

بررسی فنولوژی ارقام مختلف صنوبر در کلکسیون پایه مادری ایستگاه تحقیقاتی کرج

(مرکز تحقیقات البرز) در سالهای ۱۳۷۶ و ۱۳۷۷

رفعت‌اله قاسمی^(۱)، عادل جلیلی^(۲)، مسلم اکبری‌نیا^(۳) و علیرضا مدیررحمتی^(۴)

چکیده

اولین گام در طراحی و اجرای طرحهای تحقیقاتی کسب اطلاعات اولیه و زیر بنایی است. انجام مطالعات فنولوژیکی ارقام مختلف صنوبر اطلاعات لازم را جهت اجرای بسیاری از طرحهای تحقیقاتی صنوبر در اختیار محققان ذیربط قرار می دهد. در این بررسی نسبت به مشاهده و ثبت زمان ظهور پدیده‌های حیاتی گل، برگ، رسیدن بذر و پراکنش آن و خزان برگها در تعداد ۳۰ رقم از صنوبرهای کلکسیون پایه مادری کرج و نیز حداکثر و حداقل دمای روزانه در طول فصل رویش سالهای ۱۳۷۶ و ۱۳۷۷ اقدام گردید. نتایج بدست آمده از انجام این مطالعات و بررسیها نشان می دهند که فعالیت حیاتی در انواع صنوبرها در محدوده زمانی اوایل اسفند ماه یا پایان فروردین ماه شروع شده و در اواسط آبان ماه یا پایان آذر ماه خاتمه می یابد. ظهور پدیده‌های حیاتی در کلن‌های مختلف صنوبر در زمانهای متفاوتی انجام می شود و اختلاف زمانی در مورد ظهور هر یک از پدیده‌ها از چند روز تا چند هفته متغیر می باشد. این اختلاف زمانی در ظهور

۱- عضو هیأت علمی مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع

۲- رئیس و عضو هیأت علمی مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع

۳- عضو هیأت علمی مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع

۴- عضو هیأت علمی مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع

پدیده‌ها، بین گونه‌های مختلف و نیز بین کلن‌های یک گونه، وجود داشته است. آغاز فعالیت حیاتی در ابتدای فصل رویش تابع درجه حرارت هوا می‌باشد و چون دمای هوا (حداکثر، متوسط و حداقل) در ماه‌های اولیه فصل رویش سال ۱۳۷۷ نسبت به زمان مشابه در سال پیش بیشتر بوده است، بنابراین ظهور پدیده‌های حیاتی در صنوبرهای مختلف در این سال یک هفته زودتر از سال ۱۳۷۶ آغاز گردیده است و این در حالی است که پدیده خزان بیشتر تحت تأثیر فتوپریود و دماهای حداقل بوده و با کوتاه شدن طول روز و کاهش دما از اواسط شهریور تا اواسط مهر ماه، تغییر رنگ و ریزش برگها در ارقام مختلف صنوبر آغاز شده است.

به طور کلی اختلاف زمانی در ظهور پدیده‌های حیاتی و نیز طول دوره هر پدیده در کلن‌های مورد مطالعه در سال ۱۳۷۷ کوتاه تر از سال ۱۳۷۶ بوده است. ارقام مورد بررسی براساس طول دوره فعالیت حیاتی گروه بندی گردیده‌اند. کلن‌هایی همچون *P.e. arges grandis* و *P.e. gelrica* از دوره فعالیت حیاتی کوتاهی برخوردار بوده‌اند و کلن‌هایی مانند *P.d. 69/55*، *P. caspica* و *P.n. betulifolia* دوره فعالیت طولانی تری داشته‌اند که این مورد یکی از متغیرهای مهم جهت انتخاب کلن برای مناطق مختلف آب و هوایی کشورمان می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: صنوبر، فتولوژی، کلن، کلکسیون، ظهور گل، ظهور برگ، رسیدن بذر، ریزش برگ.

مقدمه و هدف

درختان صنوبر با ویژگیهای منحصر به فردی، چون قابلیت تولید ۳۰ تا ۴۰ متر مکعب چوب در هکتار و در سال (طباطبایی، ۱۳۶۴)، کاربرد فراوان و گسترده آن در صنایع پیشرفته چوبی و نیز مصارف روستایی و سنتی، قابلیت استفاده از برگهای آن برای تغذیه دام، سهولت تکثیر و قابلیت کشت ارقام مختلف آن در شرایط اکولوژیکی متفاوت کشور، همواره مورد توجه روستاییان و سایر تولیدکنندگان چوب بوده است. بنابراین در میان گونه‌های سریع‌الرشد درختی، از جایگاه ویژه‌ای برخوردار هستند.

برای انجام هرگونه بررسی در باره انواع صنوبرها نیاز مبرمی به اطلاعات پایه می‌باشد. مطالعه فنولوژی (پدیده‌شناسی) ارقام مختلف صنوبر، اطلاعات اولیه مورد نیاز را برای انجام بسیاری از تحقیقات زیربنایی و کاربردی در اختیار محققان و کارشناسان صنوبر و نیز علاقه‌مندان علم اکولوژی قرار می‌دهد. مطالعات فنولوژی از شاخه‌های دانش اکولوژی است و با استفاده از اطلاعات فنولوژی می‌توان علاوه بر تعیین زمان ظهور گل، ظهور برگ، رسیدن بذر و خزان برگها به شناسایی و استقرار سازگارترین ارقام صنوبر، در مناطق مختلف آب و هوایی کشور اقدام نمود. با تشخیص گونه‌ها، کلتیوارها و کلن‌های زودرشد و دیررشد و همچنین ارقام روزکوتاه، روزبلند و استفاده مناسب از آنها در نقاط اقلیمی گوناگون کشور، می‌توان ضمن بهره‌برداری بهینه از امکانات و توانهای بالقوه رویشگاهی هر منطقه، به حداکثر میزان رویش و تولید چوب دست یافت.

در این بررسی زمان وقوع پدیده‌های حیاتی نظیر ظهور گل، حداکثر گلدهی، خاتمه گلدهی، ظهور برگ، کامل شدن برگ، رسیدن بذر و پراکنش آن، شروع خزان و ریزش برگها، خاتمه خزان و تعیین طول دوره هر پدیده در تعداد ۳۰ رقم از صنوبرهای کلکسیون پایه مادری ایستگاه تحقیقات کرج طی سالهای ۱۳۷۶ و ۱۳۷۷ مورد بررسی و مطالعه قرار گرفته است.

سابقه تحقیق

در ایران تا کنون چند مورد مطالعات فنولوژیکی در زمینه منابع طبیعی (جنگلها و مراتع) انجام گرفته است. *Fishwick* طی سالهای ۱۳۴۷ تا ۱۳۵۳ در جنگلهای پل سفید (سنگده) در مورد تعیین دوره و میزان بذردهی تعدادی از گونه‌های درختی بررسیهایی انجام داده است (رحمانی، ۱۳۷۱).

Burgess طی سالهای ۱۳۵۲ تا ۱۳۵۶ در چند منطقه از جنگلهای شمال، فنولوژی و چگونگی تجدید حیات تعدادی از گونه‌های مهم درختی نظیر راش، بلوط، افرا، توسکا، ممرز، نارون و انجیلی را مورد مطالعه قرار داده است. اگرچه هدف اصلی از این بررسی و تحقیق مطالعه چگونگی تولید بذرها، بارور در گونه‌های مهم و تجارتمی جنگلهای شمال و تعیین دوره‌های بذردهی آنها بوده است، ولی سایر پدیده‌های فنولوژیکی نظیر ظهور گل، باز شدن جوانه‌های برگ، خزان برگ، ریزش بذر و غیره نیز مورد بررسی قرار گرفته است (لطیفی، ۱۳۶۱).

طی سالهای ۱۳۵۳ تا ۱۳۵۷ تعداد ۲۲۹ اصله از درختان جنگلی و درختچه‌های زینتی در آبروراتم مرکز تحقیقات نوشهر که از نظر جنگلداری، جنگلکاری و زینتی ارزش بیشتری داشته‌اند، مورد بررسیهای فنولوژیکی قرار گرفتند. طی سالهای مذکور ضمن یادداشت برداریهای فنولوژیکی، همه ساله قطر و ارتفاع درختان و درختچه‌های مورد مطالعه نیز اندازه‌گیری گردیدند. همچنین عوامل آب و هوایی نظیر میانگین بارندگی و درجه حرارت‌های مطلق حداکثر و حداقل ماهیانه نیز مدنظر قرار گرفته و در بحث و تجزیه و تحلیل داده‌های فنولوژیکی از آنها استفاده شده است (خاتم ساز، ۱۳۶۳).

در تحقیق دیگری طی سالهای ۱۳۶۹ تا ۱۳۷۱ فنولوژی تعداد ۲۳ گونه از درختان جنگل خیرورد کنار واقع در نوشهر که از ارتفاع هم‌سطح دریا تا ۲۲۰۰ متر قرار داشته، در ۱۳ قطعه نمونه ۲۲۵ متر مربعی (هر ۲۰۰ متر یک قطعه نمونه) مورد مطالعه و بررسی

قرار گرفته است. ضمن جمع‌آوری اطلاعات لازم در مورد زمان وقوع پدیده‌های رویشی، گلدهی، میوه‌دهی، رسیدن میوه و بذر و خزان برگها، با نصب دماسنج حداکثر - حداقل در هر یک از قطعات نمونه و ثبت دماهای حداکثر و حداقل، یک الگوی تغییرات دما برای سالهای ۱۳۶۹ تا ۱۳۷۱ برای قسمتی از دامنه‌های شمالی البرز بدست آمده است. مطالعه‌ای که در جنگل خیرودکنار انجام گردید، دارای ویژگیهایی است که در مطالعات پیشین به آن توجه نشده است.

پدیده‌های فنولوژیکی در یک دامنه تغییر وسیع ارتفاعی از صفر تا ۲۲۰۰ متر مورد مطالعه قرار گرفته که رابطه بین ارتفاع و هر یک از پدیده‌های مهم مانند برگدهی، گلدهی، میوه‌دهی و خزان برگها را برای مهمترین درختان جنگلی شمال در سالهای مورد مطالعه نشان می‌دهد. ثبت دماهای حداکثر و حداقل در دامنه ارتفاعی مذکور نقش حرارت در ظهور پدیده‌های حیاتی را در درختان نشان می‌دهد. نتایج بدست آمده از این بررسی نشان داده‌اند که عدم زادآوری تعدادی از گونه‌های جنگلی از جمله راش در برخی از سالها مربوط به بروز سرمای دیررس بهاره به ویژه در اردیبهشت‌ماه و در ارتفاعات بیش از ۱۴۰۰ متر می‌باشد (جوانشیر و همکاران، ۱۳۷۶).

در کشورهای خارجی نیز مطالعات زیادی در مورد فنولوژی درختان، از جمله صنوبرها انجام گرفته است. در کشور آلمان طی سالهای ۱۹۶۴ تا ۱۹۶۶ فنولوژی کلن‌های مختلف صنوبر را در خزانه‌های تحقیقاتی، با سنین مختلف $(\frac{1}{1}, \frac{1}{2}, \frac{1}{3}, \frac{1}{4}, \frac{2}{3}, \frac{3}{4})$ و $\frac{2}{5}$ ساله^(۱) مورد بررسی قرار گرفته است و مراحل مختلف باز شدن برگ کلن‌ها، خزان آنها و نیز طول دوره رویش بررسی و تعیین گردیده است. در این بررسی باز شدن برگها در چهار مرحله، از باز شدن جوانه‌ها تا کامل شدن برگ و خزان نیز در چهار مرحله از

۱- $\frac{1}{1}$ به معنی نهال با ساقه یکساله و ریشه یکساله و $\frac{2}{3}$ به مفهوم نهال با ساقه دو ساله و ریشه سه ساله می‌باشد و....

شروع تغییر رنگ برگها تا ریزش کامل برگها مشخص و تفکیک شده‌اند. باز شدن اولیه جوانه برگ را مبنای آغاز رویش و فعالیت حیاتی نهال و تغییر رنگ ۵۰ درصد از کل برگهای هر نهال را در پاییز، به عنوان پایان دوره فعالیت حیاتی نهال در نظر گرفته‌اند. زمان طی شده بین این دو مرحله را به عنوان دوره رویش (طول دوره فعالیت حیاتی) هر کلن محاسبه کرده‌اند (Frochlich و Grosscurth، ۱۹۷۳).

در کشور اروگوئه نیز تحقیقی در باره فنولوژی ارقام مختلف صنوبر انجام گردیده است که در این بررسی زمان باز شدن برگ، زمان گلدهی و رسیدن بذر یک کلن *P. deltoides* و شش کلن *P.x euramericana* مورد مطالعه قرار گرفته و طی مدت ۱۰ سال موفق‌ترین کلن از نظر رویش، کلن *P.i-63/51* معرفی شده است و طولانی‌ترین فصل رویش مربوط به کلن *P.i-63/51* و *P.i-64/51* و *P.i-74D* بوده است (Krall، ۱۹۷۱).

فنولوژی چند گونه جنگلی و دو گونه صنوبر طی یک دوره پنجساله از سال ۱۹۵۱ تا ۱۹۵۶ در ایالت مینه سوتای آمریکا مطالعه شده است که در اینجا نتایج فنولوژی دو گونه صنوبر مطالعه شده ارائه می‌گردد.

خزان برگها	تغییر رنگ برگ	ریزش گرده	باز شدن برگ	باز شدن گل	گونه صنوبر
۷/۱۲	۷/۴	۲/۹	۲/۷	۱/۲۵	<i>Populus tremuloides</i>
۷/۲۲	۷/۲۰	۲/۱۵	۲/۳۱	۲/۴	
۷/۱۲	۶/۲۹	۲/۱۵	۲/۲۹	۲/۳	<i>Populus grandidentata</i>
۷/۲۲	۷/۱۲	۲/۲۸	۳/۱۸	۲/۲۵	

دو تاریخ درج شده برای هر پدیده دامنه تغییرات آن پدیده را در طی ۵ سال مطالعه نشان می‌دهند (Archibold, ۱۹۹۵ به نقل از Ahlgen, ۱۹۵۷).

در تحقیق دیگری در کشور آلمان تاثیرات درجه حرارت، طول روز، خواب جوانه ها، ارتباط آب و فعالیت ریشه در تغییر رنگ و ریزش برگها در پاییز بر روی نهالهای یک ساله دو کلن *P.e. gelrica* و *P.e. I-214* مورد مطالعه قرار گرفته‌اند. نتایج تحقیق نشان داده‌اند که نخستین عامل مؤثر در ریزش برگها در فصل پاییز، کوتاه شدن طول روز می باشد و عوامل دیگری مانند درجه حرارت حداقل روزانه، میزان رطوبت خاک و آغاز دوره خواب جوانه‌ها در درجه دوم اهمیت قرار دارند (Vogl, ۱۹۶۶).

در کشور اسلواکی فنولوژی ۱۱ گونه و کلتیوار صنوبر مورد مطالعه قرار گرفته است و بر اساس زمان باز شدن و خزان برگها پیشنهاد شده است، که کلن‌هایی نظیر *P.e.x serotina* و *P.e.x gelrica* که برگهایشان دیر باز شده و زود خزان کرده‌اند در مناطق سردتر و با فصل رویش کوتاه‌تر مورد استفاده قرار گیرند و کلن‌هایی نظیر *P.e.x marilandica* و *P.e.x robusta* برای مناطق گرم تر با فصل رویش طولانی تر توصیه شده‌اند (Kohan, ۱۹۶۳).

مواد و روشها

مواد

موقعیت ایستگاه تحقیقات کرج

ایستگاه کرج به نام 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 ایستگاه از رسوبهای آبرفتی شنی -رسی با عمق متوسط ۶۰ سانتیمتر می باشد و به طور کلی خاک سبکی است و pH آن برابر ۷/۷ می باشد.

مشخصات کلکسیون پایه مادری صنوبر ایستگاه کرج

کلکسیون پایه مادری صنوبر ایستگاه کرج با تعداد ۵۸ رقم از انواع گونه ها کلتیوارها و کلن های مختلف از بخشهای پنجگانه صنوبر، به تعداد پنج اصله نهال از هر کلن و به فاصله ۵×۸ متر در اسفند ماه ۱۳۶۲ احداث گردید است. در سالهای بعد کلن های جدید دیگری از بخشهای مختلف به ارقام پیشین کلکسیون اضافه گردیده اند که در حال حاضر تعداد صنوبرهای موجود در کلکسیون کرج بالغ بر ۷۰ رقم می باشد، که از این تعداد ۳۰ رقم آن جهت انجام مطالعه حاضر انتخاب گردیدند.

- اسامی کامل و علمی ارقام مورد مطالعه در کلکسیون کرج طی سالهای ۱۳۷۶ و ۱۳۷۷
- ۱- *Populus x euramericana* (Dode) Guinier cv. I-488
 - ۲- *Populus x euramericana* (Dode) Guinier cv. costanzo
 - ۳- *Populus x euramericana* (Dode) Guinier cv. marilandica
 - ۴- *Populus x euramericana* (Dode) Guinier cv. arges grandis

- ۵- *Populus x euramericana* (Dode) Guinier cv. 154
 ۶- *Populus x euramericana* (Dode) Guinier cv. *gelrica*
 ۷- *Populus deltoids* Marsh. 69/55
 ۸- *Populus deltoids* Marsh. 73/51
 ۹- *Populus deltoids* Marsh. cv. *missouriensis*
 ۱۰- *Populus deltoids* Marsh. 72/51
 ۱۱- *Populus deltoids* Marsh. 77/51
 ۱۲- *Populus nigra* L. cv. 63/135
 ۱۳- *Populus nigra* L. var. *betulifolia* Torr. 17/13
 ۱۴- *Populus nigra* L. cv. 56/72
 ۱۵- *Populus nigra* L. cv. 42/53
 ۱۶- *Populus nigra* L. cv. 56/48
 ۱۷- *Populus alba* L. I-58/57
 ۱۸- *Populus alba* L. I-20/45
 ۱۹- *Populus alba* L. var. *nivea* Willd.
 ۲۰- *Populus alba* L. cv. 44/9
 ۲۱- *Populus alba* L. cv. 44/13
 ۲۲- *Populus caspica* Bornm. نر
 ۲۳- *Populus caspica* Bornm. ماده
 ۲۴- *Populus tremula* L. نر
 ۲۵- *Populus tremula* L. ماده
 ۲۶- *Populus ciliata* Wall. 319
 ۲۷- *Populus simonii* Carr. cv. 20/33
 ۲۸- *Populus trichocarpa* Torr. 044/67
 ۲۹- *Populus candicans* Ait. 041
 ۳۰- *Populus euphratica* Oliv.

برای سهولت کار اسامی ارقام مذکور در کلیه قسمت‌های متن به اختصار آمده‌اند.

روشها

روش ثبت زمان وقوع پدیده‌های فنولوژیکی ارقام صنوبر در کلکسیون پایه مادری در این بررسی کلیه اطلاعات فنولوژیکی از طریق مشاهده عینی پدیده‌های حیاتی در ارقام مختلف و ثبت تاریخ زمانهای مربوط، جمع‌آوری گردیده‌اند. به علت ارتفاع زیاد اکثر درختان و عدم دسترسی به اندامهای مورد مطالعه به ویژه گلها و بذرها در اکثر موارد برای مشاهده هر پدیده از دوربین چشمی استفاده گردید. برای ثبت ظهور پدیده‌های گل، برگ و رسیدن بذرها، از اول اسفند ماه ۱۳۷۶ تا پایان مرداد ماه ۱۳۷۷ کلیه درختان کلکسیون به‌طور منظم و هر یک روز در میان، و جهت ثبت پدیده خزان، از اول شهریور تا پایان آذرماه درختان کلکسیون به‌طور هفتگی بازدید شده و مورد بررسی قرار گرفتند.

روش ثبت درجه حرارت (دماهای حداکثر و حداقل)

درجه حرارت‌های حداکثر و حداقل، اختلاف بین آنها و دامنه تغییرات آنها از عوامل مهمی هستند که بر فعالیتهای حیاتی گیاهان تأثیر به‌سزائی دارند، و داشتن اطلاعاتی در موارد فوق می‌تواند در امر تعبیر و تفسیر دقیق‌تر پدیده‌های فنولوژیکی کمک مؤثرتری بنماید. به همین دلیل در داخل کلکسیون، یک دستگاه دماسنج حداکثر، حداقل (ماکزیمم، مینیمم) در ارتفاع دو متری و در جهت شمالی روی تنه یکی از درختان نصب، و هر ۲۴ ساعت یکبار دماهای حداکثر و حداقل آن ثبت گردید. با استفاده از این دماهای حداکثر و حداقل روزانه، متوسط دمای روزانه محاسبه گردید و سپس از اوایل اسفند تا پایان آذرماه از این دماها به‌طور هفتگی میانگین گرفته شد، و مقایسه ظهور پدیده‌های حیاتی یا میانگین‌های هفتگی انجام گردید.

نتایج

همان‌طور که ذکر گردید، هدف از مطالعه فنولوژی ارقام صنوبر کلکسیون کرج

در سالهای ۱۳۷۶ و ۱۳۷۷، مشاهده و ثبت زمان ظهور پدیده‌های حیاتی در کلن‌های مختلف و مقایسه تفاوت‌های آنها در دو سال متوالی در یک منطقه بوده است. در این ارتباط پس از انجام مشاهدات و ثبت وقایع فنولوژیکی و نیز اطلاعات درجه حرارت (دماهای حداکثر و حداقل)، نتایج بدست آمده و نکات مهم حاصل از این مطالعات برای دوره مورد بررسی به شرح زیر ارائه می‌گردد:

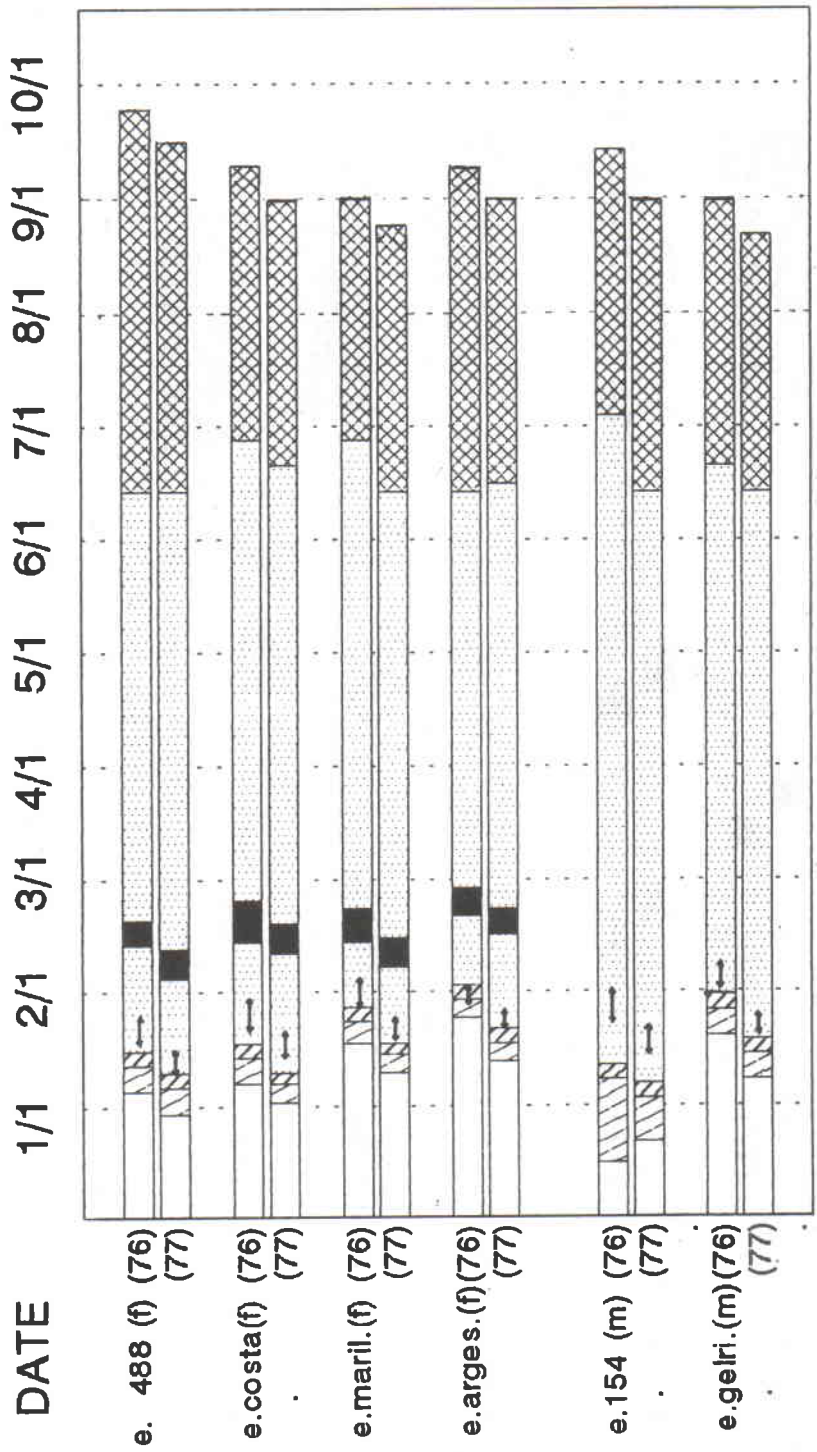
اطلاعات فنولوژیکی مربوط به هر کلن ابتدا به صورت ذکر تاریخ مشاهده هر پدیده ثبت گردید و بعد به منظور سهولت دریافت اطلاعات مورد نظر، زمان وقوع و طول دوره پدیده‌های حیاتی مربوط به هر کلن به طور جداگانه و به صورت تصویری نمایش داده شده است. (نمودارهای ۱ الی ۵) و اطلاعات درجه حرارت به صورت میانگین هفتگی، دماهای حداکثر (بیشینه)، حداقل (کمینه) و متوسط برای سالهای ۱۳۷۶ و ۱۳۷۷ به شکل تصویری نشان داده شده است (نمودارهای ۶ و ۷). با استفاده از این نمودارها می‌توان شرایط حرارتی زمان وقوع هر یک از پدیده‌های حیاتی را در کلن‌های مختلف مطالعه نمود.

با توجه به مجموعه اطلاعات فنولوژیکی حاصل از دو سال مطالعه کلن‌های مختلف مشاهده می‌گردد که فعالیت حیاتی صنوبرها در آغاز فصل رویش سال ۱۳۷۶ زودتر از سال ۱۳۷۷ شروع گردیده است، به طوری که در نیمه اول اسفندماه، گلها در تعدادی از کلن‌ها (۵ کلن) ظاهر شده‌اند و علت این امر بالاتر بودن دمای هوا (حداکثر، متوسط و حداقل) در آغاز فصل رویش سال ۱۳۷۶ نسبت به زمان مشابه در سال ۱۳۷۷ بوده است، ولی از اواسط اسفندماه به بعد وضعیت دمای هوا تغییر نموده و با پایین آمدن دما و تداوم آن تا اواخر اردیبهشت ماه (نمودارهای ۶ و ۷)، شروع فعالیت حیاتی در سایر کلن‌ها در این سال (۱۳۷۶) با یک هفته تأخیر نسبت به سال ۱۳۷۷ آغاز گردیده است و یا به عبارت دیگر آغاز فعالیت حیاتی در کلن‌های مورد مطالعه (به استثنای ۵ کلن) در سال ۱۳۷۷ یک هفته زودتر از سال ۱۳۷۶ شروع گردیده است، که این تقدم در شروع

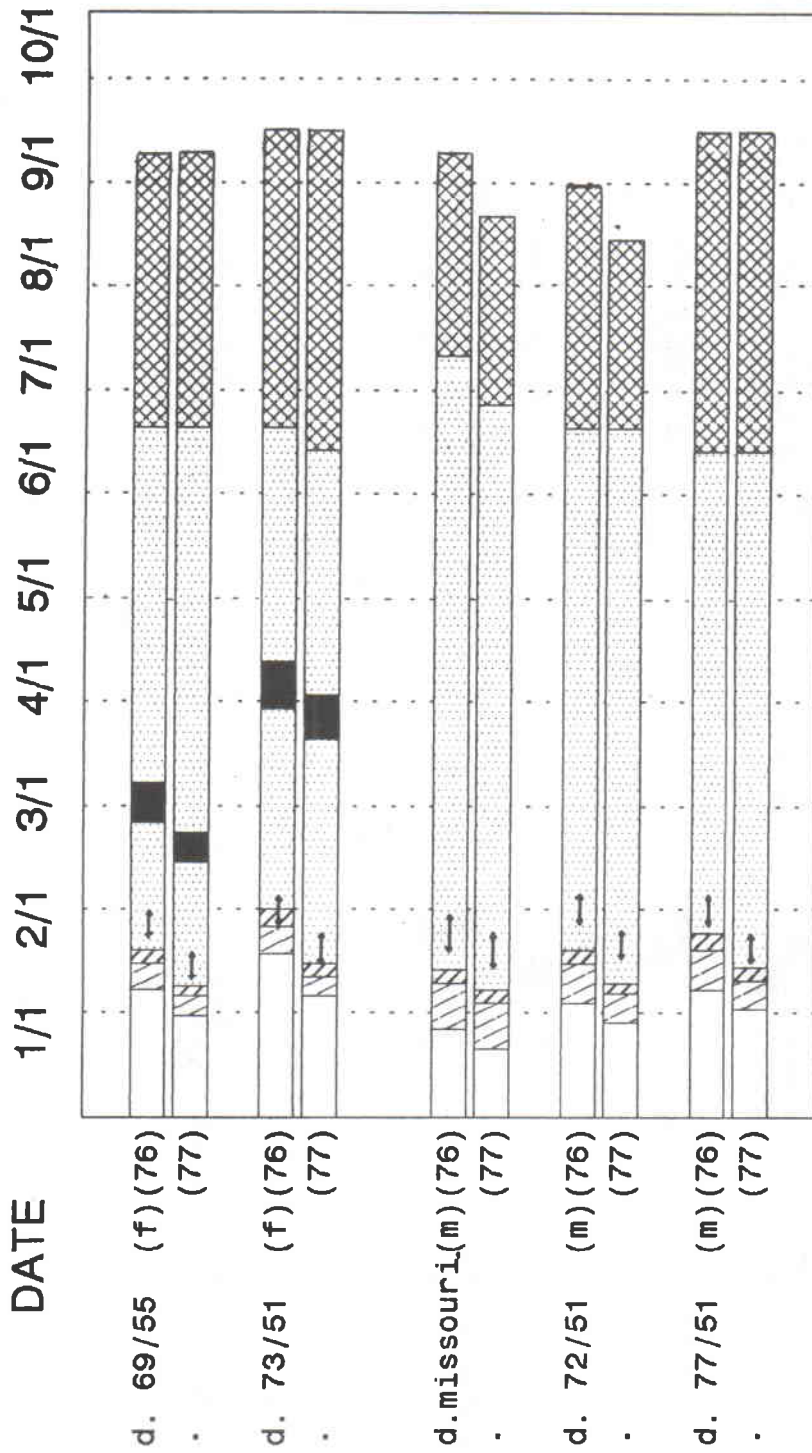
فعالیت حیاتی در مورد پدیده‌های گل، برگ و رسیدن بذر و پراکنش آن وجود داشته است.

شروع گلدهی تا حداکثر گلدهی	
حداکثر گلدهی تا خاتمه گلدهی	
دوره بذردهی	
دوره رشد گیاهی بدون رخداد پدیده خاص	
دوره خزان	
فاصله زمانی اول اسفند تا ظهور پدیده	
زمان ظهور تا کامل شدن برگ	
نر	m(male)
ماده	f(female)
وضعیت در سال ۱۳۷۶	76
وضعیت در سال ۱۳۷۷	77

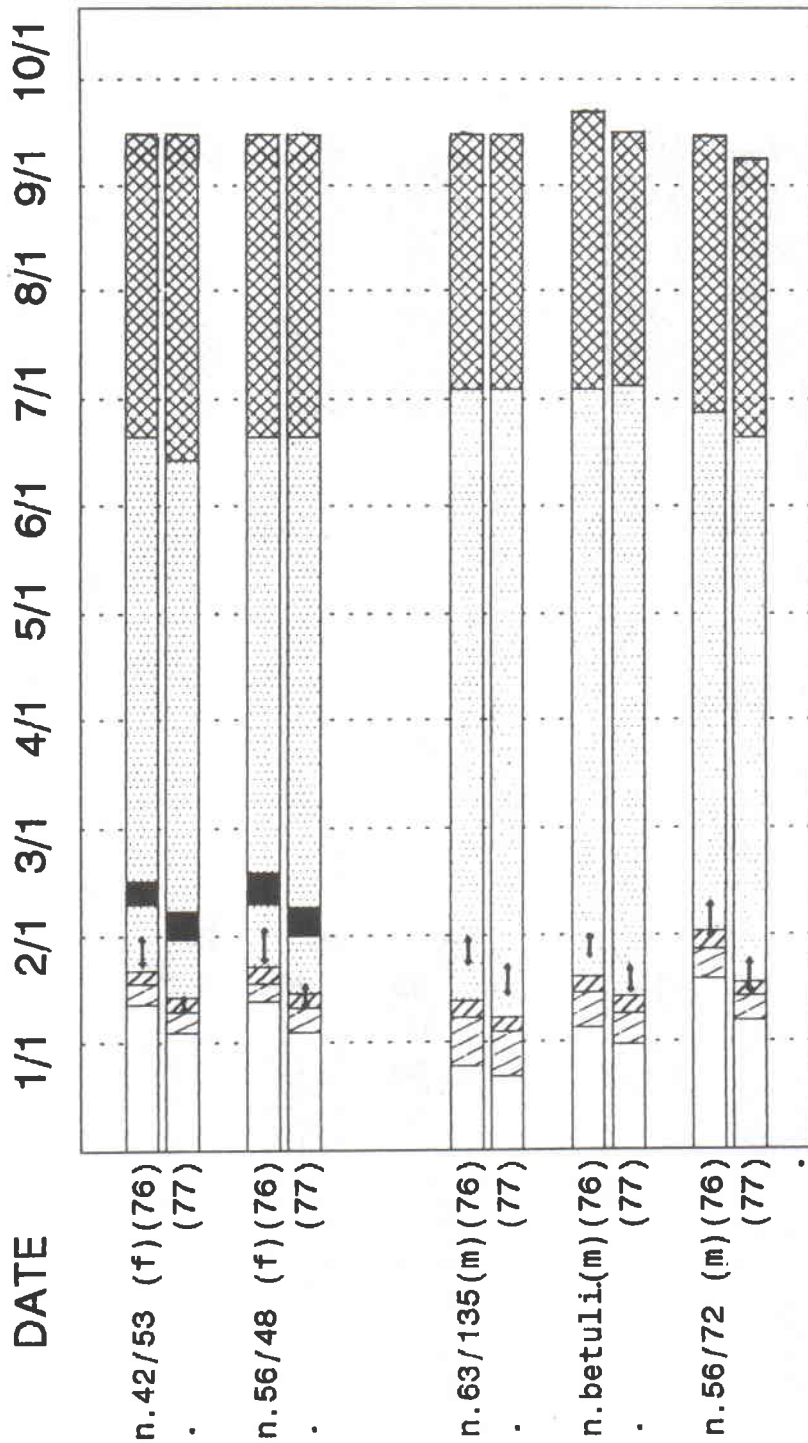
راهنمای نمایش تصویری پدیده‌های مختلف فنولوژیکی در ارقام مختلف صنوبر



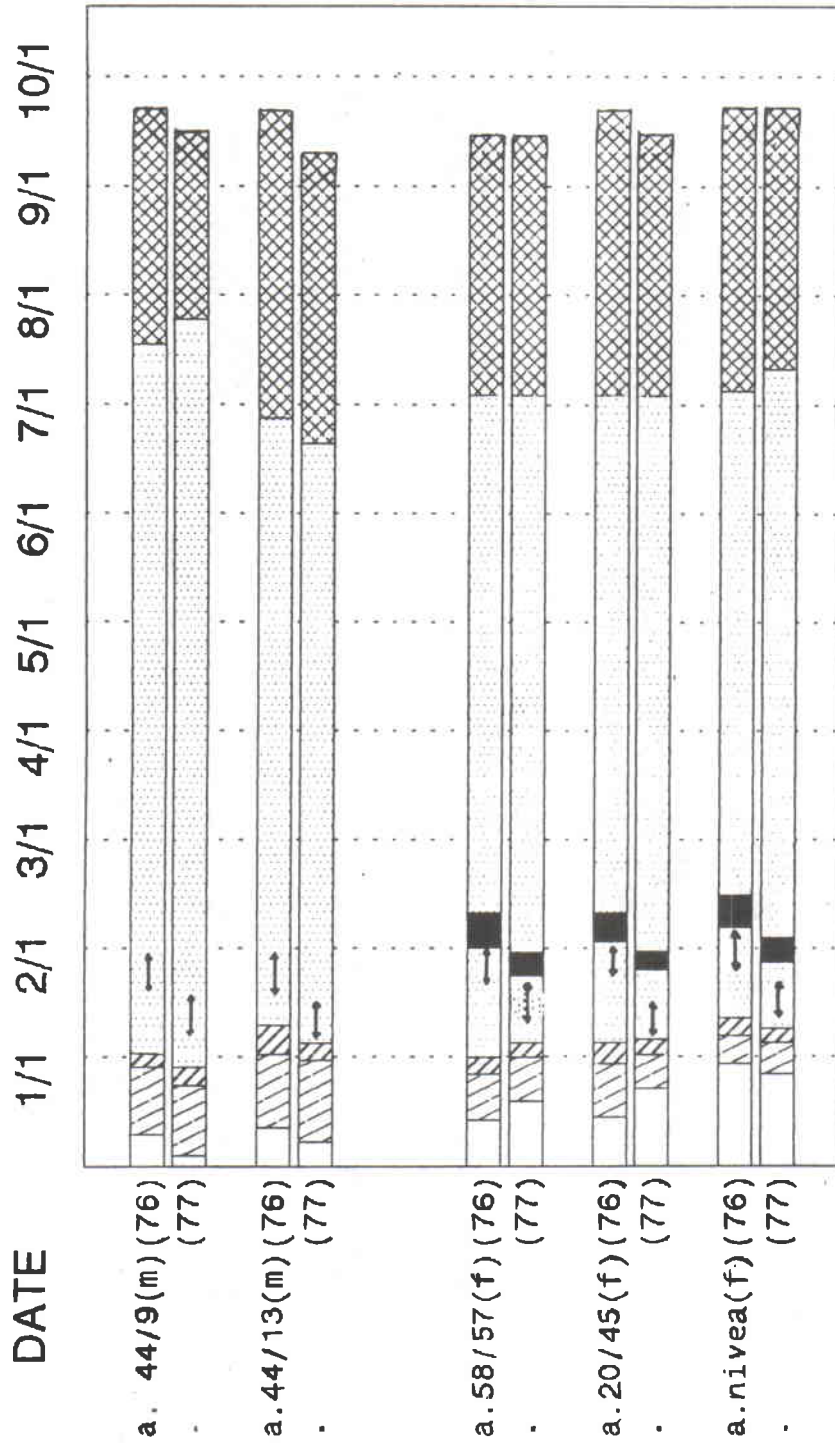
نمودار شماره ۱ - نمایش فنولوژی کلن‌های مختلف *P. euramericana* در کلکسیون کرج در سالهای ۱۳۷۶ و ۱۳۷۷



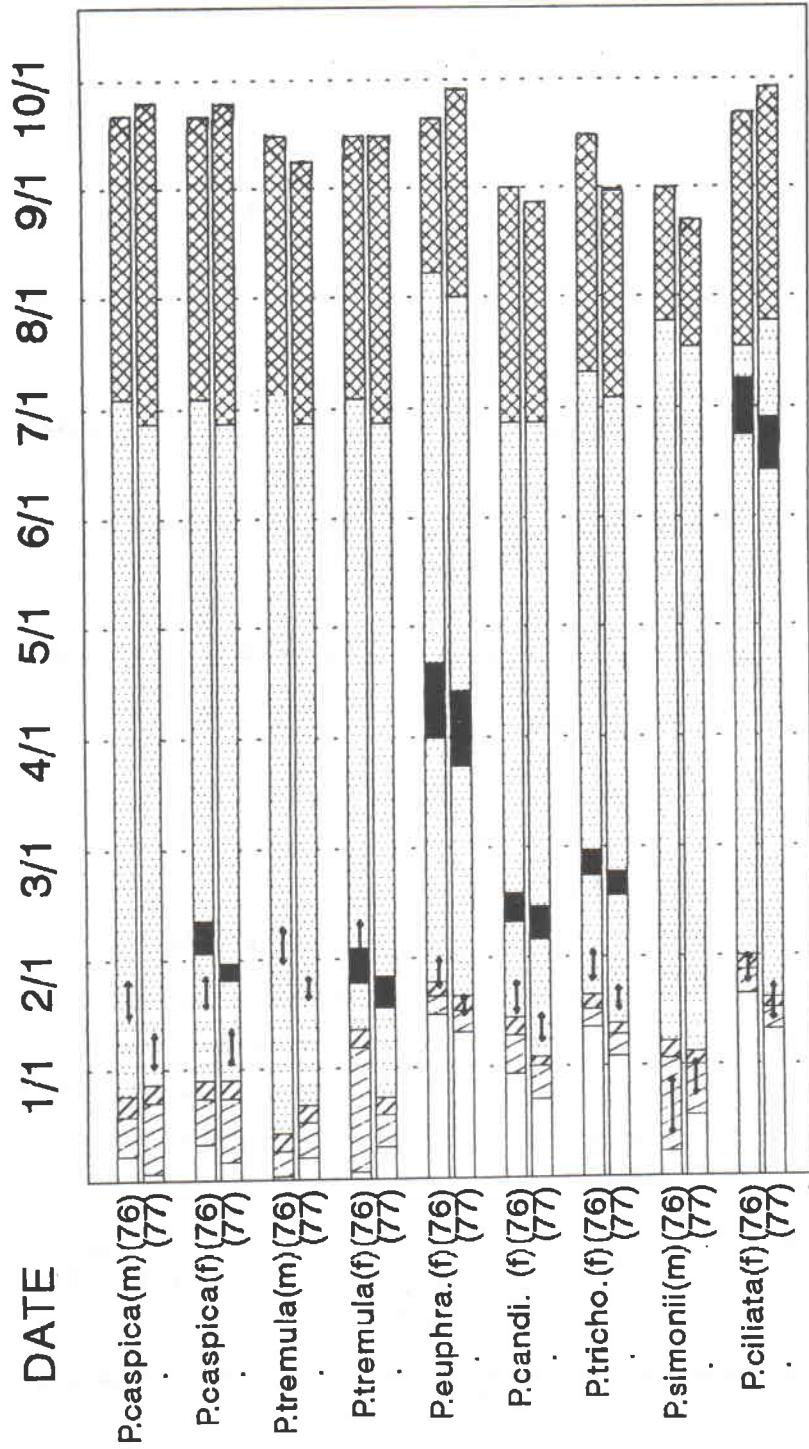
نمودار شماره ۲ - نمایش فنولوژی کلن های مختلف *P. deltooides* در سالهای ۱۳۷۶ و ۱۳۷۷



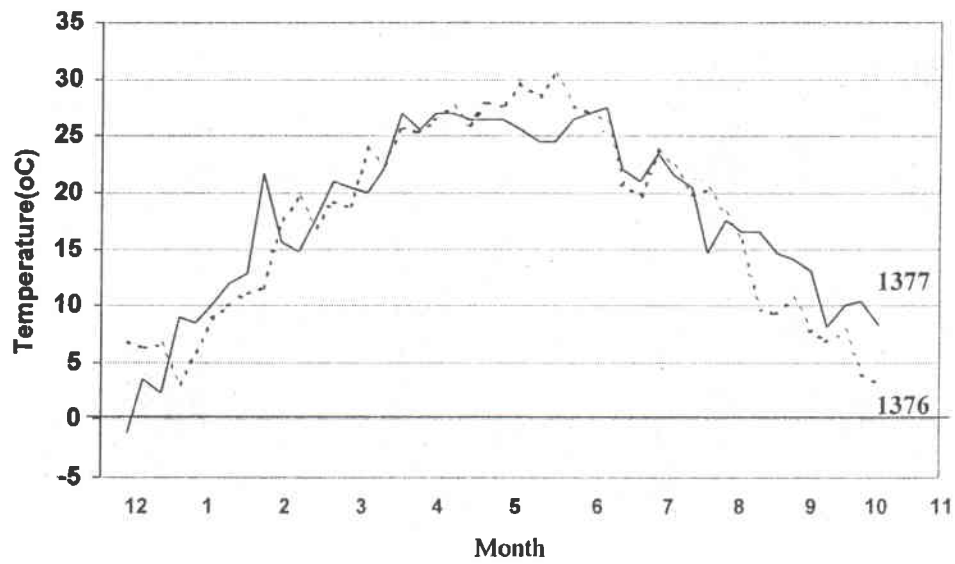
نمودار شماره ۳- نمایش فنولوژی کلن‌های مختلف *P. nigra* در کلکسیون کرج در سالهای ۱۳۷۶ و ۱۳۷۷



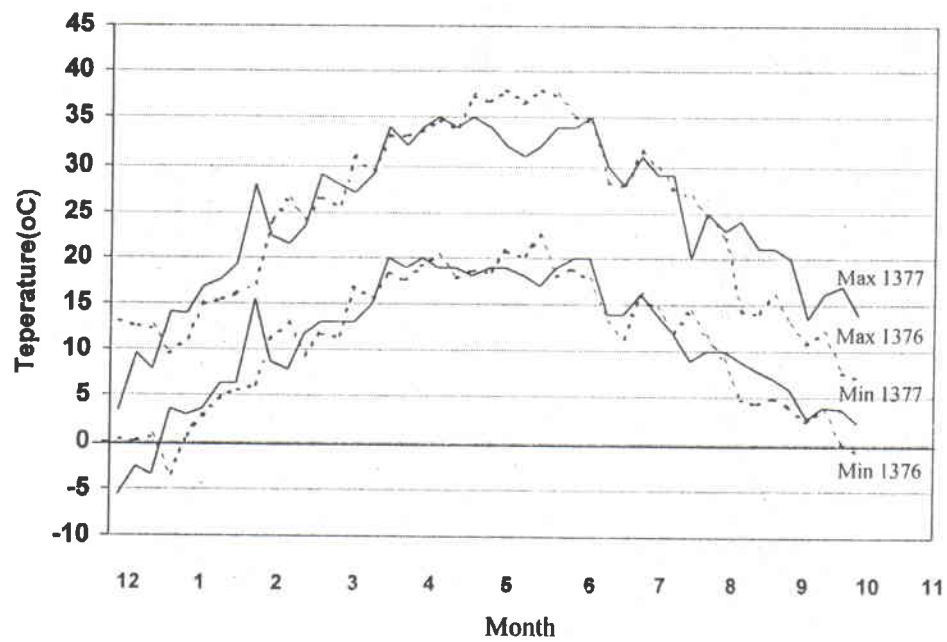
نمودار شماره ۴ - نمایش فنولوژی کلن های مختلف *P. alba* در کلکسیون کرج در سالهای ۱۳۷۶ و ۱۳۷۷



نمودار شماره ۵- نمایش فنولوژی ارقام مختلف صنوبر در کلکسیون کرج در سالهای ۱۳۷۶ و ۱۳۷۷



نمودار شماره ۶- متوسط درجه حرارت ایستگاه کرج در فصل رویش سالهای ۱۳۷۷ و ۱۳۷۶



نمودار شماره ۷- دماهای کمینه و بیشینه ایستگاه کرج در فصل رویش سالهای ۱۳۷۷ و ۱۳۷۶

با استفاده از اطلاعات فنولوژیکی بدست آمده از صنوبرهای مورد مطالعه طی این دو سال، ابتدا اختلاف زمانی در ظهور پدیده‌ها را در اکثر کلن‌های مورد مطالعه مشخص نموده، و بعد به ذکر نکات مهم حاصل از این اطلاعات در مورد پدیده‌های گل، برگ، رسیدن بذر و پراکنش آن و نیز خزان برگها می‌پردازیم.

ظهور گل

در ابتدای فصل رویش سال ۱۳۷۶ به علت بالاتر بودن درجه حرارت هوا نسبت به زمان مشابه در سال ۱۳۷۷ (نمودارهای ۶ و ۷)، گلدهی در کلن‌های *P.a.20/45*، *P.e.154*، *P.a.58/57* و *P.simonii* و *P.tremula* زودتر انجام شده است، ولی با سردتر شدن هوا از اواسط اسفندماه و تداوم آن تا اواخر اردیبهشت ماه، ظهور گلها در سایر کلن‌های مورد مطالعه در سال ۱۳۷۶ نسبت به سال ۱۳۷۷ به طور متوسط با ۷ روز تأخیر آغاز گردیده است.

ظهور گلها در اکثر ارقام دورگ *P.x euramericana* طی این دو سال در فروردین ماه بوده است (نمودار ۱). اختلاف زمانی ظهور گل بین این ارقام در سال ۱۳۷۶ در دو کلن *P.e.154* و *P.e.arges grandis*، ۴۱ روز بوده، و در سال ۱۳۷۷ این فاصله زمانی بین همین دو کلن به ۲۴ روز کاهش یافته است.

کلن‌های *P.deltoides* نیز در سال ۱۳۷۶ و ۱۳۷۷ از اواخر اسفندماه تا اوایل فروردین با یک تأخیر ۸ روزه در سال ۱۳۷۶ نسبت به سال ۱۳۷۷ گل داده‌اند (نمودار ۲). اختلاف زمانی ظهور گل در بین این ارقام در سال ۱۳۷۶، بین دو کلن *P.d.missouriensis* و *P.d.73/51* ۲۵ روز بوده و در سال ۱۳۷۷، بین همین دو کلن به ۱۷ روز کاهش یافته است.

گلها در اکثر کلن‌های *P.nigra* طی این دو سال، در نیمه اول فروردین ماه با تأخیر زمانی یک هفته، در سال ۱۳۷۶ نسبت به سال ۱۳۷۷ ظاهر شده‌اند (نمودار ۳). اختلاف

زمانی در ظهور گل در این کلن‌ها، از ۲۶ روز در سال ۱۳۷۶ تا ۱۷ روز در سال ۱۳۷۷، بین دو کلن *P.n.63/135* و *P.n.56/72* متغیر بوده است.

فاصله زمانی ظهور گل در اولین (*P.tremula*) و آخرین رقم (*P.e.arges grandis*) مورد مطالعه در سال ۱۳۷۶ ۵۶ روز، و در سال ۱۳۷۷ بین همین دو کلن ۳۸ روز بوده است. به طور کلی طول دوره گلدهی (فاصله بین ظهور تا خاتمه گلدهی) و فاصله زمانی ظهور گل‌ها در ارقام مختلف در سال ۱۳۷۶ به دلیل پایین‌تر بودن دمای هوا در این مقطع زمانی نسبت به زمان مشابه در سال ۱۳۷۷، طولانی‌تر بوده است.

ظهور برگ

دیگر پدیده حیاتی در صنوبرها ظهور برگها می‌باشد، که معمولاً چند روز بعد از خاتمه مرحله گلدهی (در درختان بالغ^(۱)) شروع می‌گردد، و در اکثر کلن‌های مورد مطالعه در کلکسیون کرج طی این دو سال، برگها بلافاصله و یا چند روز بعد از اتمام گلدهی ظاهر شده‌اند.

ظهور برگها در اکثر کلن‌های مورد بررسی در سالهای ۱۳۷۶ و ۱۳۷۷ در فروردین ماه صورت گرفته است، (نمودارهای ۱ تا ۵) ولی در ارقام *P.tremula* و *P.n.56/72* و *P.e.gelrica* برگها دیرتر از همه صنوبرها، و در اوایل اردیبهشت‌ماه (فقط در سال ۱۳۷۶) ظاهر شده‌اند.

فاصله زمانی ظهور برگ در سال ۱۳۷۶ بین دو کلن *P.e.arges grandis* و *P.simonii* (اولین و آخرین کلن‌هایی که برگ آنها باز شده است) ۴۸ روز بوده و در سال ۱۳۷۷ بین همین دو کلن به ۳۰ روز کاهش یافته است. فاصله زمانی ظهور برگ تا کامل شدن آن و نیز فاصله زمانی ظهور برگ در کلن‌های مختلف در سال ۱۳۷۷ به علت بالاتر بودن دمای هوا، کوتاه‌تر از سال ۱۳۷۶ بوده است.

۱- گلدهی در کلن‌های مختلف صنوبر در سنین ۳ تا ۷ سالگی آغاز می‌گردد.

رسیدن و پراکنش بذر

مدتی بعد از اتمام گلدهی و تشکیل میوه در کلن‌های ماده بذر آنها رسیده و پراکنده می‌گردد. این مدت در کلن‌های مورد بررسی از چند هفته تا چند ماه متغیر بوده است. به طور کلی بذردهی در اکثر صنوبرهای ماده مورد بررسی در کلکسیون کرج طی این دو سال در اردیبهشت ماه صورت گرفته است، اما بذردهی در گونه *P.tremula* زودتر از همه ارقام و در نیمه دوم فروردین ماه انجام گردیده است. نکته قابل توجه در مورد این گونه، رسیدن و پراکنش بذر قبل از ظهور برگ آن است که این مورد بر خلاف روال معمول (ظهور برگ و بعد رسیدن بذر) در ارقام مختلف صنوبر می‌باشد.

بذردهی در کلن *P.d.73/51* در اواخر خرداد و در گونه *P.euphratica* در اواخر خرداد تا اوایل تیرماه انجام شده است، و آخرین کلنی که در میان ارقام کلکسیون کرج بذر داده است *P.ciliata* می‌باشد، که رسیدن و پراکنش بذر آن در هر دو سال در اواخر شهریورماه صورت گرفته است (نمودار ۵).

فاصله زمانی رسیدن بذر در اولین (*P.tremula*) و آخرین (*P.ciliata*) رقم در این دو سال حدود پنج ماه بوده است. طول دوره بذردهی در این دو سال در کلن‌های مورد بررسی ۶ تا ۲۱ روز می‌باشد و به طور متوسط در سال ۱۳۷۶ رسیدن بذر و پراکنش آن، با یک هفته تأخیر نسبت به سال ۱۳۷۷ در ارقام مختلف انجام شده است.

خزان

به طور کلی پدیده خزان تحت تأثیر فتوپریود و دماهای حداقل بوده و با کوتاه شدن طول روز و کاهش دما از اواسط شهریور تا اوایل مهرماه، تغییر رنگ و ریزش برگها در ارقام مختلف صنوبر آغاز می‌گردد. در اکثر ارقام بررسی شده در سالهای ۱۳۷۶ و ۱۳۷۷، تفاوت زمانی چندانی در شروع پدیده خزان وجود نداشته و فقط در تعداد کمی از کلن‌ها در سال ۱۳۷۶، ریزش برگها با حدود یک هفته تأخیر نسبت به سال بعد آغاز

گردیده است.

طی این دو سال، پدیده خزان با ریزش برگها در کلن های *P.x euramericana* از اواسط شهریور ماه آغاز گردیده و پس از آن ارقام *P.deltoides* به طور متوسط با یک هفته تاخیر شروع به خزان نموده اند (نمودارهای ۱ و ۲) و خزان ارقام *P.simonii* و *P.euphratica* و *P.ciliata* دیرتر از سایر صنوبرها و از نیمه دوم مهر ماه تا اوایل آبان ماه آغاز شده است.

خزان کامل با ریزش کلیه برگها در صنوبرهای دورگ *P.x euramericana*، از اواخر آبان ماه تا اواسط آذرماه با اختلاف یک هفته تأخیر در سال ۱۳۷۶ نسبت به سال ۱۳۷۷ انجام شده است (نمودار ۱). و چهار رقم *P.a.nivea*، *P.caspica*، *P.euphratica* و *P.ciliata* جزء آخرین صنوبرهایی هستند که در کلکسیون کرج در اواخر آذرماه به خزان کامل رسیده اند (نمودار ۵).

فاصله زمانی بین آغاز خزان کلن ها در کلکسیون کرج طی این دو سال ۱/۵ ماه، از اواسط شهریور تا اوایل آبان ماه و اختلاف زمانی آغاز و پایان خزان ۳/۵ ماه، از اواسط شهریور تا اواخر آذرماه بوده است، و فاصله زمانی خزان کامل در ارقام مورد بررسی ۱/۵ ماه، از اواخر آبان ماه تا پایان آذرماه می باشد.

بر اساس بررسیهای انجام شده در این دو سال، مشخص گردید که فعالیتهای حیاتی بین کلیه ارقام مورد مطالعه در کرج در سال ۱۳۷۶، از تاریخ ۷۵/۱۱/۳۰ (در پایه نر *P.tremula*) تا ۱۳۷۶/۱/۲۶ (در کلن *P.e.arges grandis*) و در سال ۱۳۷۷ از تاریخ ۱۳۷۶/۱۲/۲ (در پایه نر *P.caspica*) تا ۱۳۷۷/۱/۱۴ (در کلن *P.e.arges grandis*) آغاز شده و در طول فصل رویش این فعالیتهای ادامه یافته و تکمیل گردیده اند، و سرانجام در دوره زمانی بین ۱۳۷۶/۹/۱ (در کلن های *P.e.gelrica* و *P.d.72/51*) تا ۱۳۷۶/۹/۲۲ (در ارقام *P.caspica* و *P.ciliata*) برای سال ۱۳۷۶ و بین ۱۳۷۷/۸/۱۷ (در کلن *P.d.72/51*) تا ۱۳۷۷/۹/۲۹ (در کلن *P.ciliata*) در سال ۱۳۷۷، ارقام مختلف خزان

کامل نموده و فعالیتهای حیاتی آنها نیز خاتمه یافته است.

گروه بندی کلن های مورد مطالعه بر اساس طول دوره فعالیت حیاتی

بر اساس مجموعه اطلاعات بدست آمده از صنوبرهای مطالعه شده در کلکسیون ایستگاه تحقیقات کرج در سالهای ۱۳۷۶ و ۱۳۷۷، می توان ارقام مختلف را از نظر طول دوره فعالیت حیاتی (فاصله زمانی بین ظهور گل تا پایان خزان) در چهار گروه دسته بندی نمود:

۱- ارقامی که فعالیت حیاتی آنها زود شروع می شود و دیر خزان می کنند (طول دوره فعالیت حیاتی بیش از ۲۶۰ روز):

	طول دوره (روز)		طول دوره (روز)
<i>P.caspica</i>	۲۸۶	<i>P.a.44/13</i>	۲۸۲
<i>P.a.58/57</i>	۲۷۱	<i>P.n.63/135</i>	۲۶۳
<i>P.a.20/45</i>	۲۷۲	<i>P.n.betulifolia</i>	۲۶۲
<i>P.a.44/9</i>	۲۸۲	<i>P.tremula</i>	۲۸۵
<i>P.a.nivea</i>	۲۷۰	<i>P.e.488.</i>	۲۶۲

۲- کلن‌هایی که فعالیت حیاتی آنها زود شروع می‌شود و زود نیز خزان می‌کنند (طول دوره فعالیت حیاتی کمتر از ۲۶۰ روز):

	طول دوره (روز)		طول دوره (روز)
<i>P.candicans</i>	۲۴۱	<i>P.d.72/51</i>	۲۵۸
<i>P.e.154</i>	۲۵۶	<i>P.d.missouriensis</i>	۲۴۶
<i>P.e.costanzo</i>	۲۳۷	<i>P.simonii</i>	۲۶۰

۳- ارقامی که فعالیت آنها دیر شروع می‌شود و دیر خزان می‌کنند (طول دوره فعالیت حیاتی متفاوت):

	طول دوره (روز)		طول دوره (روز)
<i>P.d.77/51</i>	۲۵۱	<i>P.euphratica</i>	۲۵۷
<i>P.d.69/55</i>	۲۴۸	<i>P.ciliata</i>	۲۵۵
<i>P.d.73/51</i>	۲۴۷	<i>P.n.56/48</i>	۲۵۲
<i>P.n.42/53</i>	۲۵۲	<i>P.n.56/72</i>	۲۴۴

۴- کلن‌هایی که فعالیت آنها دیر شروع شده و زود خزان می‌کنند (طول دوره فعالیت حیاتی کمتر از ۲۴۰ روز):

	طول دوره (روز)
<i>P.e.arges grandis</i>	۲۳۴
<i>P.e.marilandica</i>	۲۲۱
<i>P.e.gelrica</i>	۲۲۹

بحث و نتیجه‌گیری

کسب اطلاعات فنولوژیکی و مشاهده زمان ظهور پدیده‌های حیاتی در کلن‌های مختلف صنوبر در دو سال متوالی در یک منطقه، از اهداف عمده این مطالعه بوده است. ارقام مختلف صنوبر نیز همانند سایر درختان مناطق معتدله خزان‌کننده، مراحل فنولوژیک یا دوره‌های زیستی سالانه را در ارتباط مستقیم با تغییرات دما طی می‌کنند،

که در آن ماههای اسفند، فروردین و اردیبهشت زمان بحران فنولوژیک برای ارقام مختلف صنوبر محسوب می‌گردد. آغاز رویش، باز شدن گلها، عمل لقاح و ایجاد جنین و در نهایت تشکیل بذر برای اکثر ارقام صنوبر در این ماهها صورت می‌گیرد. بنابراین آنچه که برای شروع پدیده‌های حیاتی در ارقام صنوبر عامل تعیین کننده است، درجه حرارت می‌باشد (جوانشیر و همکاران، ۱۳۷۶). در شروع فصل رویش سال ۱۳۷۶ (اوایل اسفند ۱۳۷۵) ابتدا هوا گرم شده و در تعدادی از کلن‌ها پدیده گلدھی آغاز گشته، و در اواسط اسفندماه دوباره با سرد شدن هوا و تداوم آن تا خردادماه این روند کند شده است، و این عامل طولانی شدن دوره پدیده گلدھی در برخی از کلن‌ها در آن سال گردیده است. به طوری که در کلن‌های *P.e.154* و *P.a.20/45* طول دوره پدیده گلدھی در سال ۱۳۷۶ به ترتیب ۲۷ و ۲۱ روز بوده و در سال ۱۳۷۷ به ۱۶ و ۱۴ روز کاهش یافته است. ولی به طور کلی آغاز فصل رویش و ظهور پدیده‌های حیاتی در اکثر کلن‌های مورد بررسی در سال ۱۳۷۶، به طور متوسط با یک هفته تأخیر نسبت به سال ۱۳۷۷ انجام گرفته است.

به طور کلی گرم شدن ناگهانی و سریع هوا پس از یک زمستان سرد و طولانی، باعث ظهور سریع پدیده‌های حیاتی با طول دوره کوتاه برای هر پدیده می‌شود (زمستان ۱۳۷۶ و بهار سال ۱۳۷۷) و برعکس گرم شدن تدریجی هوا و تداوم اعتدال آن باعث تأخیر در ظهور پدیده‌ها و طولانی شدن طول دوره هر پدیده می‌گردد. در ضمن نوسانهای درجه حرارت در آغاز فصل رویش عامل ایجاد بی‌نظمی در ظهور پدیده‌ها می‌شود (زمستان ۱۳۷۵ و بهار ۱۳۷۶).

اگرچه ظهور پدیده‌های حیاتی گل، برگ و رسیدن بذر در ارتباط مستقیم با درجه حرارت (به نحو عمده دماهای متوسط و حداکثر) عمل می‌کنند، ولی آغاز مرحله خزان برگها در اوایل پاییز به نحو عمده، تحت تأثیر فتوپریود بوده و به منظور مقابله با کاهش دمای حداقل می‌باشد. بنابراین دمای حداکثر در این امر نقش چندانی ایفاء نمی‌نماید (Archibold, O.W., ۱۹۹۵).

در اختیار داشتن اطلاعات کافی از طول دوره رویش و زمان آغاز و پایان آن می‌تواند ما را در انتخاب و گزینش کلن‌ها و گونه‌های صنوبر برای شرایط اقلیمی متنوع کشور راهنمایی و مساعدت نماید. به عنوان مثال کلن‌هایی مانند *P.e. arges grandis*، *P.e. gelrica*، *P.e. marilandica*، *P.d. 72/51*، *P.d. missouriensis* و *P.c. candicans* که از طول دوره رویش کوتاه تری برخوردارند، برای مناطق سردسیر کشور که طول دوره رویش گیاهان در آن کوتاه است، مناسب می‌باشند. کلن‌های دیگری همچون *P.d. 69/55*، *P.d. 77/51*، *P.d. 73/51*، *P.e. 488*، *P.e. 154*، *P.euphratica*، *P.a. 58/57*، *P.a. 44/13*، *P.n. 63/135*، *P.n. betulifolia*، *P.n. 56/48*، *P.ciliata* و *P.caspica* که دارای دوره رویش طولانی‌تری هستند، برای مناطق گرم‌تر کشورمان مناسب هستند که در این‌گونه مناطق شرایط اقلیمی مناسبی در طول دوره نسبتاً طولانی برای رویش گیاهان فراهم است، که کلن‌های صنوبر می‌توانند با استفاده بهینه از توانهای بالقوه و امکانات این رویشگاهها بیشترین میزان رویش را در طول یک سال کسب کنند. این امر به خصوص جهت پیشگیری از لطمات سرماهای دیررس بهاره و زودرس پاییزه، اهمیت بیشتری خواهد داشت. در این باره میتوان به ذکر دو مورد خسارت ناشی از سرمای زودرس پاییزه اشاره نمود در ایستگاه تحقیقات کهنه کن شهرستان بجنورد طی سه سال متوالی (سالهای ۱۳۷۲ تا ۱۳۷۴) نهالهای کلن *P.ciliata* در سنین مختلف (نهالهای $\frac{1}{4}$ ، $\frac{1}{3}$ و $\frac{2}{3}$ ساله) در خزانه، بر اثر سرمای زودرس دچار یخ زدگی شدید گردیدند، به طوری که ساقه کلیه نهالها کاملاً خشک شدند و نیز در پاییز سال ۱۳۷۹ در ایستگاه تحقیقات صنوبر مرکز زنجان تعدادی از کلن‌های صنوبر *P.deltoides* دچار سرمازدگی شدند و ساقه کلیه نهالهای موجود در خزانه تا ۷۰ درصد آسیب دیدند، و دلیل این امر بیدار و فعال بودن این ارقام تا اواخر پاییز بوده است.

برعکس چنانچه ارقام صنوبر بادوره رویش کوتاه (ارقامی که دیر باز می‌شوند و زود خزان می‌کنند) را در مناطق با آب و هوای معتدل و گرم‌تر بکاریم، اگرچه مشکل خسارت

ناشی از سرماهای دیررس و زودرس را نخواهیم داشت، ولی صنوبر کار باکاشت این ارقام، منابع آب، زمین و نیروی انسانی را به هدر داده و از سرمایه گذاری خود استفاده صحیح و اقتصادی ننموده است. بنابراین در نظر گرفتن زمان آغاز و پایان فعالیت حیاتی ارقام مختلف صنوبر در گزینش آنها برای کاشت در مناطق مختلف آب و هوایی کشورمان از اهمیت به سزایی برخوردار است.

وجود فواصل زمانی حداقل ۱/۵ ماه بین ظهور پدیده گلدهی، یک ماه بین ظهور پدیده برگ، ۵ ماه بین زمان رسیدن بذر، ۱/۵ ماه بین شروع خزان و ۱/۵ ماه میان پایان خزان در میان کلن‌های بررسی شده در کلکسیون کرج، بیانگر وجود تنوع ژنتیکی وسیع در بین ارقام مختلف صنوبر می‌باشد که این مجموعه بستر بسیار مناسبی را برای انجام تحقیقات زیربنایی و کاربردی در زمینه اصلاح، دورگ‌گیری، بررسی‌های اکولوژیکی، مطالعات سازگاری و بررسی تنوع ژنتیکی، برای محققان صنوبر و علاقه‌مندان علم اکولوژی فراهم می‌نماید.

به طور خلاصه باید گفت که در نتیجه این بررسی مشخص گردید که فعالیت حیاتی در کلیه ارقام مورد مطالعه از اوایل اسفندماه تا اواخر فروردین ماه آغاز می‌شود. در طول فصل رویش این فعالیتها ادامه یافته و تکمیل می‌گردد و سرانجام از اواسط آبان ماه تا پایان آذرماه ضمن خزان و ریزش برگها، فعالیت‌های حیاتی کلیه کلن‌ها خاتمه یافته و دوره استراحت زمستانی آنها آغاز می‌گردد.

تشکر و قدردانی

از آقایان مهندس رضا باقری، مهندس محسن کلاگری، مهندس فرهاد اسدی، مهندس غلامرضا میرحسینی، مهندس احمد همتی و آقای محسن صادقیان که در تمامی مراحل این تحقیق نهایت همکاری را مبذول داشته‌اند صمیمانه تشکر و سپاسگزاری می‌نمایم.

منابع

- ۱- جلیلی، عادل. علیرضا مدیررحمتی و عبدالرحمن حسین زاده. ۱۳۷۴. نگرشی کلی بر تحقیقات صنوبر در ایران، گزارش فعالیت‌های بخش‌های تحقیقاتی مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع، ۳۲ صفحه.
- ۲- جوانشیر، کریم، رامین رحمانی، انوشیروان شیروانی و فرشاد یزدیان. ۱۳۷۶. بررسی فنولوژی درختان جنگلی و الگوی تغییرات دما در جنگلهای خیرودکنار خزر. مجله منابع طبیعی، نشریه دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران، ص: ۲۹-۴۲.
- ۳- خاتم‌ساز، محبوبه. ۱۳۶۳. فنولوژی درختان و درختچه‌های آربوراتم نوشهر، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع، سازمان تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی، نشریه شماره ۳۲. ۴۵ صفحه.
- ۴- رحمانی، رامین. ۱۳۷۱. بررسی فنولوژی درختان جنگلی در منطقه خیرودکنار، پایان‌نامه دوره کارشناسی ارشد جنگلداری دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران، ۱۵۵ صفحه.
- ۵- طباطبایی، محمد. ۱۳۶۴. چوب صنوبرها و امکانات کاربرد آن در صنایع، مجموعه مقالات ارائه شده در سمینار اهمیت صنوبر، انتشارات مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع. نشریه شماره ۴۵، صفحه ۱۳۳.
- ۶- لطیفی، میر فتح‌اله. ۱۳۶۱. تحقیق در تجدید حیات جنگلهای بحر خزر (ترجمه گزارش نهایی P.F. Burgess). مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع، نشریه شماره ۳۱، ۶۸ صفحه.
- 7- Archibold, O. W. 1995. Ecology of world vegetation. Published by Department of Geography University of Saskatchewan, Saskatoon, Canada, P. 510.
- 8- Froehlich, H.J. und W. Grosscurth. 1973. Züchtung, Anbau und

Leistung der Pappeln. Sauerlanders Verlag, Frankfurt/MAIN.
PP.97-110

- 9- Kohan, S. 1963. Results of phenological investigation of poplars on comparative trail plots in E. Slovakia. Ved. Prace Vyskum. Ust. Lesn. Hosp. Bansk. Stiva. 4(121-37).
- 10- Krall, J, 1971. Poplars data on their phenology and growth in Uruguay. Bol. DeP. for Uruguay No. 17:8-18
- 11- Vogl, M. 1966. Leaf-fall and autumn translocation in leaves of poplar. Arch. Forstw. 15(5/6): 641-651.



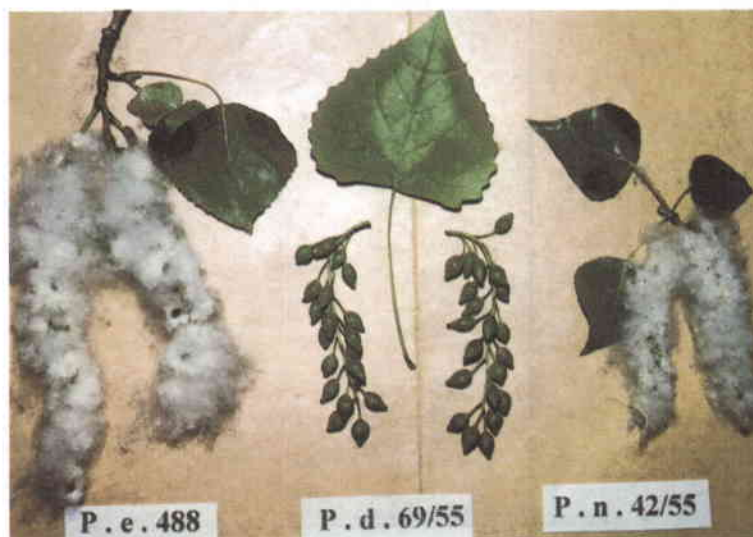
شاتون گل ماده گونه *P. caspica*



شاتون گل نر کلن *P. e. ghica*



گونه *P. tremula* در مرحله بذردهی (۷۷/۱/۲۴)



اختلاف زمانی در رسیدن و پراکنش بذر سه کلن صنوبر (۷۷/۲/۹)



اختلاف زمانی در باز شدن برگ کلن‌های دو رگه *P. eura*
سمت راست *P. e. 214* سمت چپ *P. e. marilandica*



اختلاف زمانی در خزان ارقام مختلف صنوبر
سمت راست *P. euramerieans* سمت چپ *P. deltoides*