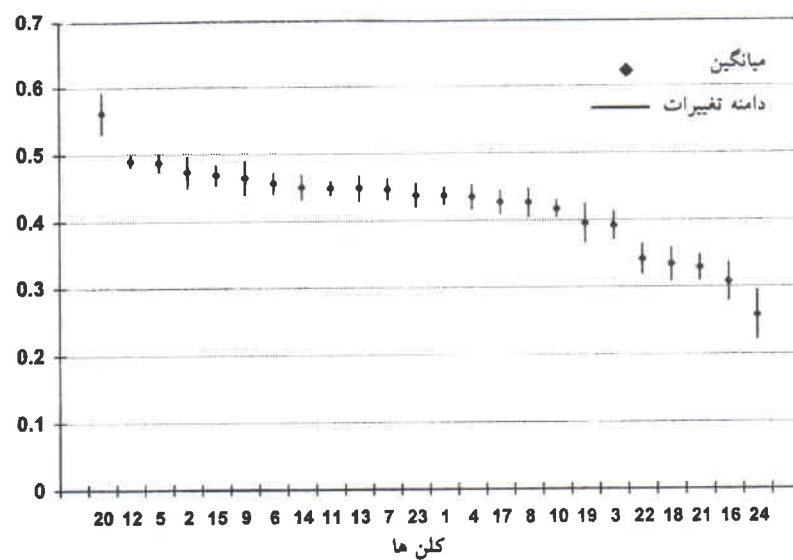
نمودار شماره ۱۴ - میانگین RGR ماده خشک بیوماس و دامنه تغییرات اشتباه معیار در

کلنهای مختلف

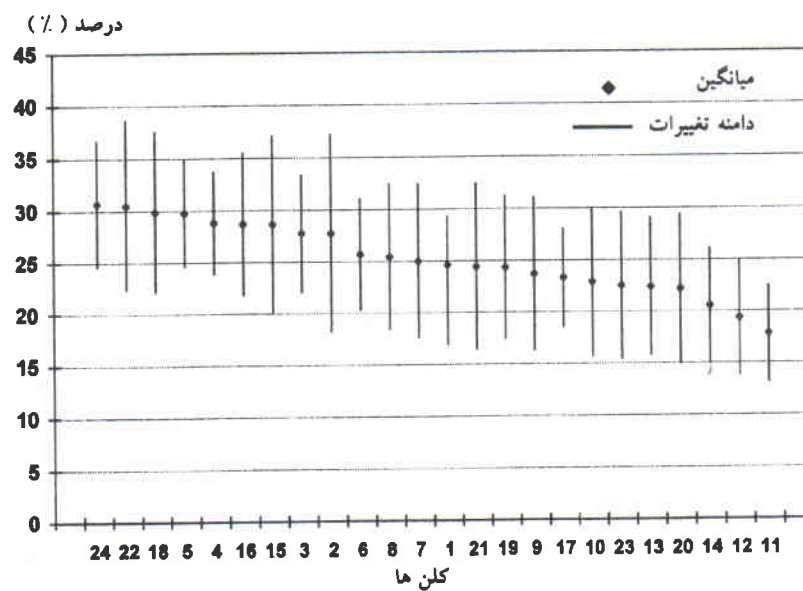


نمودار شماره ۱۵ - میانگین نسبت وزن خشک برگها به ساقه و دامنه تغییرات اشتباه معیار

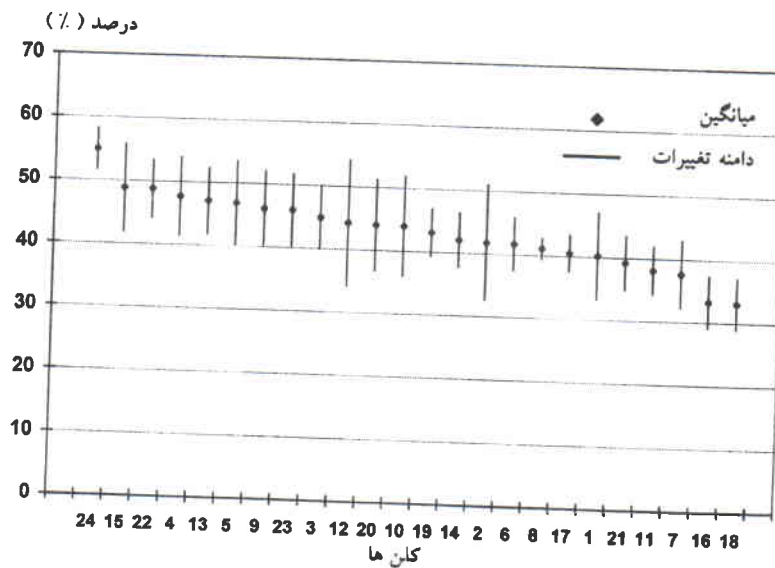
در کلنهای مختلف



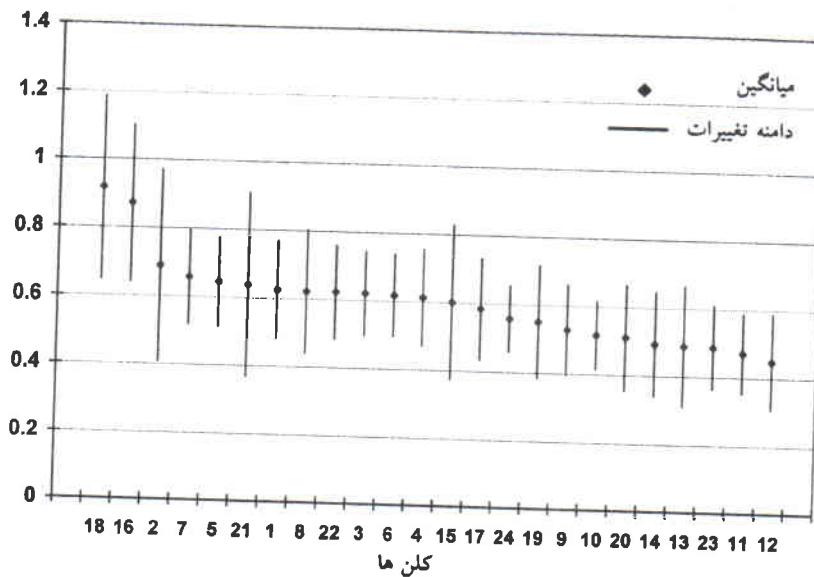
نمودار شماره ۱۶- میانگین نسبت وزن خشک برگها به وزن کل ساقه و دامنه تغییرات
اشتباه معیار در کلنهای مختلف



نمودار شماره ۱۷- میانگین درصد تجزیه برگها در کرج و دامنه تغییرات اشتباه معیار در
کلنهای مختلف



نمودار شماره ۱۸ - میانگین درصد تجزیه برگها در صفراسته و دامنه تغییرات اشتباه معیار در کلنهای مختلف



نمودار شماره ۱۹ - میانگین نسبت تجزیه برگها در کرج نسبت به صفراسته و دامنه تغییرات اشتباه معیار در کلنهای مختلف

و یا تجزیه و تحلیل واریانس متغیر ارتفاع نهالها به شرح زیر می باشد:

منبع تغییرات	Df	SS	MS	F	P
تعداد کلن	۲۳	۴۶۵۴۴۹	۲۰۲۳۷	۸۸/۶۵	۰/۰۰۰
خطا	۲۱۶	۴۹۳۰۷	۲۲۸		
کل	۲۳۹	۵۱۴۷۵۵			

این تجزیه و تحلیلها بیانگر معنی دار بودن اختلاف بین کلن ها در سطح یک درصد در مورد متغیرهای مذکور می باشد. بنابراین می توان اظهار کرد که ارقام صنوبر مورد مطالعه در هر یک از متغیرهای فوق اختلاف معنی داری دارند و یا حداقل یک کلن با سایر کلن ها در هر یک از متغیرهای اندازه گیری شده دارای اختلاف معنی دار هستند. از آنجا که ممکن است تعدادی از ارقام صنوبر نسبت به یک یا چند متغیر اندازه گیری شده شباهت و همگنی داشته باشند بنابراین با استفاده از روش آماری آنالیز ترکیبات اصلی (PCA)، کلیه متغیرهای اندازه گیری شده برای کلن های مختلف صنوبر با هم ترکیب شدند.

نتایج تجزیه به مؤلفه های اصلی^۱

در این روش ابتدا برای تمام ترکیبات متغیرها، ماتریسی از ضرایب همبستگی ایجاد می شود بعد با استفاده از ماتریس همبستگی برای کلیه متغیرها مقدار ویژه (Eigenvalue) که مشخص کننده درصد واریانس مربوط به هر متغیر یا عامل است مشخص می گردد. از طریق مقدار ویژه که نشان دهنده اندازه واریانس استاندارد شده با میانگین صفر و انحراف معیار یک است می توان متغیر یا متغیرهای استاندارد شده ای که

۱- PCA یک روش تجزیه و تحلیل چند متغیره است که جهت ساده تر کردن متغیرهای وابسته به هم و ایجاد متغیرهای (مؤلفه های) غیر وابسته به منظور حذف متغیرهای غیر ضروری اعمال می گردد و در این مورد وابسته به هم بودن متغیرهای اولیه ضروری است.

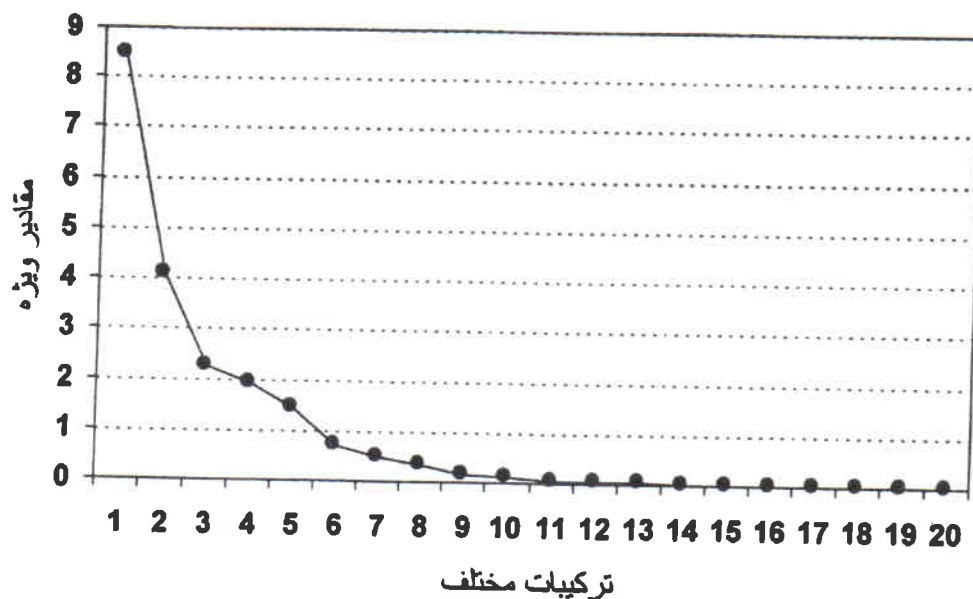
باعث استخراج ترکیب اصلی (Principal component) می‌گردند را مشخص کرد. از آنجایی که واریانس متغیر استاندارد شده که باعث استخراج عامل اصلی می‌گردد برابر یک است بنابراین متغیرهایی را که مقدار ویژه آنها کمتر از یک باشد از اهمیت کمتری برخوردارند و می‌توان آنها را حذف نمود.

نتایج تجزیه و تحلیل متغیرها نشان داده است که از بین تمام متغیرهای ۲۰ گانه، ۵ ترکیب اصلی استخراج گردیده که مقدار ویژه آنها بالاتر از یک بوده است. (جدول شماره ۲).

همان طور که در نمودار ترکیبات مشخص است (نمودار شماره ۲۰) بین ترکیبهای اول، دوم و سوم شیب زیادی وجود دارد، درحالی که بین سایر ترکیبات شیب به صورت یک خط صاف است. بنابراین برای نشان دادن بهتر وضعیت ارقام مختلف صنوبر می‌توانیم فقط سه ترکیب اصلی PC_1 ، PC_2 و PC_3 را که درصد واریانس بالاتری را نسبت به سایر ترکیبها دارند در نظر بگیریم. در مرحله بعد کلیه اعداد استاندارد شده برای متغیرهای ۲۰ گانه نسبت به این سه ترکیب اصلی برای هر کلن بدست آمد که در جدول شماره ۳ ارائه گردیده است.

جدول شماره ۲ - مقدار ویژه و درصد واریانس برای ترکیبات مختلف

ترکیبها	مقدار ویژه	درصد واریانس	درصد تجمعی واریانس	ترکیبها	مقدار ویژه	درصد واریانس
PC_1	۸/۴۳۵	۴۲	۴۲	PC_{11}	۰/۰۳۸	۰/۰۰۴
PC_2	۴/۰۷۷	۲۰	۶۲	PC_{12}	۰/۰۳۰	۰/۰۰۲
PC_3	۲/۲۵۰	۱۱	۷۳	PC_{13}	۰/۰۲۰	۰/۰۰۱
PC_4	۱/۹۲۸	۰/۹۶	۷۳/۹۶	PC_{14}	۰/۰۱۲	۰/۰۰۱
PC_5	۱/۴۳۷	۰/۰۷۲	۷۴/۰۳۲	PC_{15}	۰/۰۰۵	۰/۰۰۰
PC_6	۰/۷۱۶	۰/۰۳۶	۷۴/۰۶۸	PC_{16}	۰/۰۰۳	۰/۰۰۰
PC_7	۰/۴۷۸	۰/۰۲۴	۷۴/۰۹۲	PC_{17}	۰/۰۰۱	۰/۰۰۰
PC_8	۰/۳۵۴	۰/۰۱۷	۷۴/۱۰۹	PC_{18}	۰/۰۰۰۹	۰/۰۰۰
PC_9	۰/۱۳۰۸	۰/۰۰۷	۷۴/۱۱۶	PC_{19}	۰/۰۰۰۴	۰/۰۰۰
PC_{10}	۰/۱۰۰	۰/۰۰۵	۷۴/۱۲۱	PC_{20}	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰



نمودار شماره ۲۰- رابطه بین مقدار ویژه محاسبه شده و متغیرهای اندازه‌گیری شده

و در مرحله آخر اعداد استخراج شده برای کلیه کلن‌های مورد مطالعه رسته بندی (Ordination) گردیدند تا جایگاه هریک از آنها در محور مختصات مشخص شود. برای این منظور مختصات هر کلن بر روی محور X و Y برده شد تا جایگاه کلن‌ها و وضعیت آنها از نظر گروه‌بندی مشخص شود.

از مجموع متغیرهای مورد بررسی، تعداد ۱۲ متغیر در ترکیب اصلی C_1 (سطح برگ، وزن تر برگ، وزن خشک برگ، RGR ماده خشک، ارتفاع نهالها، قطر در محل ۵ سانتیمتری، قطر در محل ۵۰ سانتیمتری، بیوماس کل نهال (وزن خشک برگها + ساقه)، وزن خشک برگها، وزن خشک ساقه، شاخص رشد قطری و شاخص رشد ارتفاعی)، ۵ متغیر در ترکیب اصلی C_2 (ضخامت برگ، نسبت وزن خشک برگ به وزن خشک ساقه، نسبت وزن خشک برگ به وزن خشک کل نهال، میزان تجزیه برگ در کرج و نسبت تجزیه برگ در کرج به صفرابسته) و تعداد ۴ متغیر در ترکیب اصلی C_3 (مقدار SLA، میزان

تجزیه برگ در صفرابسته، شاخص رشد قطری و شاخص رشد ارتفاعی) متمرکز شده‌اند که ضریب همبستگی آنها به احتمال ۹۹ درصد بالاتر از ۰/۵ بوده است) برای اینکه بتوان جایگاه کلن‌ها را روی محور مختصات از زوایای مختلف مشاهده و بررسی نمود رسته‌بندی آنها با سه ترکیب اصلی، به صورت دو به دو در نظر گرفته شد.

جدول شماره ۳- مقادیر ترکیبات اصلی استخراج شده برای کلن‌های مختلف صنوبر

کد کلن	نام کلن و گونه	ترکیب ۱	ترکیب ۲	ترکیب ۳
1	<i>P.d.missouriensis</i>	۱/۵۲۹۸۹	۰/۵۴۴۸۴	-۰/۴۸۲۶۷
2	<i>P.d.72/51</i>	۰/۳۹۶۴۷	۰/۹۰۴۲۵	۰/۱۳۸۱۷
3	<i>P.d.69/55</i>	-۵/۳۱۷۳۴	-۱/۴۶۸۷۶	۰/۳۱۸۴۰
4	<i>P.d.77/51</i>	-۳/۴۳۲۴۱	-۰/۳۵۳۸۵	۲/۸۵۹۰۹
5	<i>P.d.73/51</i>	-۳/۶۹۹۴۸	۰/۳۵۷۶۰	۱/۸۵۱۸۷
6	<i>P.trichocarpa</i>	۰/۷۹۳۸۶	۱/۱۰۰۵۰	-۰/۱۶۸۶۸
7	<i>P.e.455</i>	۰/۲۷۵۶۶	۰/۲۵۶۲۶	-۰/۸۴۰۰۳
8	<i>P.e.costanzo</i>	۰/۵۶۸۵۲	-۰/۱۱۵۲۴	-۱/۴۵۷۵۰
9	<i>P.e.marilandica</i>	۰/۶۷۹۲۸	۱/۶۵۷۵۷	-۰/۵۵۴۶۰
10	<i>P.e.214</i>	-۰/۳۵۹۳۲	۰/۴۴۲۱۲	-۰/۸۹۷۱۹
11	<i>P.e.488</i>	۲/۵۳۱۸۶	۱/۶۷۸۴۳	-۱/۴۴۸۸۶
12	<i>P.e.vernirubensis</i>	۲/۵۲۷۶۵	۲/۲۶۸۱۵	-۰/۳۰۱۹۸
13	<i>P.e.gelrica</i>	۱/۲۳۹۴۰	۱/۱۱۴۶۸	-۰/۳۵۵۵۳
14	<i>P.e.154</i>	-۱/۷۱۴۲۳	۰/۸۶۶۷۲	۱/۳۶۷۸۲
15	<i>P.a.44/9</i>	۱/۴۷۲۳۶	-۰/۲۵۲۰۱	۲/۵۷۶۰۷
16	<i>P.a.58/57</i>	۰/۴۶۵۹۱	-۳/۷۶۳۹۰	-۲/۱۵۶۴۰
17	<i>P.e.triplo</i>	-۸/۲۴۶۸۸	۰/۹۵۳۲۸	-۰/۶۸۴۵۶
18	<i>P.a.20/45</i>	۳/۱۲۵۴۲	-۳/۶۱۱۸۳	-۱/۰۴۹۷۳
19	<i>P.n.betulifolia</i>	-۰/۴۱۲۲۰	۰/۰۰۱۲۴	-۰/۹۳۷۳۳
20	<i>P.candicans</i>	۲/۷۹۳۹۷	۴/۹۱۵۱۶	۰/۵۶۸۳۴
21	<i>P.n.63/135</i>	-۲/۸۶۴۶۲	-۲/۱۰۱۳۸	-۲/۲۵۱۲۵
22	<i>P.n.56/72</i>	۲/۶۸۰۷۰	-۲/۴۱۰۶۹	۰/۲۵۷۵۱
23	<i>P.e.92/40</i>	۱/۲۵۳۹۲	۰/۶۳۴۹۱	۰/۱۲۳۵۸
24	<i>P.euphratica</i>	۳/۷۱۱۶۳	-۳/۶۱۸۰۴	۳/۵۲۵۴۷

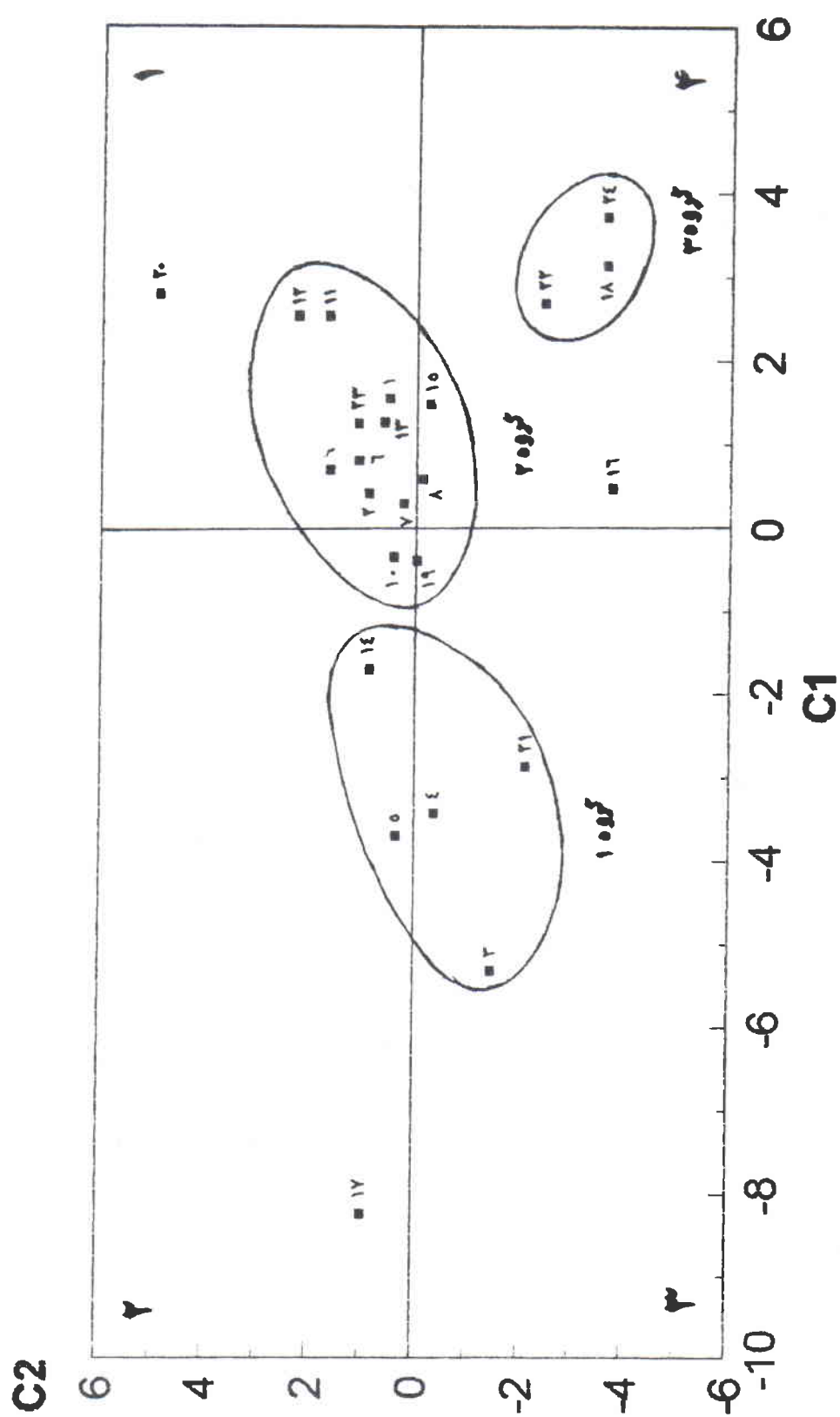
۱- رسته‌بندی کلن‌ها بر اساس دو ترکیب اصلی C_1 و C_2

از آنجا که ترکیب اصلی C_1 بیشترین متغیرهای مهم و مؤثر در تفکیک کلن‌ها را در خود جای داده است، در محور X ها و ترکیب اصلی C_2 که از تعداد متغیرهای کمتری تشکیل شده است در محور Y ها قرار می‌گیرند. در این رسته‌بندی (نمودار شماره ۲۱)، کلن‌هایی که در ناحیه ۲ محور مختصات قرار گرفته‌اند از نظر متغیرهای ترکیب C_1 و C_2 دارای بیشترین میانگین هستند و کلن‌هایی که در ناحیه ۴ محور مختصات قرار گرفته‌اند از نظر مجموعه متغیرهای ترکیب C_1 و C_2 از کمترین مقادیر میانگین برخوردارند و به طور کلی از سمت راست به طرف چپ محور مختصات (در جهت منفی محور X ها)، کلن‌ها از نظر متغیرهای ترکیب C_1 از میانگین بیشتری برخوردارند و هرچه از پایین محور مختصات به سمت بالا برویم (در جهت مثبت محور Y ها) کلن‌ها از نظر متغیرهای ترکیب C_2 دارای میانگین بیشتری هستند و قرار گرفتن بعضی از کلن‌ها در کنار هم بیانگر تشابه این گروه از صنوبرها از نظر مجموعه متغیرهای متمرکز شده در دو ترکیب اصلی C_1 و C_2 می‌باشد. در این رسته‌بندی (نمودار شماره ۲۱) پراکنش ارقام مختلف صنوبر را به خوبی می‌توان مشاهده نمود و با توجه به جایگاه آنها بر روی محور مختصات می‌توان کلن‌های مشابه را در سه گروه متمایز از هم تفکیک نمود.

گروه اول

در این گروه تعداد ۵ کلن $P.d.69/55$ ، $P.d.77/51$ ، $P.d.73/51$ ، $P.n.63/135$ و $P.e.154$ قرار گرفته‌اند که این کلن‌ها با توجه به مجموعه متغیرهای متمرکز شده در دو ترکیب C_1 و C_2 از یک شباهت نزدیک به هم برخوردارند. مقادیر میانگین تعدادی از متغیرهای این کلن‌ها که در همگروه شدن آنها مؤثر بوده‌اند جهت درک بهتر این تشابه ارائه می‌گردد (جدول شماره ۴).

لازم به ذکر است که کلن‌های این گروه از نظر تولید بیوماس، قطر، ارتفاع، مقدار RGR و برخی متغیرهای دیگر جزء بهترین ارقام مورد مطالعه در خزانه می‌باشند.



نمودار شماره ۲۱- رسته‌بندی کلشهای مختلف صنوبر براساس دو ترکیب اصلی C1 و C2

جدول شماره ۴- میانگین تعدادی از متغیرها در کلن‌های گروه ۱ در رسته‌بندی C۱ و C۲

ضخامت برگ mm	RGR گرم برروز	نسبت وزن خشک برگها به ساقه	وزن خشک کل نهال گرم	وزن خشک ساقه نهال گرم	وزن خشک برگهای نهال گرم	قطر در محل ۵ سانتیمتری mm	کد و نام کلن
۰/۲۲	۰/۰۱۹	۰/۳۹۱	۲۸۳/۹۵	۱۴۶/۶۷	۱۳۶/۴۶	۲۳	3- P.d.69/55
۰/۲۲	۰/۰۱۹	۰/۴۳۴	۲۱۹/۲۱	۱۲۴/۲۳	۹۴/۹۸	۲۰	4- P.d.77/51
۰/۲۳	۰/۰۱۹	۰/۴۸۶	۳۴۵/۷۷	۲۰۹/۳۱	۱۳۷/۲۸	۲۱	5- P.d.73/51
۰/۲۳	۰/۰۱۷	۰/۴۵۰	۲۴۰/۳۷	۱۳۲/۲۵	۱۰۸/۱۲	۱۸	14- P.e.154
۰/۲۳	۰/۰۱۹	۰/۳۲۸	۳۲۲/۹۹	۲۱۷/۶۳	۱۰۵/۳۶	۲۵	21- P.n.63/135

گروه دوم

اکثر کلن‌های مورد مطالعه در خزانه در این گروه قرار گرفته‌اند و به طور کلی صنوبرهای این گروه از نظر میانگین متغیرهای اندازه‌گیری شده در یک حد متوسط قرار دارند. (جدول شماره ۵) و هم‌چنین اکثر کلن‌های *P.x euramericana* به دلیل برخورداری از صفات و خصوصیات مشترک در این گروه متمرکز شده‌اند.

گروه سوم

این گروه از کلن‌ها که در ناحیه ۴ محور مختصات قرار گرفته‌اند در واقع جزء ضعیف‌ترین کلن‌ها از نظر اکثر متغیرهای اندازه‌گیری شده می‌باشند و شامل سه کلن *P.a.20/45*، *P.n.56/72* و *P.euphratica* هستند جهت درک بهتر علت هم‌گروه شدن این کلن‌ها مقادیر میانگین تعدادی از متغیرهای آنها ارائه می‌گردد (جدول شماره ۶).

علاوه بر این، ۳ کلن دیگر وجود دارند که هرکدام به دلیل ویژگیهای خاص خود در داخل این سه گروه قرار نگرفته‌اند. مشاهده مقادیر میانگین تعدادی از متغیرهای مربوط به این سه کلن علت پراکندگی آنها را در محور مختصات مشخص می‌نماید (جدول شماره ۷).

جدول شماره ۵ - میانگین تعدادی از متغیرها در کلن‌های گروه ۲ در رسته‌بندی C۱ و C۲

کد و نام کلن	قطر در ۵ سانتیمتری mm	ارتفاع نهال Cm	وزن خشک برگ نهال گرم	وزن خشک ساقه گرم	وزن خشک کل گرم	RGR گرم بر روز	سطح برگ سانتیمتر مربع	وزن خشک برگ گرم
1- <i>P.d.missouri</i>	۱۵	۱۸۲	۵۵/۹۶	۷۲/۷۳	۱۲۸/۶۹	۰/۰۱۳	۱۸۵	۲/۰۶
2- <i>P.d.72/51</i>	۱۸	۱۶۱	۶۹/۲۷	۷۸/۱۰	۱۴۷/۳۷	۰/۰۱۶	۲۰۲	۲/۱۸
6- <i>P.tricho.</i>	۱۶	۱۹۷	۶۸/۵۴	۸۲/۲۸	۱۵۰/۸۲	۰/۰۱۵	۱۷۸	۲/۰۸
7- <i>P.e.455</i>	۱۸	۲۰۳	۷۱/۲۹	۸۹/۴۴	۱۶۰/۷۳	۰/۰۱۶	۱۷۸	۱/۹۴
8- <i>P.e.costanzo</i>	۱۹	۲۱۲	۸۳/۷۴	۱۱۳/۹۵	۱۹۷/۶۹	۰/۰۱۶	۱۳۳	۱/۵۲
9- <i>P.e.marian.</i>	۱۸	۱۹۲	۷۵/۸۷	۸۷/۹۴	۱۶۳/۸۱	۰/۰۱۶	۱۶۶	۱/۹۳
10- <i>P.e.214</i>	۲۰	۲۱۸	۷۵/۸۶	۱۰۶/۴۱	۱۸۲/۲۷	۰/۰۱۶	۱۸۴	۲/۱۳
11- <i>P.e.488</i>	۱۷	۱۶۸	۴۶/۸۳	۵۷/۹۹	۱۰۴/۸۲	۰/۰۱۴	۱۲۳	۱/۴۲
12- <i>P.e.verni</i>	۱۶	۱۶۰	۵۵/۰۴	۵۷/۸۰	۱۱۲/۸۴	۰/۰۱۳	۱۳۲	۱/۵۳
13- <i>P.e.gehica</i>	۱۷	۱۹۶	۶۷/۱۶	۸۳/۶۷	۱۵۰/۸۳	۰/۰۱۶	۱۲۷	۱/۴۷
15- <i>P.a.44/9</i>	۱۵	۲۰۶	۵۰/۴۹	۵۷/۶۳	۱۰۸/۱۲	۰/۰۱۴	۱۳۶	۱/۵۱
19- <i>P.n.betuli</i>	۲۱	۲۲۲	۹۸/۰۴	۱۵۲/۲۱	۲۵۰/۲۵	۰/۰۱۸	۷۷	۰/۹۸
23- <i>P.e.92/40</i>	۱۸	۱۸۷	۵۹/۹۶	۷۶/۹۹	۱۳۶/۹۵	۰/۰۱۴	۱۵۹	۱/۷۲

جدول شماره ۶ - میانگین تعدادی از متغیرها در کلن‌های گروه ۳ در رسته‌بندی C۱ و C۲

وزن خشک برگ	سطح برگ	RGR	وزن خشک برگ	ساقه + برگ	وزن خشک ساقه	وزن خشک برگ	وزن خشک	ارتفاع	قطر در محل	کد و نام کلن
۲/۵۳	۹۰	۰/۰۱۲	۸۷/۶۱	۵۵/۳۰	۲۷/۳۱	۲۳۸	۱۳	۱۸- <i>P.a.</i> 20/45	۵ سانتی mm	
۲/۶۹	۹۵	۰/۰۱۳	۱۱۳/۸۵	۷۵/۱۱	۳۸/۷۴	۲۱۶	۱۶	22- <i>P.n.</i> 56/72		
۱/۹۴	۶۴	۰/۰۱۰	۵۷/۴۹	۴۳/۱۶	۱۴/۳۳	۲۱۲	۱۴	24- <i>P.euphratica</i>		

جدول شماره ۷ - مقادیر میانگین تعدادی از متغیرها در کلن‌های پراکنده در رسته‌بندی C۱ و C۲

نسبت وزن برگ به ساقه	ضخامت برگ mm	وزن خشک برگ	سطح برگ سانتیمتر مربع	RGR گرم بر روز	بیوماس کل نهال	وزن خشک ساقه نهال	وزن خشک برگهای نهال	۵۰ سانتیمتری mm	قطر محل ۵ سانتیمتری mm	کد و نام کلن
۰/۷۵	۰/۲۴	۳۹۵	۰/۰۲۱	۴۱۹/۴۳	۲۴۰/۶۰	۱۷۸/۸۳	۲۱	۷۵	17- <i>P. e. triplo</i>	
۱/۲۹	۰/۳۱	۱۱۹	۰/۰۱۳	۱۰۸/۷۵	۴۷/۶۰	۶۱/۱۵	۱۰	۱۴	20- <i>P. candicans</i>	
۰/۴۵	۰/۲۱	۱۳۲	۰/۰۱۶	۱۶۲/۷۶	۱۱۳/۰۶	۴۹/۷۱	۱۴	۱۶	16- <i>P. a.</i> 58.57	

همان‌طور که از اعداد مندرج در جدول شماره ۷ مشخص است در کلن *P.e.triplo* به دلیل بالاتر بودن مقادیر میانگین متغیرهای قطر، تولید ماده خشک برگ و ساقه (بیوماس)، مقدار RGR و سطح برگ، در مقایسه با سایر کلن‌های مورد مطالعه، جایگاه بهتری را به خود اختصاص داده است و در ناحیه ۲ محور مختصات قرار گرفته است. در کلن *P.candicans* به علت پایین بودن میانگین متغیرهای تشکیل دهنده ترکیب C_1 (متغیرهای محور X ها) و نیز به علت داشتن ضخامت زیاد برگ و نسبت وزن خشک برگ به ساقه بالا (از متغیرهای تشکیل دهنده محور Y ها) در ناحیه ۱ محور مختصات واقع شده است و کلن *P.a.58/57* به دلیل داشتن میانگین ضعیف از نظر متغیرهای محور X و Y در ناحیه ۴ محور مختصات قرار گرفته است.

اگر کلیه متغیرهای مورد بررسی را در قالب دو متغیر کلی رویش و تولید بیوماس (ماده خشک) بینیم از رسته‌بندی کلن‌ها با دو ترکیب اصلی C_1 و C_2 می‌توانیم چنین نتیجه بگیریم که کلن‌های گروه اول از نظر رویش و تولید بیوماس جزء بهترین ارقام مورد مطالعه می‌باشند و کلن‌های گروه دوم در این مورد از عملکرد متوسطی برخوردار بوده‌اند و کلن‌های گروه سوم کمترین میزان رویش و تولید بیوماس را داشته‌اند و کلن *P.e.triplo* به عنوان کلن برتر و کلن‌های *P.a.58/57* و *P.candicans* به عنوان ارقام ضعیف این مجموعه می‌باشند.

۲- رسته‌بندی کلن‌ها بر اساس دو ترکیب اصلی C_1 و C_3

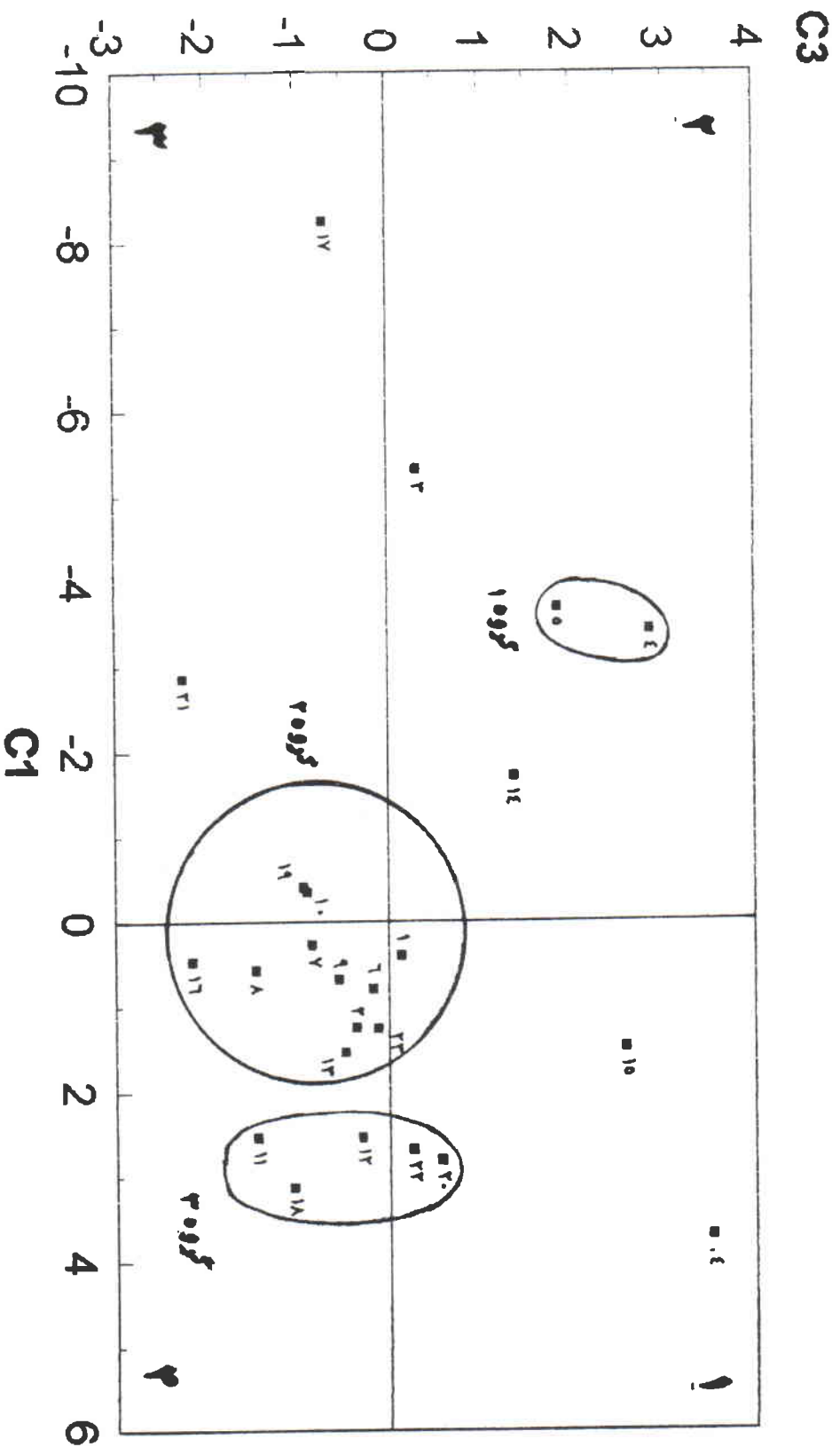
از آنجا که در این رسته‌بندی جدید متغیرهای محور X ها همانند رسته‌بندی قبلی (ترکیبهای C_1 و C_2) ثابت است بنابراین تغییر جایگاه کلن‌ها در این محور مختصات مربوط به متغیرهای تشکیل دهنده محور Y ها (ترکیب C_3) می‌باشد. در ترکیب C_3 چهار متغیر میزان درصد تجزیه برگها در صفرابسته، مقدار SLA، شاخص رشد قطری و شاخص رشد ارتفاعی متمرکز شده‌اند و مهمترین متغیری که در این ترکیب باعث تغییر

کلن‌ها در جهت محور Y ها شده است میزان درصد تجزیه برگها در صفرابسته می‌باشد به عنوان مثال رقم شماره ۲۴ (*P.euphratica*) چون بیشترین میزان تجزیه برگ را در صفرابسته داشته است در ناحیه ۱ محور مختصات و کلن‌های شماره ۱۱، ۱۶ و ۲۱ (*P.n.63/135*, *P.a.58/57*, *P.e.488*) به علت درصد کم تجزیه برگها در ناحیه ۳ و ۴ آن قرار گرفته‌اند و سه متغیر دیگر در این ارتباط نقش ضعیف‌تری داشته‌اند (نمودار شماره ۲۲).

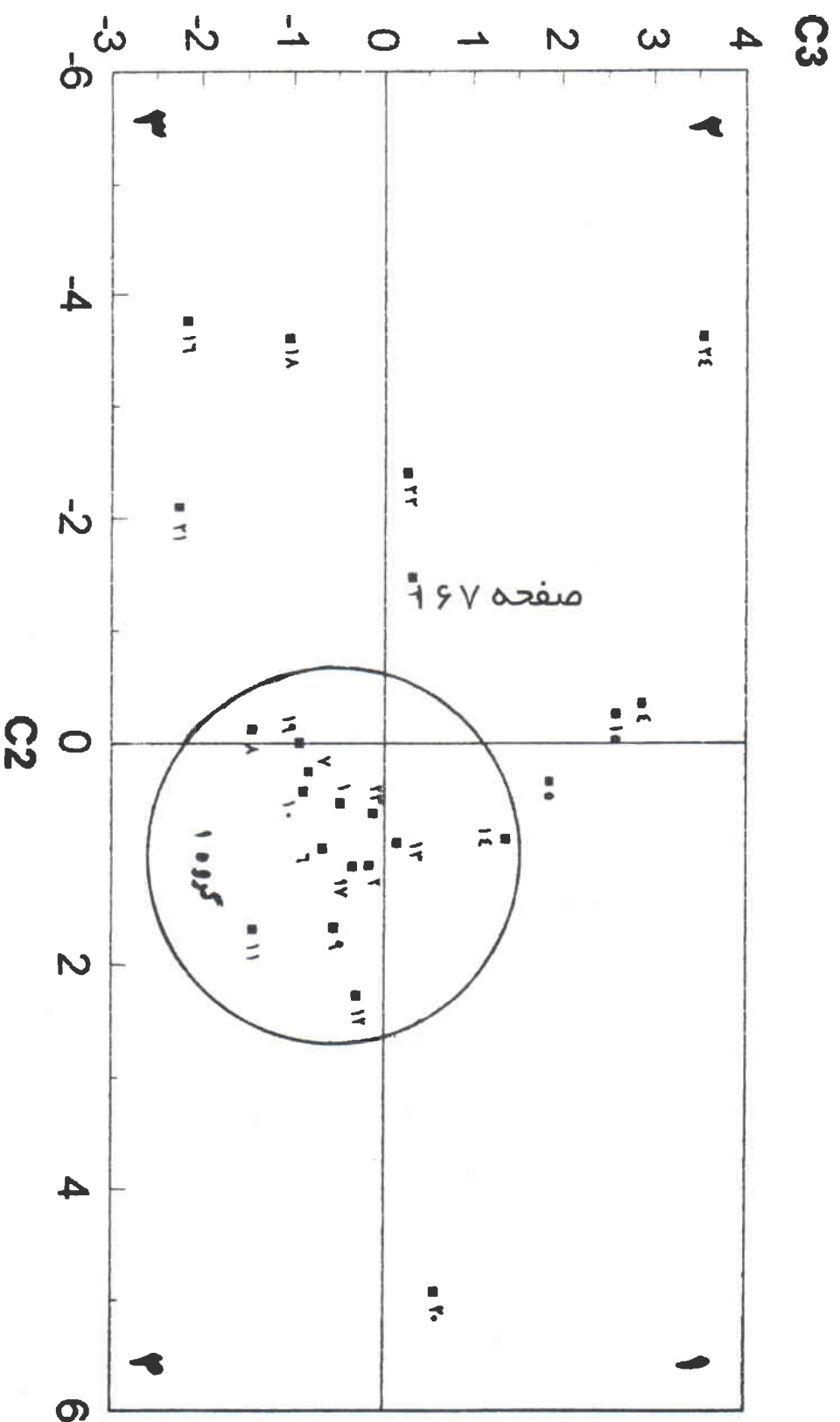
به طور کلی در این رسته‌بندی از سمت راست به طرف چپ محور مختصات (جهت منفی محور X ها) کلن‌ها از نظر متغیرهای تشکیل‌دهنده محور X ها (ترکیب C۱) از میانگین‌های بیشتری برخوردارند و هرچه از قسمت پایینی محور مختصات به سمت بالا برویم (در جهت مثبت محور Y ها) کلن‌ها از نظر متغیرهای ترکیب C۳ دارای میانگین بیشتری هستند و قرارگرفتن تعدادی از کلن‌ها در کنار هم بیانگر تشابه آنها از نظر مجموعه متغیرهای متمرکز شده در دو ترکیب C۱ و C۳ می‌باشد. در این رسته‌بندی جدید نیز بر اساس نزدیکی و شباهت کلن‌ها با یکدیگر سه گروه متمایز را می‌توان بر روی محور مختصات مشخص نمود.

گروه اول

در این گروه دو کلن *P.d.77/51* و *P.d.73/51* قرار گرفته‌اند دلیل همگروه شدن این دو کلن با هم، نزدیک بودن مقادیر میانگین اکثر متغیرهای آنها در ترکیب اصلی C۱ و نیز متغیر درصد تجزیه‌پذیری برگ در صفرابسته در ترکیب اصلی C۳ می‌باشد. مشاهده مقادیر میانگین تعدادی از متغیرهای مربوط به این دو کلن علت همگروه شدن آنها را مشخص می‌نماید (جدول شماره ۸).



نمودار شماره ۲۲ - رسته بندی کلتیهای مختلف صنوبر براساس دو ترکیب اصلی C1 و C3



نمودار شماره ۲۳ - رسته‌بندی کنشهای مختلف صنوبر براساس دو ترکیب اصلی C2 و C3

گروه دوم

در این گروه تعداد ۱۱ کلن از ارقام مورد مطالعه در کنار یکدیگر و در اطراف مرکز محور مختصات قرار گرفته‌اند. دلیل جمع شدن این گروه از کلن‌ها در یک قسمت، شبیه بودن بسیاری از صفات آنها با یکدیگر از نظر متغیرهای تشکیل دهنده محور X ها و Y ها می‌باشد در ضمن اکثر کلن‌های *P.X euramericana* مورد بررسی به دلیل داشتن خصوصیات مشترک در این گروه قرار گرفته‌اند.

گروه سوم

این گروه از کلن‌ها که در سمت راست محور مختصات قرار گرفته‌اند از نظر متغیرهای تشکیل دهنده ترکیب C۱ (محور X ها)، از میانگین‌های کمی برخوردار هستند یعنی از نظر رویش و تولید بیوماس در مقایسه با سایر کلن‌ها، عملکرد ضعیفی داشته‌اند. و در داخل این گروه دو کلن که در بالای محور X ها قرار گرفته‌اند (*P.n.56/72* و *P.candican*) از نظر میزان تجزیه برگ در صفرابسته و مقدار SLA میانگین بالاتری نسبت به سه کلن زیر محور X ها (*P.e.vernirubensis*، *P.e.488* و *P.a.20/45*) داشته‌اند.

علاوه بر این سه گروه تعداد ۶ کلن دیگر در محور مختصات داریم که به دلیل ویژگیهای خاص خود در داخل هیچ کدام از این سه گروه قرار نگرفته‌اند و هرچه جایگاه این کلن‌ها به سمت چپ محور مختصات متمایل باشد از نظر متغیرهای ترکیب C۱ (قطر، ارتفاع، بیوماس، RGR، سطح برگ و ...) از میانگین بیشتری برخوردارند مانند کلن شماره ۱۷ (*P.e.triplo*) و کلن‌هایی که در قسمتهای فوقانی محور مختصات قرار گرفته‌اند از نظر متغیرهای ترکیب C۳ (میزان تجزیه برگ در صفرابسته) مقدار SLA، شاخص رشد قطری و ارتفاعی و ... میانگین بالاتری داشته‌اند مانند رقم شماره ۲۴ (*P.euphratica*) که از بیشترین میزان تجزیه برگ در صفرابسته برخوردار بوده است. در

این رسته‌بندی نیز اگر کلیه متغیرهای مورد بررسی را در قالب دو متغیر کلی رویش و تولید بیوماس ببینیم کلن‌های *P.n.63/135*, *P.d.77/51*, *P.d.69/55*, *P.e.triplo* از بهترین کلن‌های مورد مطالعه هستند و کلن‌های تشکیل دهنده گروه دوم از عملکرد متوسطی برخوردار بوده‌اند و کلن‌های گروه ۳ جزء ارقام ضعیف این مجموعه می‌باشند.

۳- رسته‌بندی کلن‌ها بر اساس دو ترکیب اصلی C۲ و C۳

در این رسته‌بندی کلن‌های مورد مطالعه بر اساس دو ترکیب اصلی C۲ (محور X ها) و C۳ (محور Y ها) گروه‌بندی شده‌اند (نمودار شماره ۲۳) متغیرهای تشکیل دهنده ترکیب C۲ در راستای محور X ها دارای همبستگی مثبت و معنی‌داری هستند و بنابراین میانگین این متغیرها در جهت مثبت محور X ها افزایش پیدا می‌کند و میانگین متغیرهای متمرکز شده در ترکیب C۳ در جهت مثبت محور Y ها اضافه می‌شود. متغیرهای ضخامت برگ، نسبت وزن خشک برگ به ساقه، نسبت وزن خشک برگ به وزن کامل نهال که در ترکیب اصلی C۲ قرار گرفته‌اند و نیز متغیر میزان تجزیه برگها در صفرابسته که در ترکیب اصلی C۳ واقع شده است نقش اصلی را در گروه‌بندی کلن‌ها در این رسته‌بندی ایفاء نموده‌اند و متغیرهای میزان تجزیه برگ در کرج و نسبت تجزیه برگ در کرج به صفرابسته، مقدار SLA و شاخص رشد قطری و ارتفاعی در این مورد از اهمیت کمتری برخوردار بوده‌اند.

در این رسته‌بندی کلن‌هایی که میانگین متغیرهای آنها در ترکیب C۲ بیشتر است در سمت راست (ناحیه ۱ و ۴) محور مختصات (کلن شماره ۲۰، *P.candicans*) و کلن‌هایی که مقادیر میانگین آنها کمتر است در ناحیه ۲ و ۳ این محور قرار گرفته‌اند (کلن‌های شماره ۱۶، *P.a.58/57* و شماره ۱۸، *P.a.20/45*) و همچنین کلن‌هایی که میانگین متغیرهای آنها در ترکیب اصلی C۳ بیشتر است در ناحیه ۱ و ۲ (ارقام شماره ۲۴، *P.euphratica* و شماره ۴، *P.d.77/51*) و کلن‌هایی که مقادیر میانگین آنها کمتر

است، در ناحیه ۳ و ۴ محور مختصات واقع شده‌اند (کلن‌های شماره ۲۱، $P.n.63/135$ و شماره ۱۶ $P.a.58/57$).

در دو ترکیب اصلی C^2 و C^3 تعداد متغیرهای کمتری متمرکز شده‌اند (در ترکیب C^2 تعداد ۵ متغیر و در ترکیب C^3 تعداد ۴ متغیر) بنابراین متغیرهای تشکیل دهنده این دو ترکیب نسبت به متغیرهای ترکیب C^1 نقش کم‌اهمیت‌تری در گروه‌بندی کلن‌های مشابه ایفاء نموده‌اند.

بدین لحاظ در این رسته‌بندی یک گروه از کلن‌های مشابه در ناحیه مرکزی و سمت راست نمودار قابل تشخیص است که برای درک بهتر تشابه این گروه از کلن‌ها، مقادیر میانگین تعدادی از متغیرهای دو ترکیب اصلی C^2 و C^3 ارائه می‌گردد (جدول شماره ۹).

در مورد تشابه این گروه از کلن‌ها این نکته قابل توجه است که تمامی ۱۰ کلن $P.X$ *euramericana* که در خزانه مورد مطالعه قرار گرفته‌اند در داخل این گروه متمرکز شده‌اند، در حالی که تعدادی از این کلن‌ها از جمله *P.e.triplo* در رسته‌بندی‌های قبلی به دلیل ویژگیهای خاص خود (رویش و تولید بیوماس زیاد) در داخل هیچ گروهی قرار نگرفته بود، ولی در این رسته‌بندی یعنی مشاهده کلن‌ها از زاویه متغیرهای دو ترکیب اصلی C^2 و C^3 ، تمامی کلن‌های اورآمریکن از جمله *P.e.triplo* در داخل یک گروه قرار می‌گیرند و این بیانگر تشابه بسیار نزدیک ارقام این گروه از صنوبرها از نظر متغیرهای تشکیل دهنده این دو ترکیب می‌باشد.

جدول شماره ۸ - میانگین تعدادی از متغیرها در کلن‌های گروه ۱ در رسته‌بندی C۱ و C۳

کد و نام کلن	قطر در ۵ سانتیمتری به mm	قطر در ۵۰ سانتیمتری به mm	ارتفاع نهال Cm	بیوماس کل گرم	RGR گرم بر روز	سطح برگ سانتیمتر مربع	وزن خشک برگ به گرم	درصد تجزیه برگ در صفرابسته
4- P.d.77/51	۲۰	۱۷	۲۳۷	۲۱۹/۲۱	۰/۰۱۹	۲۷۵	۲/۹۶	۲۸/۸
5- P.d.73/51	۲۱	۱۷	۲۴۷	۲۸۲/۹۵	۰/۰۱۹	۲۱۷	۲/۴۸	۲۹/۷

جدول شماره ۹ - میانگین تعدادی از متغیرها در کلن‌های گروه ۱ در رسته‌بندی C^۲ و C^۳

کد و نام کلن	ضخامت برگ	نسبت وزن خشک برگها به ساقه‌نبال	نسبت وزن خشک برگها به وزن کل	درصد تجزیه برگها در صفرایسته	SLA بر mm ² mgr	شاخص رشد قطری	شاخص رشد ارتفاعی
1- <i>P.d.missouri</i>	۰/۲۴	۰/۷۷۳	۰/۴۳۵	۴۰/۱۶	۸۹۹/۳	۵۱/۸	۵۳/۷
2- <i>P.d.72/51</i>	۰/۲۵	۰/۸۹۹	۰/۴۷۲	۴۱/۷۵	۹۲۴/۷	۵۷/۴	۵۶
6- <i>P.trichocarpa</i>	۰/۲۹	۰/۸۳۶	-/۲۵۵	۴۱/۶۶	۸۵۸/۷	۵۰/۲	۶۶
7- <i>P.e.455</i>	۰/۲۴	۰/۸۰۵	۰/۴۴۵	۳۷/۵۸	۹۱۵/۹	۵۷/۱	۵۳/۵
8- <i>P.e.costanzo</i>	۰/۲۴	۰/۷۴۴	۰/۴۲۵	۴۱/۰۷	۸۷۸/۶	۴۶/۸	۴۶/۱
9- <i>P.e.marian</i>	۰/۲۷	۰/۸۶۷	۰/۴۶۳	۴۶/۰۳	۸۵۸/۹	۵۲/۵	۴۸/۸
10- <i>P.e.214</i>	۰/۲۲	۰/۷۱۶	۰/۴۱۷	۴۳/۹۵	۸۶۱/۴	۵۶/۳	۴۷/۱
11- <i>P.e.488</i>	۰/۲۲	۰/۸۱۱	۰/۴۴۷	۳۸/۰۸	۸۶۷/۷	۵۶/۷	۴۰/۳
12- <i>P.e.verni</i>	۰/۲۲	۰/۹۵۷	۰/۴۸۹	۴۴/۱۸	۸۶۱/۳	۵۴/۳	۴۷/۵
13- <i>P.e.gehrica</i>	۰/۲۳	۰/۸۱۲	۰/۴۴۷	۴۷/۰۵	۸۶۳/۸	۵۴/۷	۴۷/۳
14- <i>P.e.154</i>	۰/۲۳	۰/۸۲۱	۰/۴۵۰	۴۲/۰۱	۹۷۷/۳	۷۴/۸	۸۷/۵
17- <i>P.e.triplo</i>	۰/۲۳	۰/۷۴۶	۰/۴۲۶	۴۰/۴۳	۸۴۹/۳	۶۷/۹	۷۱/۸
19- <i>P.n.betulifolia</i>	۰/۲۶	۰/۶۵۶	۰/۳۹۵	۴۳/۱۱	۷۸۵/۶	۶۱/۸	۶۱/۳
23- <i>P.e.92/40</i>	۰/۲۱	۰/۷۷۶	۰/۴۳۶	۴۵/۹۷	۹۲۸/۳	۵۷/۲	۴۷/۴

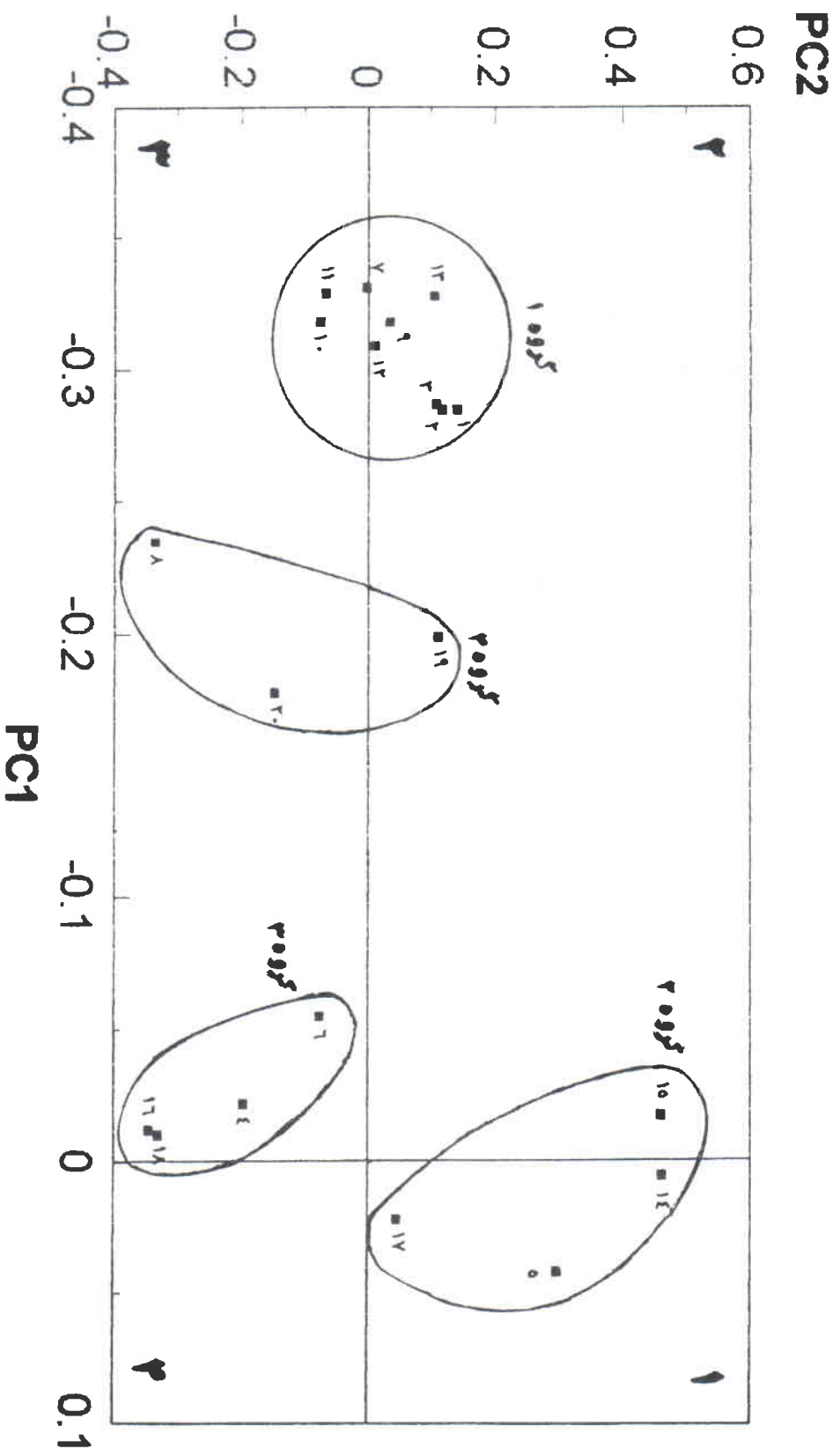
۴- رسته‌بندی متغیرهای مورد استفاده در گروه‌بندی کلن‌ها

به منظور تعیین جایگاه متغیرهای اندازه‌گیری شده از نظر متمایز بودن تأثیر عمل آنها بر روی تفکیک ارقام صنوبر، ضرایب همبستگی کلیه متغیرها را با دو ترکیب اصلی که بیشترین مقدار ویژه و درصد واریانس را داشته‌اند بر روی محور $X(PC1)$ با مقدار ویژه $۸/۴۳$ و واریانس ۴۲ درصد و محور $Y(PC2)$ با مقدار ویژه $۴/۰۷$ و واریانس ۲۰ درصد) برده شده است (جدول شماره ۱۰). در این رسته‌بندی چهار گروه مشابه از متغیرها به شرح زیر قابل تفکیک می‌باشند (نمودار شماره ۲۴).

گروه اول با تعداد ۹ متغیر در کنار یکدیگر تأثیر مشابه و مؤثر این متغیرها را در تفکیک ارقام صنوبر از هم نشان می‌دهد. متغیرهای قطر در محل ۵ سانتیمتری، قطر در محل ۵۰ سانتیمتری، سطح برگ، وزن تر برگ، وزن خشک برگ، وزن خشک ساقه نهال، وزن خشک برگهای نهال، وزن کل بیوماس خشک نهال و مقدار RGR (سرعت رشد نسبی) که در ترکیب اصلی $C1$ متمرکز شده‌اند، نقش مؤثر و اصلی را در تفکیک و گروه‌بندی کلن‌ها از یکدیگر ایفاء نموده‌اند. گروه دوم با تعداد ۴ متغیر نسبت وزن خشک برگها به وزن خشک کل نهال، نسبت وزن خشک برگهای نهال به وزن خشک ساقه، ضخامت برگ و درصد تجزیه برگ کلن‌ها در صفرابسته نقش تعیین‌کننده‌ای

جدول شماره ۱۰ - ضرایب همبستگی ترکیبات اصلی PC_۱ و PC_۲ برای کلیه متغیرها

کد متغیر	علائم اختصاری متغیرها	نام متغیر	PC _۱	PC _۲
1	Leaf area	سطح برگ	-۰/۲۸۵	۰/۱۱۶
2	Leaf-Fw	وزن تر برگ	-۰/۲۸۷	۰/۱۰۸
3	Leaf-Dw	وزن خشک برگ	-۰/۲۸۵	۰/۱۴۰
4	Leaf-SLA	سطح ویژه برگ	-۰/۰۲۲	-۰/۱۹۶
5	Thickness	ضخامت برگ	۰/۰۴۲	۰/۲۹۵
6	Thoughness	مقاومت به پارگی	-۰/۰۵۵	-۰/۰۷۶
7	RGR	سرعت رشد نسبی (ماده خشک)	-۰/۳۱۸	۰/۰۳۴
8	Height	ارتفاع نهال	-۰/۲۳۵	-۰/۳۳۷
9	Diamet 5	قطر در محل ۵ سانتیمتری	-۰/۳۰۹	۰/۰۱۱
10	Diamet 50	قطر در محل ۵۰ سانتیمتری	-۰/۳۲۹	-۰/۰۶۷
11	Total-dw	وزن خشک کامل نهال	-۰/۳۳۱	-۰/۰۰۲
12	Stem-dw	وزن خشک ساقه	-۰/۳۱۸	-۰/۰۷۵
13	Leaf-tdw	وزن خشک برگهای نهال	-۰/۳۲۸	۰/۱۰۵
14	LDW/Sdw	نسبت وزن خشک برگ به ساقه	۰/۰۰۵	۰/۴۶۱
15	LDW/Tdw	نسبت وزن خشک برگ به وزن کل	-۰/۰۱۸	۰/۴۶۰
16	Leaf Deck	درصد تجزیه برگها در کرج	-۰/۰۱۲	-۰/۳۴۵
17	Leaf Decs	درصد تجزیه برگها در صفرابسته	۰/۰۲۲	۰/۰۴۶
18	Leaf-D.K/S	نسبت تجزیه برگ کرج به صفرابسته	-۰/۰۱۰	-۰/۳۳۱
19	Grow-inD	شاخص رشد قطری	-۰/۱۹۹	۰/۱۱۱
20	Grow-inH	شاخص رشد ارتفاعی	-۰/۱۷۸	-۰/۱۴۷



نمودار شماره ۲۴ - رسته‌بندی متغیرهای مورد استفاده در گروه‌بندی کلنیا براساس دو ترکیب اصلی PC1 و PC2

در رسته‌بندی کلن‌ها بر اساس دو ترکیب C_2 و C_3 داشته‌اند چون سه متغیر اول در ترکیب C_2 و متغیر چهارم در ترکیب C_3 قرار دارند. در گروه سوم چهار متغیر مقاومت به پارگی، مقدار SLA (سطح ویژه برگ)، درصد تجزیه‌پذیری برگها در کرج و نسبت تجزیه‌پذیری برگها در کرج به صفرابسته قرار گرفته‌اند که این چهار متغیر نقش بسیار ضعیفی در گروه‌بندی کلن‌ها داشته‌اند و گروه چهارم که از متغیرهای ارتفاع، شاخص رشد قطری و شاخص رشد ارتفاعی تشکیل شده‌اند، نقش حد واسطی را در تفکیک و گروه‌بندی کلن‌های مشابه صنوبر ایفاء نموده‌اند.

به‌طور کلی در این رسته‌بندی از سمت راست به طرف چپ محور مختصات (در جهت منفی محور X ها) و از سمت پایین به بالا (در جهت مثبت محور Y ها) نقش متغیرها در گروه‌بندی کلن‌ها افزایش می‌یابد و برعکس در جهت مثبت محور X ها و نیز در جهت منفی محور Y ها اهمیت متغیرها در تفکیک کلن‌های مشابه کاهش می‌یابد بدین لحاظ مهمترین و مؤثرترین متغیرها در گروه‌بندی کلن‌ها در گروه اول و کم‌اثرترین آنها در گروه سوم قرار گرفته‌اند.

- نتایج اندازه‌گیری قطر و ارتفاع کلن‌ها و بررسی علت توقف زود هنگام رویش تعدادی از آنها

یکی از متغیرهای مورد مطالعه در خزانه احداث شده، اندازه‌گیری قطر و ارتفاع نهالها (تعداد ۱۰ اصله نهال از هر کلن)، در طول فصل رویش سال ۷۷ بوده است. در این رابطه هر ۱۴ روز یکبار نسبت به اندازه‌گیری قطر (قطر در محل ۵ سانتیمتری از کف زمین) و ارتفاع نهالها از اوایل اردیبهشت ماه تا پایان مهرماه اقدام گردید تا چگونگی و میزان رویش کلن‌های مختلف در طول فصل رویش مشخص گردد.

بر اساس آخرین آماربرداری که در اواخر مهرماه انجام گرفته است کلن‌های $P.d.69/55$ با میانگین ۳۰۱ سانتیمتر ارتفاع و $P.e.triplo$ با میانگین ۲۵ میلیمتر قطر،

بیشترین میزان رویش را داشته‌اند و کلن *P.candicans* با ۱۱۵ سانتیمتر ارتفاع و کلن *P.a.20/45* با ۱۳ میلیمتر قطر از کمترین میزان رویش برخوردار بوده‌اند و سایر کلن‌ها، قطر و ارتفاع بینابینی را ارائه داده‌اند.

اما نکته مهمی که این اندازه‌گیریها به همراه داشته، زمان توقف و یا کندشدن رویش تعدادی از کلن‌ها در اواخر مرداد و اوایل شهریورماه بوده است. همان طور که در جدولهای شماره ۱۱ و ۱۲ مشاهده می‌گردد تا اواسط مردادماه تفاوت زیادی بین رویش قطری و ارتفاعی اکثر کلن‌ها وجود نداشته است، ولی از اواخر مردادماه رشد تعدادی از کلن‌ها از جمله *P.d.72/51*، *P.e.marilandica*، *P.trichocarpa*، *P.candicans*، *P.d.missouriensis* و *P.e.455* بسیار کند شده و یا کاملاً متوقف گردیده است و برعکس کلن‌های *P.d.69/55*، *P.d.77/51*، *P.e.triplo*، *P.n.63/135* و *P.n.betulifolia* تا اواخر مهرماه به رشد خود ادامه داده‌اند. بنابراین اختلافی که در میزان قطر و ارتفاع کلن‌ها، در پایان فصل رویش در خزانه مشاهده می‌کنیم مربوط به ارقامی است که در این دو ماهه فعالیت رویشی آنها متوقف نشده است.

این نکته از این جهت حائز اهمیت است که در زمانی از دوره رشد فعالیت رویشی تعدادی از کلن‌ها متوقف می‌گردد که هنوز گرمای کافی و آبیاری منظم در اختیار نهالها قرار دارد و به طور معمول آنها می‌بایست هم‌چنان به رشد و نمو خود ادامه دهند، ولی در عمل در تعدادی از کلن‌ها این گونه نبوده است و خیلی زودتر از پایان فصل رویش (حداقل دو ماه)، دچار توقف رشد شده‌اند. علت این توقف رویش زود هنگام تعدادی از کلن‌ها می‌تواند به دلایل زیر باشد:

اکثر این کلن‌ها از اکوتیپها و منشاءهای مختلف بوده که از نقاط مختلف جهان وارد کشور شده‌اند. و هرکدام از ژنوتیپها سرشت رویشی زادگاه خود را در محل جدید به همراه دارند و توقف زود هنگام رشد این ارقام می‌تواند واکنش آنها به کوتاه شدن طول

روز باشد چون تعدادی از این کلن‌ها مانند *P. candicans*^۱ متعلق به مناطق به اصطلاح «روزبلند» می‌باشند و در شرایط جدید به همراه کوتاه شدن روز در اوایل شهریور ماه دچار توقف رشد گردیده‌اند و یا ممکن است این ارقام به مناطقی تعلق داشته‌اند که در آنجا از دوره رشد کوتاهی برخوردار بوده‌اند. و یا کلن‌هایی که تا اواخر مهرماه در خزانه رشد نموده‌اند، از مناطقی باشند که در زادگاه (origin) خود دوره رشد طولانی داشته‌اند و این ویژگی را در این محل جدید نیز از خود بروز داده‌اند. بهرحال برای مشخص شدن دقیق علت توقف زود هنگام رویش تعدادی از کلن‌ها، ادامه انجام این تحقیقات برای چند سال متوالی ضرورت دارد.

اگرچه قضاوت قطعی و مطمئن در مورد علت توقف زود هنگام رویش تعدادی از کلن‌ها در خزانه به چند سال مطالعه مستمر و دقیق اکولوژیکی نیاز دارد، ولی نتیجه‌ای که از این مرحله آزمایش می‌توان گرفت این است که کلن‌هایی مانند *P. e. gelrica*، *P. d. missouriensis*، *P. d. 72/51* و *P. e. marilandica* که رشد آنها زود متوقف شده است را می‌توان برای کاشت در مناطقی از کشور که دارای فصل رویش کوتاهی هستند (مناطق سردسیر) توصیه کرد و کلن‌هایی مانند *P. d. 69/55*، *P. e. triplo*، *P. d. 77/51*، *P. d. 73/51* و *P. n. 63/135* که تا اواخر مهرماه به رشد طولی و قطری خود ادامه داده‌اند را برای کاشت در مناطق گرم‌تر کشورمان، پیشنهاد نمود که در این گونه مناطق امکان رشد و نمو گیاه برای مدت طولانی‌تری از فصل رویش فراهم است و این قبیل ارقام می‌توانند از امکانات آب، زمین و سایر توانهای بالقوه رویشگاه حداکثر استفاده را نموده و به رویش بیشتری دست یابند.

۱ - رویشگاه طبیعی گونه *P. candicans* عرضهای بالای جغرافیایی و مناطق با روزهای بلند مانند جنوب آلاسکا، کانادا و شمال غربی آمریکا می‌باشد (میردامادی، ۱۳۴۸).

جدول شماره ۱۱ - میانگین قطر (mm) و ارتفاع (cm) کلن های مختلف صنوبر در خزانه در طول فصل رویش سال ۷۷ (قطر در محل ۵ سانتیمتری از سطح زمین)

کلن	P.d. missouri		P.d. 72/51		P.d. 69/55		P.d. 77/51		P.d. 73/51		P. tricho.		P.e. 455		P.e. costanzo		P.e. murian.		P.e. 214		P.e. 488		P.e. verni	
تاریخ	قطر	ارتفاع	قطر	ارتفاع	قطر	ارتفاع	قطر	ارتفاع	قطر	ارتفاع	قطر	ارتفاع	قطر	ارتفاع	قطر	ارتفاع	قطر	ارتفاع	قطر	ارتفاع	قطر	ارتفاع	قطر	ارتفاع
۷۷/۴/۲۱	۲	۲۳	۲	۲۰	۲	۱۹	۱	۸	۱	۱۱	۲	۱۹	۲	۲۶	۳	۲۴	۲	۳۰	۲	۳۳	۲	۳۲	۲	۲۵
۱۳/۴	۳	۳۴	۳	۲۵	۴	۲۵	۲	۱۲	۲	۱۵	۳	۲۷	۳	۲۶	۵	۲۸	۴	۴۳	۴	۴۸	۳	۴۲	۳	۳۴
۱۳/۱۸	۴	۵۱	۴	۳۷	۴	۳۵	۳	۲۲	۳	۲۶	۴	۴۹	۵	۵۴	۷	۷۰	۶	۶۶	۶	۷۴	۴	۵۷	۴	۴۸
۱۴/۱	۵	۷۰	۵	۵۸	۵	۵۸	۴	۲۵	۴	۳۸	۶	۷۹	۷	۸۱	۹	۱۰۱	۸	۹۷	۸	۱۰۹	۶	۷۶	۵	۶۶
۱۴/۱۵	۷	۹۶	۷	۸۲	۷	۸۱	۵	۴۹	۶	۵۵	۹	۱۲۱	۹	۱۱۴	۱۱	۱۴۳	۱۱	۱۳۸	۱۱	۱۴۹	۸	۱۰۰	۷	۹۰
۱۴/۲۹	۹	۱۲۰	۱۱	۱۱۳	۱۰	۱۱۳	۷	۶۴	۸	۸۳	۱۲	۱۵۶	۱۲	۱۵۹	۱۳	۱۷۷	۱۴	۱۶۸	۱۴	۱۸۵	۱۰	۱۲۹	۹	۱۲۰
۱۵/۱۲	۱۲	۱۵۴	۱۴	۱۴۸	۱۳	۱۵۲	۹	۹۱	۱۱	۱۲۱	۱۴	۱۸۸	۱۵	۱۹۱	۱۶	۲۰۲	۱۵	۱۸۲	۱۶	۲۰۷	۱۳	۱۵۰	۱۲	۱۴۱
۱۵/۲۶	۱۳	۱۷۴	۱۶	۱۷۳	۱۶	۱۹۲	۱۱	۱۲۷	۱۴	۱۶۰	۱۵	۱۹۳	۱۶	۱۹۷	۱۱	۲۰۹	۱۶	۱۸۹	۱۷	۲۱۱	۱۴	۱۵۹	۱۳	۱۴۸
۱۶/۹	۱۴	۱۷۹	۱۷	۱۷۹	۱۹	۲۳۷	۱۴	۱۷۵	۱۷	۲۰۴	۱۶	۱۹۵	۱۷	۱۹۹	۱۸	۲۱۰	۱۷	۱۹۱	۱۸	۲۱۳	۱۵	۱۶۳	۱۵	۱۵۴
۱۶/۲۳	۱۵	۱۸۱	۱۸	۱۸۱	۲۱	۲۷۰	۱۶	۲۰۹	۱۹	۲۲۴	۱۶	۱۹۶	۱۸	۲۰۱	۱۹	۲۱۱	۱۸	۱۹۲	۱۹	۲۱۵	۱۶	۱۶۶	۱۶	۱۵۷
۱۷/۶	۱۵	۱۸۲	۱۸	۱۸۲	۲۲	۲۹۳	۱۸	۲۲۳	۲۰	۲۴۴	۱۶	۱۹۷	۱۸	۲۰۳	۱۹	۲۱۲	۱۸	۱۹۳	۲۰	۲۱۷	۱۷	۱۶۸	۱۶	۱۶۰
۱۷/۲۱	۱۵	۱۸۲	۱۸	۱۸۲	۲۳	۳۰۱	۲۰	۲۲۷	۲۱	۲۴۷	۱۶	۱۹۷	۱۸	۲۰۳	۱۹	۲۱۲	۱۸	۱۹۲	۲۰	۲۱۸	۱۷	۱۶۸	۱۶	۱۶۰

جدول شماره ۱۲ - میانگین قطر (mm) و ارتفاع (cm) کل‌های مختلف صنوبر در خزانه در طول فصل رویش سال ۷۷ (قطر در محل ۵ سانتیمتری از سطح زمین)

<i>P.</i> <i>euphratica</i>	<i>P.e.</i> 92/40		<i>P.n.</i> 56/72		<i>P.n.</i> 63/135		<i>P.</i> <i>candicans</i>		<i>P.n.</i> <i>betuli</i>		<i>P.a.</i> 20/45		<i>P.e.</i> <i>triplo</i>		<i>P.a.</i> 58/57		<i>P.a.</i> 44/9		<i>P.e.</i> 154		<i>P.e.</i> <i>gelrica</i>		
	ارتفاع	قطر	ارتفاع	قطر	ارتفاع	قطر	ارتفاع	قطر	ارتفاع	قطر	ارتفاع	قطر	ارتفاع	قطر	ارتفاع	قطر	ارتفاع	قطر	ارتفاع	قطر	ارتفاع	قطر	
۱۱	۲۹	۲	۳۸	۳	۳۷	۳	۱۹	۱	۳۳	۲	۳۰	۲	۱۸	۲	۳۱	۲	۱۴	۱	۱۱	۱	۳۷	۲	۷۷/۲/۲۱
۱۸	۴۱	۳	۵۱	۴	۵۱	۴	۲۵	۲	۳۱	۳	۲۹	۳	۲۵	۳	۴۳	۳	۱۹	۲	۱۷	۲	۳۸	۳	۳/۴
۲۹	۵۶	۴	۷۰	۵	۷۲	۵	۳۵	۳	۴۳	۴	۴۴	۴	۳۳	۴	۶۵	۴	۲۲	۳	۳۰	۳	۵۴	۵	۱۲/۱۸
۴۵	۷۴	۶	۹۳	۷	۱۰۳	۷	۴۸	۵	۵۹	۶	۶۴	۵	۶۹	۶	۹۵	۶	۴۶	۴	۴۶	۴	۸۴	۷	۴/۱۰
۶۳	۹۹	۸	۱۲۱	۹	۱۳۶	۹	۶۵	۷	۸۵	۷	۹۱	۶	۱۰۹	۹	۱۲۹	۸	۶۵	۵	۶۷	۶	۱۲۴	۹	۴/۱۵
۹۴	۱۲۷	۱۰	۱۵۳	۱۱	۱۶۶	۱۲	۸۰	۹	۱۱۵	۹	۱۲۲	۷	۱۳۸	۱۲	۱۶۴	۱۰	۹۰	۷	۹۸	۸	۱۵۵	۱۲	۱/۴/۲۹
۱۳۴	۱۵۲	۱۲	۱۸۲	۱۳	۲۰۴	۱۵	۹۴	۱۱	۱۴۴	۱۲	۱۵۲	۹	۱۹۳	۱۶	۲۰۸	۱۱	۱۲۵	۹	۱۴۲	۱۱	۱۷۵	۱۴	۱۵/۱۲
۱۷۶	۱۶۸	۱۵	۱۹۷	۱۴	۲۴۴	۱۹	۱۰۶	۱۲	۱۷۲	۱۵	۱۷۵	۱۰	۲۲۵	۱۹	۲۳۶	۱۲	۱۵۴	۱۱	۱۸۳	۱۴	۱۸۲	۱۶	۱۵/۲۶
۱۹۲	۱۷۹	۱۶	۲۰۵	۱۵	۲۶۰	۲۲	۱۱۲	۱۳	۱۹۷	۱۸	۱۹۷	۱۱	۲۶۶	۲۱	۲۶۴	۱۳	۱۸۲	۱۲	۲۰۲	۱۶	۱۸۷	۱۷	۱/۶/۹
۲۰۷	۱۸۴	۱۷	۲۱۱	۱۶	۲۷۱	۲۳	۱۱۴	۱۴	۲۱۱	۱۹	۲۱۸	۱۲	۲۷۶	۲۳	۲۷۹	۱۴	۱۹۴	۱۳	۲۰۸	۱۷	۱۹۲	۱۷	۱/۶/۲۳
۲۱۱	۱۸۶	۱۸	۲۱۵	۱۶	۲۷۸	۲۴	۱۱۵	۱۴	۲۱۷	۲۰	۲۲۲	۱۳	۲۸۴	۲۴	۲۸۶	۱۵	۲۰۴	۱۴	۲۱۲	۱۸	۱۹۵	۱۷	۱/۶/۶
۲۱۲	۱۸۷	۱۸	۲۱۶	۱۶	۲۸۲	۲۵	۱۱۵	۱۴	۲۲۲	۲۱	۲۲۸	۱۴	۲۸۷	۲۵	۲۹۱	۱۶	۲۰۶	۱۵	۲۱۲	۱۸	۱۹۶	۱۷	۱/۶/۲۱

بحث

از میان نتایج حاصل از اندازه‌گیریها، محاسبات آماری و نمودارهای رسته‌بندی (Ordination) برای هر یک از متغیرهای مورد بررسی و ۲۴ کلن مختلف صنوبر در نهایت به موارد زیر می‌توان اشاره نمود:

الف - از میان ۲۰ متغیر مورد بررسی تعداد ۹ متغیر سطح برگ، وزن تر برگ، وزن خشک برگ، قطر نهال در ۵ سانتیمتری، قطر در محل ۵۰ سانتیمتری، وزن خشک کل نهال (بیوماس کل)، وزن خشک برگهای نهال، وزن خشک ساقه نهال و مقدار RGR ماده خشک دارای وضعیت تقریباً یکسانی می‌باشند و تأثیر موثر و همانندی در گروه‌بندی و تفکیک کلن‌های مشابه داشته‌اند. چنین به نظر می‌رسد که با انجام مطالعات و بررسیهای تکمیلی می‌توان به این نتیجه رسید که با اندازه‌گیری و تعیین تعدادی از این متغیرها که اندازه‌گیری آنها از سهولت بیشتری برخوردار است در نهایت می‌توان برآورد مناسبی از اندازه دیگر متغیرها بدست آورد. به عنوان مثال چنانچه بتوان با تعیین متغیرهایی چون قطر در محل ۵ یا ۵۰ سانتیمتری ساقه یا سطح برگ برآوردی از مقدار RGR و یا بیوماس اندامهای مختلف گیاه بدست آورد که این روش در مقایسه با تعیین مقادیر متغیرهای RGR و یا بیوماس از سهولت بیشتر و صرف زمان کمتری برخوردار است. متغیرهای همگروه چون تأثیر عمل مشابه‌ای در تفکیک کلن‌های صنوبر از یکدیگر داشته‌اند بنابراین می‌توان با اندازه‌گیری تعداد کمتری از متغیرها نسبت به رسته‌بندی و تعیین گروههای مشابه صنوبر اقدام نمود.

ب - همان‌طور که در نمودارهای رسته‌بندی فصل قبل مشاهده گردید ۲۴ کلن صنوبر مورد مطالعه، از نظر صفات و متغیرهای مورد بررسی، گروههای مختلفی را تشکیل می‌دهند. در واقع کلن‌های موجود در هر گروه در مورد متغیر یا متغیرهایی خاص عملکرد و وضعیت یکسانی را نشان می‌دهند. از این شباهت‌های موجود میان کلن‌ها می‌توان در طرح‌های تحقیقاتی صنوبر استفاده شایان توجهی برد به عنوان مثال می‌توان

کلن‌های همگروه را از نظر میزان رویش و تولید بیوماس بالا به منظور استفاده در طرح‌های «تولید علوفه جهت خوراک دام» پیشنهاد کرد یا کلن‌هایی را که از نظر تولید ماده خشک ساقه از وضعیت مناسبی برخوردارند جهت طرح‌های «بهره‌برداری کوتاه مدت صنوبر» به منظور تأمین ماده اولیه برخی از صنایع چوبی معرفی کرد. هم‌چنین به منظور تکثیر و پرورش کلن‌های مشابه که از نیازها و خواش اکولوژیکی تقریباً یکسانی برخوردارند می‌توان از یک نوع برنامه‌ریزی و عملیات اجرایی استفاده نمود.

ج - رسته‌بندی کلن‌های مختلف نشان می‌دهد که:

- کلن‌های مختلف دورگ *P.X euramericana* در مورد بیشتر صفات و متغیرهای مورد بررسی از وضعیت یکسانی برخوردارند. این امر بیانگر یکنواختی و شباهت‌های ساختاری میان کلن‌های این گونه می‌باشد. از میان این ارقام دو کلن *P.e.154* و *P.e.triplo* به دلیل برخورداری از صفات مثبت بهترین کلن‌های گروه فوق را تشکیل می‌دهند.

- ۵ کلن *P.deltoides* مورد بررسی در خزانه در دو گروه مختلف قرار می‌گیرند، به طوری که کلن‌های *P.d.69/55* و *P.d.77/51* و *P.d.73/51* که از بهترین کلن‌های مورد مطالعه در خزانه می‌باشند در یک گروه قرار می‌گیرند و دو کلن *P.d.72/51* و *P.d.missouriensis* به دلیل برخورداری از رویش و تولید بیوماس کمتر در مجموعه سایر گروه‌ها قرار گرفته‌اند.

- بقیه کلن‌های مورد بررسی از جمله ارقام *P.nigra* و *P.alba* از نظر مجموعه متغیرهای مورد مطالعه از وضعیت مشابهی برخوردار نیستند و در نمودارهای رسته‌بندی جایگاه‌های مختلفی را به خود اختصاص داده‌اند.

- یکی از نکات قابل توجه در کلن‌های خزانه مدت زمانی است که نهالها به رشد قطری و ارتفاعی ادامه می‌دهند، به طوری که در تعدادی از کلن‌ها در اواخر مردادماه با وجود ظاهر سبز و شاداب گیاه رشد طولی و قطری متوقف و یا بسیار کند می‌شود و این در حالی است که تعدادی از کلن‌ها از جمله *P.d.69/55*، *P.d.77/51*، *P.d.73/51*

P.n.betulifolia و *P.e.triplo* تا دو ماه دیگر (اواخر مهر ماه) به رشد خود ادامه می دهند (کلن های فوق در بیشتر طرح های تحقیقاتی از باارزش ترین کلن های صنوبر محسوب می شوند که به نظر می رسد یکی از دلایل موفقیت این کلن ها، مورد فوق باشد) پی بردن به این امر ما را در برنامه ریزی زمان و مقدار مناسب آبیاری و انتخاب رویشگاه های مناسب با توجه به طول دوره رویشی و شرایط اقلیمی (دما، رطوبت) کمک فراوانی می نماید.



تصویر شماره ۱- روش احداث خزانه (اواخر اسفند ۱۳۷۶)



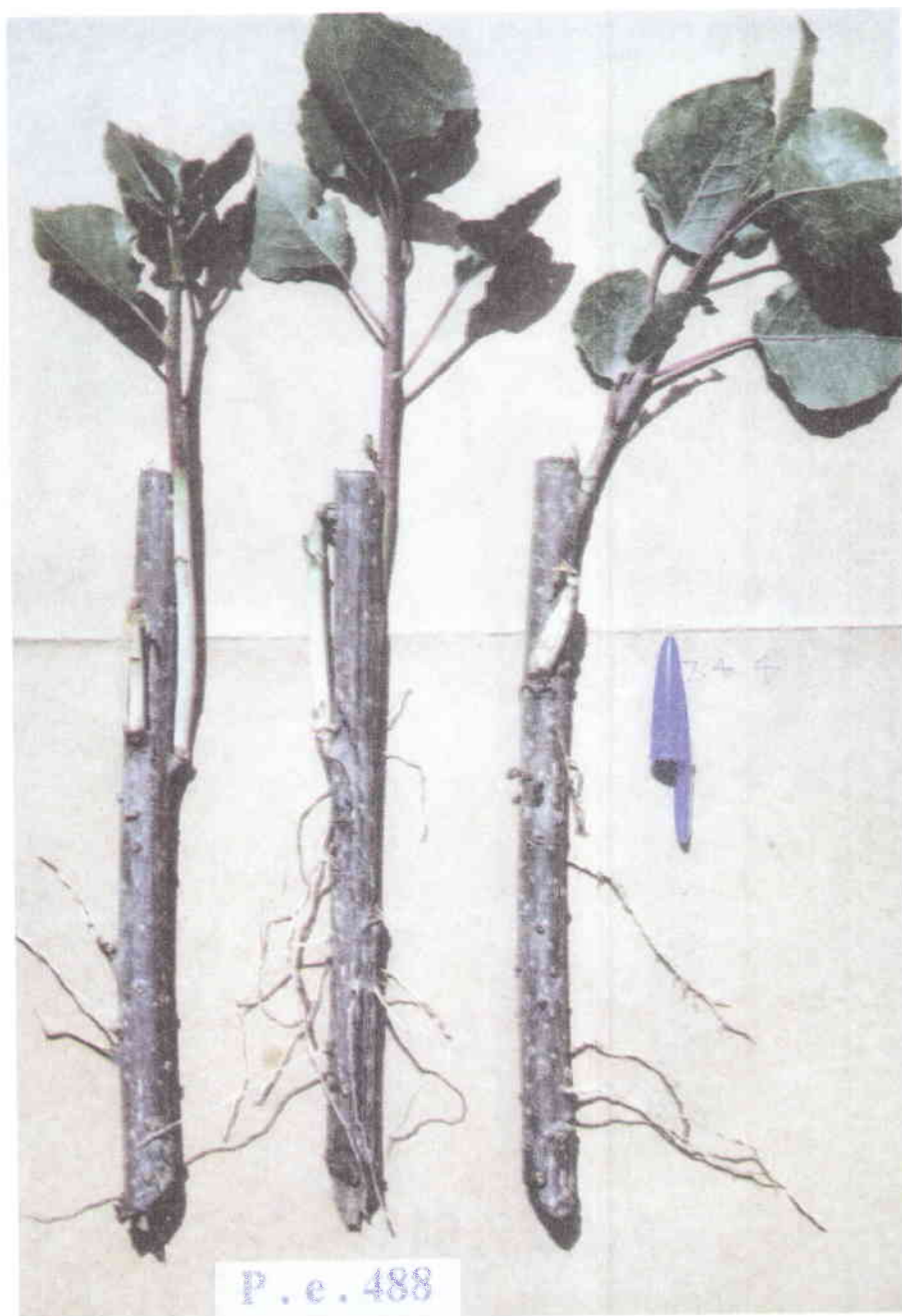
تصویر شماره ۲- نمایی از کلن‌های مورد بررسی در خزانه (اواسط مردادماه ۱۳۷۷)



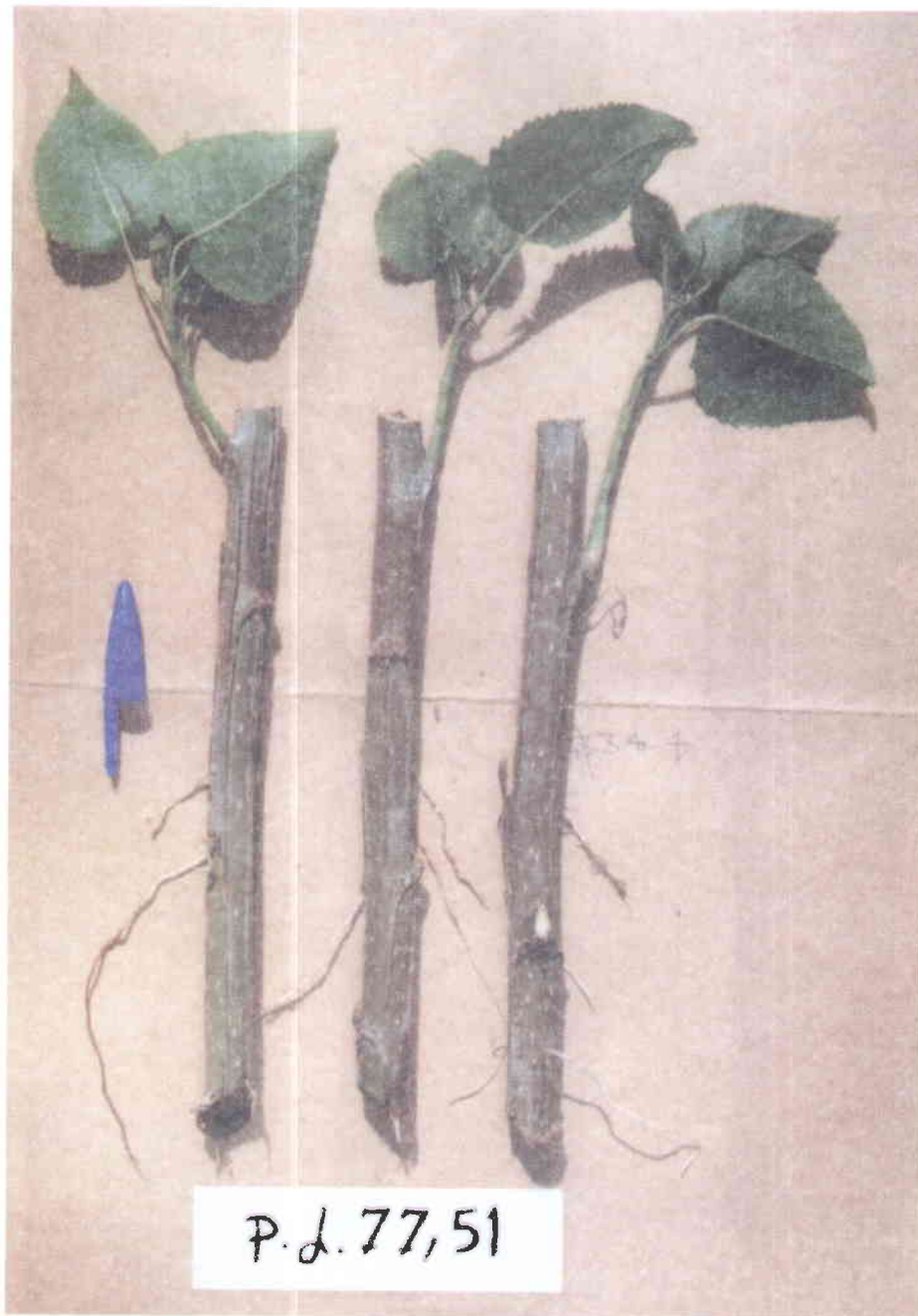
تصویر شماره ۳- کلن *P. eur. triplo* از ارقام برتر خزان (اواخر مهرماه)



تصویر شماره ۴- کلن *P. d. 69.55* از ارقام برتر خزان (اواخر آبان ماه)



تصویر شماره ۵- میزان رویش کلن P. eur. 488 در اواسط اردیبهشت ماه



تصویر شماره ۶- میزان رویش کلن P. d. 77.51 در اواسط اردیبهشت ماه

منابع

- ۱- اسدی، ف.، ۱۳۸۰. تنوع ژنتیکی و ساختار آن در درون و بین جوامع گیاهی از گونه‌های مختلف صنوبر و تلاقی پذیری ارقام بومی و غیر بومی آن. پایان نامه دکترای رشته جنگلداری دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تربیت مدرس.
- ۲- بزرگمهر، ع.، ۱۳۸۰. گزارش نهایی جمع آوری و بررسی ارقام بومی و غیر بومی صنوبر در شمال خراسان (بجنورد). در دست چاپ.
- ۳- طباطبایی، م.، ۱۳۶۴. چوب صنوبرها و امکانات کاربرد آن در صنایع. مجموعه مقالات ارایه شده در سمینار اهمیت صنوبر. نشریه شماره ۴۵ مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع، صفحات ۱۳۳ تا ۱۴۱.
- ۴- مدیرحمتی، ع.، همتی، ا. و قاسمی، ر.، ۱۳۷۶. بررسی مشخصات کلن‌های صنوبر در خزانه‌های آزمایشی. انتشارات مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع، نشریه شماره ۱۷۷، ۱۴۳ صفحه.
- ۵- میردامادی، ا.، ۱۳۴۸. خزانه‌های آزمایشی صنوبر. انتشارات سازمان جنگل‌ها و مراتع کشور، ۱۴۰ صفحه.
- ۶- هانت، ر.، ۱۹۹۰. آنالیزهای رشد گیاهان زراعی. ترجمه کریمی، م.، ۱۳۷۳. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد، ۱۱۱ صفحه.
- ۷- یوسفی، ب.، ۱۳۷۶. بررسی برخی صفات مؤثر در رشد و همبستگی نهالهای یکساله ۳۲ کلن صنوبر. فصلنامه پژوهش و سازندگی، ۳۴: ۱۸ - ۲۳.
- 8- Cornelissen, J. H. C. 1996. An experimental comparison of leaf decomposition rates in a wide range of temperate plant species and types. *Journal of Ecology*, 84: 573-582.
- 9- Harrington, C. A.; Radwan, M. A. and Debell, D.S., 1997. Leaf characteristics reflect growth rates of 2-years-old *Populus* trees.

characteristics reflect growth rates of 2-years-old *Populus* trees. Canadian Journal of Forest Research 27: 1321-1325.

- 10- Ludwig, J.A. and Reynolds, J. F., 1988. Statistical ecology. John Willy & Sons ,Inc., 223-241.
- 11- Toplu, F. and Isik, F., 1999. Nursery performances of black poplar clones in the southeast Turkey. International symposium Program with abstracts, Orlean, Turkey, September 13-17.