

فنولوژی و ویژگی‌های رشدی کلن‌های جدید صنوبر در صفرابسته استان گیلان

ابراهیم لشکربلوکی^{۱*}، رفعت‌اله قاسمی^۲، سیدعبداله موسوی کوپر^۳، احسان کهنه^۴ و بیت‌اله امان‌زاده^۲

*^۱- نویسنده مسئول، مربی پژوهش، بخش تحقیقات منابع طبیعی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان گیلان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، رشت، ایران. پست الکترونیک: e.boloukii@yahoo.com

^۲- مربی پژوهش، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران

^۳- استادیار پژوهش، بخش تحقیقات منابع طبیعی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان گیلان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، رشت، ایران

^۴- استادیار پژوهش، پژوهشکده چای، مؤسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، لاهیجان، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۰۴/۲۷ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۰۸/۰۳

چکیده

شناخت پدیده‌های حیاتی صنوبرها با هدف برنامه‌ریزی برای مطالعات آینده ضرورت دارد. از این رو، در پژوهش پیش‌رو مطالعات فنولوژیکی و توان رویشی ۱۲ کلن جدید صنوبر در ایستگاه صفرابسته استان گیلان انجام شد. در کلکسیون، برای هر کلن یک قطعه‌نمونه در نظر گرفته شد و درختان صنوبر در فواصل ۴×۴ متر در هر قطعه‌نمونه آزمایشی کاشته شدند. ثبت پدیده‌های فنولوژی از نیمه دوم اسفند هر سال آغاز و در آذر سال آینده پایان یافت. اندازه‌گیری فاکتورهای رشدی قطر و ارتفاع نیز در پایان دوره رشد سالانه انجام شد. نتایج نشان داد که جوانه‌های برگ‌های کلن‌های *P. euramericana* 45.51 و *P. e. Pacher* زودتر و کلن *P. e. Blanc* دیرتر از سایر کلن‌ها باز شدند. همچنین، پراکنش بذر کلن‌های مورد بررسی از دهه اول خرداد شروع شد. دوره زیستی کلن‌ها متفاوت بود و از کمینه ۲۰۳ روز در کلن *P. e. 87m119* تا بیشینه ۲۴۰ روز در کلن *P. e. Pacher* طول کشید. در بررسی متغیرهای رشدی کلن‌ها، اختلاف معنی‌داری مشاهده شد، به طوری که دو کلن *P. interamericana* و *P. deltoides Marquette* بیشترین قطر، ارتفاع و حجم (میانگین تولید در هکتار سالانه چوب به ترتیب ۲۲/۴ و ۲۱ متر مکعب) را داشتند، در حالی که کلن شاهد *P. d. 69.55* (۱۵/۵ متر مکعب پتانسیل تولید چوب داشت. با بهره‌گیری از نتایج این پژوهش می‌توان برنامه‌ریزی دقیقی برای اجرای پژوهش‌های بعدی مانند دورگ‌گیری انجام داد.

واژه‌های کلیدی: پراکنش بذر، توسعه صنوبرکاری، تولید چوب، جوانه‌برگی.

مقدمه

جنگل‌ها را در طی سالیان گذشته از نظر کمی و کیفی دچار مخاطرات جدی کرده است. تقاضای مواد اولیه لیگنوسلولزی با افزایش جمعیت فزونی یافته است که بخش قابل توجهی از آن با کشت و توسعه درخت‌کاری با درختان تندرشد که

امروزه نیاز به چوب و فرآورده‌های حاصل از آن یک چالش جدی ملی و منطقه‌ای تلقی می‌شود. همواره جنگل‌ها تنها منبع پایان‌ناپذیر تولید چوب تلقی می‌شوند. این باور

تغییرات در دوره فعالیت گیاهی (به‌عنوان مثال فنولوژی) با برخی از قانع‌کننده‌ترین مستندات ثابت می‌کند که گونه‌ها و اکوسیستم‌ها تحت تأثیر تغییرات محیط زیست جهانی تغییرپذیرند (Cleland *et al.*, 2007). مطالعات فنولوژی برای دستیابی به شرایط بهینه حفظ و نگهداری صنوبرها با قابلیت‌های چندگانه کاربری تحقیقاتی نظیر شناسایی پایه‌های نر و ماده صنوبرها، تهیه قلمه و پیوندک، انجام عملیات دورگ‌گیری (هیبریداسیون) و حتی مطالعه اندام‌های آن نظیر جوانه‌ها در تهیه مشتقات دارویی- گیاهی (Dudonné *et al.*, 2011)، بارها انجام شده است. در کشور آرژانتین به مدت ۱۰ سال مطالعات فنولوژی در مورد ۲۰ کلن تجاری صنوبر که کلن *P. euramericana* I-214 و یک رقم صنوبر دلتوئیدس (Harvard) به‌عنوان ارقام شاهد در نظر گرفته شده بودند، انجام شد (Calderon *et al.*, 2004). در این بررسی، کلن‌ها براساس زمان باز شدن گل‌ها در بهار و تغییر رنگ برگ‌ها در پاییز دسته‌بندی شدند. جوانه‌های گل در کلن‌های *P. e.* I-214، *P. e.* I-154 و *P. a.* I-488 در نیمه دوم شهریور و در کلن Harvard و چند کلن دیگر در نیمه اول مهر باز شدند. زمان تغییر رنگ برگ‌ها (زرد شدن) نیز برحسب شرایط اقلیمی از سالی به سال دیگر تفاوت داشت. در کشور فنلاند مشخصه‌های فنولوژی (باز شدن جوانه برگ و کامل شدن آن) چهار کلن دورگ صنوبر لرزان *P. tremula* x *P. tremuloides* و یک کلن بومی *P. tremula* تا سن پنج‌سالگی مطالعه و ثبت شد. نتایج نشان داد که برای مشخصه‌های فنولوژی و رویشی، بین کلن‌های هیبرید (چهار کلن دورگ) و کلن *P. tremula* اختلاف وجود داشت، به‌طوری‌که دوره رویشی برای کلن‌های دورگ از ۱۴۳ تا ۱۵۸ روز و برای کلن *P. tremula* ۱۱۲ روز بود.

ظهور پدیده‌های حیاتی گیاهان تابع دمای محیطی است. در آلمان طی سال‌های ۱۹۶۴ تا ۱۹۶۶ فنولوژی کلن‌های مختلف صنوبر در خزانه‌های تحقیقاتی مطالعه شد. در این بررسی باز شدن اولیه جوانه برگ مبنای آغاز رویش و تغییر رنگ ۵۰ درصد از کل برگ‌های هر نهال

صنوبرها شاخص‌ترین آن‌ها هستند، قابل جبران است. صنوبرها، پهن‌برگان خزان‌کننده دوپایه‌ای هستند که به‌همراه درختان بید، خانواده بزرگی از درختان تندرشد به‌نام بیدیان (Salicaceae) را تشکیل می‌دهند. صنوبرها به‌دلیل ویژگی‌های منحصربه‌فرد نظیر کشت در شرایط اقلیمی مختلف کشور، استقرار در اراضی کم‌بازده و سیل‌گیر حاشیه رودخانه‌ها، قابلیت کشت در سطوح کوچک و بزرگ به‌صورت تک‌درخت، توده‌ای، ردیفی و بادشکن اهمیت دارند. کاربرد فراوان و گسترده چوب صنوبرها در صنایع پیشرفته چوبی و نیز مصارف روستایی و سنتی، امکان بهره‌برداری از ارقام مختلف آن در دوره‌های کوتاه‌مدت و بازگشت سریع‌تر سرمایه‌گذاری، همواره مورد توجه روستائیان، تولیدکنندگان چوب و نیز صاحبان صنایع مختلف چوبی بوده است.

راه‌های افزایش و بهبود تولید بیشتر چوب با انجام تحقیقات گسترده در مورد صنوبرها انجام پذیر است. ازجمله تحقیقات بنیادی معمول در تمام ایستگاه‌های تحقیقاتی صنوبر، انجام مطالعات فنولوژی، ریخت‌شناسی و مشخصه‌های رویشی آن‌ها است. پدیده فنولوژی به‌عنوان تقویم طبیعت (Nature's calendar) گفته می‌شود (Dal Monte, 2007). تحریک و باز شدن جوانه‌ها سرآغاز تحول گیاه پس از گذران خواب زمستانی است که با مراحل مختلف فنولوژیکی نظیر ظهور و پیدایش برگ، تکامل برگ، تغییر رنگ، ریزش برگ، تحریک و شکفتن جوانه‌های گل‌زا، باز شدن شاتون‌ها (در صنوبرها)، انجام تلقیح، رویش بذر در داخل کپسول، رسیدن بذر، باز شدن کپسول‌ها و انتشار بذر همراه است. جوانه‌ها کلیدی‌ترین عضو گیاه در فرایند زیستی آن شمرده می‌شوند. با اندازه‌گیری طول جوانه‌ها می‌توان طول برگچه (نخستین مرحله تشکیل برگ در درون جوانه‌ها) را ارزیابی کرد (Jonsson, 2007). مراحل فنولوژیکی محدودیت‌های زیستی را بیان می‌کند که در حدود خواسته‌های گیاهان شرایط محیط خارجی را مورد مطالعه قرار می‌دهد (Bednarova *et al.*, 2012). گیاهان به‌دقت به نوسانات فصلی محیطی واکنش نشان می‌دهند و

Arlene و همکاران (۲۰۰۷) به منظور بررسی خطرات استفاده از درختان غیربومی مطالعاتی را در کانادا انجام دادند و ذکر کردند که اولین قدم برای تعیین خطرات بالقوه در ارتباط با استفاده از صنوبر غیربومی، ارزیابی فنولوژیکی هر دو صنوبر بومی و غیربومی در حال رشد در همان منطقه است. پژوهشگران ایستگاه تحقیقات البرز کرج گزارش کردند که اختلاف زمانی بین ظهور پدیده‌های فنولوژی از چند روز تا چند هفته متغیر بوده است. ظهور این پدیده‌ها در سال‌های مختلف نیز بسته به دمای هوا در زمان‌های متفاوتی رخ داده بود، به طوری که زودترین آن‌ها در کلن‌های ۵۸/۵۷ و ۱۷/۶۰ از گونه *P. alba* در سن دوسالگی و از گروه اورآمریکن در سنین چهار تا پنج‌سالگی به مرحله باز شدن جوانه‌های گل رسیدند. باز شدن جوانه‌های برگ‌گی در *P. x berlinensis* در نیمه اول اسفند و در کلن‌های *P. e. I-154* و *P. e. verni* در اوایل اسفند اتفاق افتاد. در گونه *P. trichocarpa* جوانه برگ دیرتر از سایر گونه‌ها باز شد. Ghasemi و همکاران (۲۰۱۴) و Jonsson (۲۰۰۷) مطالعه‌ای در مورد جوانه و تشکیل برگ‌های نخستین در درون آن انجام دادند. برای این مطالعه گونه *P. trichocarpa* ایده‌آل تشخیص داده شد. این بررسی با هدف ارزیابی عملکرد پدیده‌های فنولوژیکی و ویژگی‌های رشدی کلن‌های جدید صنوبر در شرایط خاکی و آب و هوایی استان گیلان بود تا بتوان در مراحل بعدی پژوهش عملکرد تولید چوب آن‌ها مورد سنجش قرار گرفته و در صورت دارا بودن برتری بیشتر نسبت به ارقام موجود در توسعه کشت صنوبر در استان مورد استفاده قرار گیرند. بنابراین، کارایی مطالعات فنولوژیکی را می‌توان بدین صورت بیان کرد: (۱) مهم‌ترین شاخصه فنولوژیکی درختان و صنوبرها ظهور اندام‌های جنسی است که شرایط مطالعات بنیادی نظیر فرآیند دورگ‌گیری و اصلاح صنوبرها را آماده و ممکن می‌سازد؛ (۲) انتخاب کلن و ارقام مناسب برای صنوبر کاری‌ها با توجه به سرشت نوری و فنولوژیکی آن‌ها؛ (۳) ارائه برنامه زمانی کاشت کلن‌های صنوبر با توجه به محدوده زمانی باز شدن جوانه‌های صنوبر و (۴) شناخت

در پاییز به‌عنوان پایان دوره فعالیت حیاتی نهال در نظر گرفته شد. زمان طی‌شده بین این دو مرحله به‌عنوان دوره رویش (طول دوره فعالیت حیاتی) هر کلن محاسبه شد. در نتیجه، طول دوره رویش برای کلن‌های بخش‌های مختلف صنوبر، ۱۲۹ تا ۲۰۰ روز به‌دست آمد. همچنین، طول دوره در صنوبرهای بخش ایگروس از ۲۴۴ تا ۲۰۶ روز و در صنوبرهای بالزام (ارقام بخش تاکاماهاکا) از ۱۴۳ تا ۲۱۹ روز و در صنوبرهای سفید (بخش لوسه) از ۱۶۴ تا ۲۰۳ روز متغیر بود (Froehlich & Grosscurth, 1973). در پژوهش دیگری در آلمان، تأثیر درجه حرارت، طول روز، خواب جوانه‌ها، ارتباط آب و فعالیت ریشه در تغییر رنگ و ریزش برگ‌ها در پاییز روی نهال‌های یک‌ساله دو کلن *P. e. gelrica* و *P. e. I-214* مورد مطالعه قرار گرفت. نتایج این پژوهش نشان داد که نخستین عامل مؤثر در ریزش برگ‌ها در فصل پاییز کوتاه شدن طول روز بود و عامل‌های دیگری مانند درجه حرارت حداقل روزانه، رطوبت خاک و آغاز دوره خواب جوانه‌ها در درجه دوم اهمیت قرار داشتند (Vogl, 1966). در کشور اسلواکی، فنولوژی ۱۱ گونه و کولتیوار صنوبر مطالعه شد و بر اساس باز شدن و خزان برگ‌ها پیشنهاد شد کلن‌هایی نظیر *P. e. x serotina* و *P. e. x gelrica* که برگ‌هایشان دیر باز شده و زود خزان کردند، 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 گرم‌تر و با فصل رویش طولانی‌تر توصیه شدند (Kohan, 1963). در آلمان شرقی سابق، فنولوژی ۴۸ کولتیوار صنوبر مورد بررسی قرار گرفت. نتایج این پژوهش نشان داد که صنوبرهای مورد مطالعه از نظر باز شدن برگ‌ها در پنج گروه و از نظر خزان برگ‌ها در چهار گروه مشخص قرار گرفتند و واریته‌ها و دورگ‌های بخش تاکاماهاکا جزو ارقامی بودند که برگ‌هایشان زودتر از سایر کولتیوارها باز شده و از دوره رویش طولانی‌تری نیز برخوردار بودند (Morganey & Bors, 1965).

سالانه ۱۳۲۴ میلی‌متر، میانگین درجه حرارت سالانه ۱۶/۸ سانتیگراد، میانگین حداقل درجه حرارت مطلق ۱۳/۲ سانتیگراد و میانگین حداکثر درجه حرارت مطلق ۲۰/۳ سانتیگراد است.

مشخصات خاک‌شناسی

نتایج تجزیه فیزیکی و شیمیایی خاک محل اجرای طرح در جدول ۱ ارائه شده است. بافت خاک سبک تا متوسط، عمق خاک عمیق تا به نسبت عمیق و ساختمان خاک دانه‌ای ریز است. سطح سفره آبی در ماه‌های مختلف سال متفاوت بوده، به طوری که در اوایل فصل رویش (فروردین) و اواخر فصل رویش (مهر و آبان) حدوداً هم سطح زمین و گاهی بالاتر از آن است، ولی در ماه‌های خشک‌تر سال (خرداد، تیر و مرداد) به عمق ۱ تا ۱/۵ متر و حتی در خشکسالی به ۲/۵ تا ۳ متر می‌رسد.

پدیده‌های فنولوژیکی تمامی اجزاء درختان صنوبر (جوانه، برگ، گل، بذر). مورد اخیر بستر مساعدی را برای تحقیقات مختلف مانند تحقیقات بیوشیمیایی، عصاره‌گیری، مواد معطر، اسانس، اکسیدان‌ها، تحقیقات ژنتیکی و اصلاح درختان صنوبر با اهداف از پیش تعیین و تعریف شده، تعیین زی توده برگی درختان با هدف استفاده از آن‌ها در تهیه علوفه دام و صنوبر کاری با هدف تولید چوب فراهم می‌سازد.

مواد و روش‌ها

مشخصات جغرافیایی محل اجرای طرح

ایستگاه تحقیقات صنوبر صفرایسته در فاصله ۵ کیلومتری شمال غربی شهرستان آستانه‌شرفیه قرار دارد. این منطقه دارای اقلیم نیمه‌مرطوب و معتدل بوده، حداقل رطوبت نسبی ۷۰ و حداکثر آن ۹۰ درصد است. مختصات جغرافیایی ایستگاه "۴/۴ ۲۳' ۳۷° عرض شمالی و "۴۵/۴ ۴۹° ۵۲' طول شرقی، ارتفاع از سطح دریا ۱۰- متر، بارندگی

جدول ۱- نتایج تجزیه فیزیکی و شیمیایی خاک محل اجرای طرح پیش از کاشت کلن‌های صنوبر

هدایت الکتریکی اسیدیته	فسفر (میلی‌گرم بر متر)	پتاسیم (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	نقطه اشباع	ازت کل (درصد)	شن (درصد)	سیلت (درصد)	رس (درصد)	کربن آلی (درصد)
۰/۳۲	۲	۸۰	۴۶	۳۴	۱۸	۷۲	۱۰	۲۶

روش پژوهش

در این پژوهش، فنولوژی و عملکرد تولید چوب ۱۲ کلن جدید صنوبر که از کشورهای ترکیه، آلمان و ایتالیا تهیه شده بودند (جدول ۲)، بررسی شد. درختان با فاصله ۴ × ۴ متر به تعداد ۱۰ اصله در هر پلات آزمایشی کاشته شدند. مطالعات فنولوژی از هفته پایانی اسفند هر سال آغاز و تا آذر سال بعد ادامه یافت. در این بازه زمانی، تاریخ باز شدن جوانه‌ها (گل و برگ)، ظهور گل (شاتون) و برگ‌ها، رسیدن بذر، تکمیل شدن برگ‌ها، پراکنش بذر، تغییر رنگ برگ‌ها و خزان آن‌ها ثبت شد. طول دوره زیستی از زمان باز شدن جوانه‌ها تا خزان

کامل برگ‌ها به روز تعیین شد و در بین کلن‌ها، کوتاه‌ترین و طولانی‌ترین دوره رویشی محاسبه شد. برای تعیین کوتاه‌ترین دوره زیستی هر کلن صنوبر، دیرترین بازه زمانی باز شدن جوانه تا زودترین زمان خزان در دوره رویشی مبنای محاسبه بود. برای طولانی‌ترین زمان، بازه زمانی بین زودترین زمان باز شدن جوانه تا دیرترین زمان خزان برگ‌ها محاسبه شد.

برای برآورد عملکرد تولید چوب از رابطه $V = 3.14/4 \times d^2_{1.30} \times h \times f$ استفاده شد. در این رابطه V حجم به متر مکعب، d قطر برابر سینه به سانتی‌متر، h ارتفاع به متر و f ضریب شکل بود که ۰/۵ در نظر گرفته

تصادفی بود و تحلیل‌های آماری با نرم افزار SPSS انجام شد. اسامی علمی کلن‌های بررسی شده در جدول ۲ ارائه شده است.

شد (Namiranian, 2007). برای ترسیم تغییرات دمایی از داده‌های هواشناسی ایستگاه هواشناسی شهرستان کیش استفاده شد. قالب آماری طرح بلوک‌های کامل

جدول ۲- اسامی علمی و مبدأ تهیه ارقام صنوبر مورد بررسی

ردیف	گونه، کلن صنوبر	مبدأ	ردیف	گونه، کلن صنوبر	مبدأ
۱	<i>Populus interamericana</i>	ایتالیا	۷	<i>P. euramericana</i> Dode (Guinier). cv. 92.160	ترکیه
۲	<i>P. deltoides</i> Marquette	آلمان	۸	<i>P. euramericana</i> cv. Ita. 199	ترکیه
۳	<i>P. euramericana</i> cv. Pacher	ترکیه	۹	<i>P. euramericana</i> cv. Blanc du poitou	ترکیه
۴	<i>P. deltoides</i> 92.258	ترکیه	۱۰	<i>P. euramericana</i> 45.51 (Turkish)	ترکیه
۵	<i>P. euramericana</i> cv. I-sieres	آلمان	۱۱	<i>P. euramericana</i> 87m119	ترکیه
۶	<i>P. euramericana</i> B.L. Costanzo	ترکیه	۱۲	<i>P. deltoides</i> 69.55	ایتالیا

نتایج

مطالعات فنولوژی

ظهور گل‌ها (شاتون‌ها)، تشکیل و پراکنش بذر

در درختان صنوبر پس از بلوغ جنسیتی، اندام زایشی (شاتون‌ها) زودتر از برگ‌ها ظاهر می‌شوند. زمان ظهور شاتون‌ها در کلن‌های مورد بررسی در شرایط اقلیمی و اکولوژیک منطقه صفرابسته (آستانه اشرفیه) در نیمه اول فروردین اتفاق افتاد. بذرها در ادامه تکمیل شده و پس از رسیدن در اوایل تا اواسط خرداد پراکنده شدند (جدول ۳).

ظهور، تکمیل و خزان برگ‌ها

به‌طور معمول، فعالیت زیستی گیاهان پیش از بلوغ جنسیتی با باز شدن جوانه‌های برگ شروع می‌شود. در این پژوهش، زمان ظهور برگ‌های درختان صنوبر در فروردین اتفاق افتاد (جدول ۴). برگ کلن‌های *P. e. pachet* و *P. e. 45.51* زودتر و برگ کلن *P. d. Marquette* دیرتر از سایرین ظاهر شد (جدول ۳). باز شدن جوانه صنوبرهای مورد بررسی در دمای میانگین ۱۰/۵ الی ۲۵ درجه سانتیگراد رخ داد

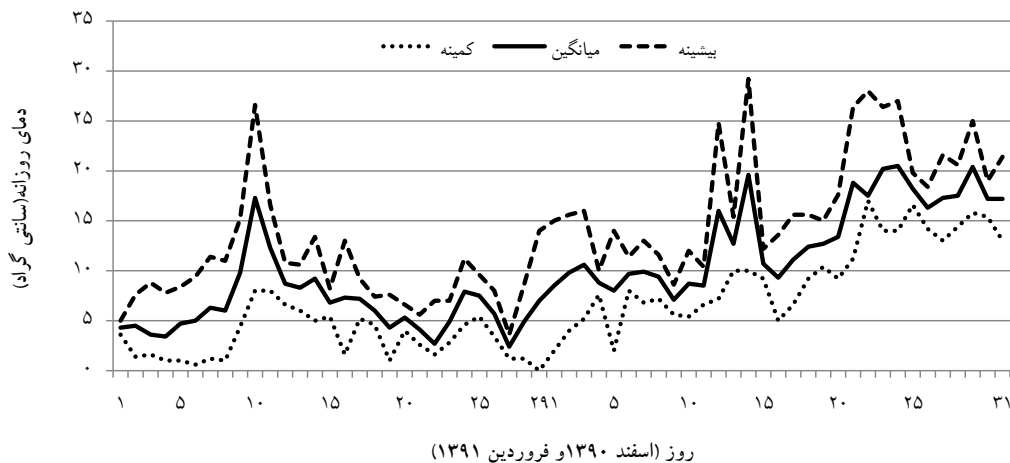
(شکل ۱). تغییراتی در برگ‌ها از آغاز فعالیت حیاتی‌شان حادث می‌شود که شاخص‌ترین آن‌ها تغییر رنگ در طول حیات زیستی آن‌ها است. برگ درختان صنوبر در آغاز دوره رویش و زمان باز شدن عموماً به رنگ قهوه‌ای روشن حتی متمایل به قرمز دیده شد که پس از تکمیل پهنک به رنگ سبز درآمده و در پایان و به هنگام خزان به رنگ زرد و یا قهوه‌ای تیره تبدیل شده و خزان پیدا کردند. دوره زمانی تکمیل برگ‌ها از نیمه دوم فروردین تا پایان آن بود. نتایج بررسی خزان برگ‌ها نشان داد که این پدیده تحت تأثیر رژیم دمایی محیطی که با کاهش طول روز همراه است، قرار داشت (شکل ۲). نوسانات دمایی در شروع خزان نیز از ۲۵ تا ۱۰/۴ درجه سانتیگراد ثبت شد. اگرچه همه کلن‌ها در آبان حساسیت به کاهش دما نشان دادند، ولی در روزهای متفاوت خزان آن‌ها به پایان رسید. تغییر رنگ در خزان برگ‌ها همانند زمان ظهور آن‌ها مشاهده شد که متفاوت بودند. بر این اساس، کلن‌ها به شرح جدول ۳ دسته‌بندی شدند.

جدول ۳- دامنه زمانی ظهور، تکمیل و ریزش برگ‌ها و شاتون‌های کلن‌های جدید صنوبر

ردیف	گونه / کلن صنوبر	ظهور، رنگ و تکمیل برگ‌ها			شروع، رنگ و خزان کامل برگ			ظهور شاتون، تشکیل کپسول، پراکنش بذر			دوره زیستی	
		شروع*	رنگ	تکمیل	شروع	رنگ	کامل	ظهور	تشکیل	پراکنش	بازه زمانی	روز
۱	<i>P. interamericana</i>	۱/۱۸	سبز	۱/۲۳	۷/۲۵	قهوه‌ای	۸/۱۸	۱/۶	۱/۱۸	۳/۱۰	کوتاه‌ترین	۲۱۲
		۱/۲۲		۱/۳۰	۸/۲	سوخته	۸/۲۵				بلندترین	۲۲۳
۲	<i>P. d. Marquette</i>	۱/۱۴	قهوه‌ای متمایل	۱/۲۳	۷/۲۰	زرد	۸/۱۸	۱/۳	۱/۱۵	۳/۳	کوتاه‌ترین	۲۱۷
		۲/۱۷	به قرمز	۱/۲۸	۷/۲۹		۸/۲۱				بلندترین	۲۲۳
۳	<i>P. e. Pacher</i>	۱/۵	قرمز تیره	۱/۱۸	۸/۵	سبز	۸/۱۸	نر	-	-	کوتاه‌ترین	۲۲۴
		۱/۹		۱/۲۸	۸/۸		۸/۲۹				بلندترین	۲۴۰
۴	<i>P. d. 92.258</i>	۱/۸	قرمز تیره	۱/۱۸	۷/۲۷	زرد	۸/۲۰	۱/۱۰	۱/۲۲	۳/۱۰	کوتاه‌ترین	۲۲۶
		۱/۱۰		۱/۲۵	۸/۱۰		۸/۲۵				بلندترین	۲۳۳
۵	<i>P. e. I.seires</i>	۱/۷	سبز روشن	۱/۱۸	۷/۲۲	زرد	۸/۱۷	نر	-	-	کوتاه‌ترین	۲۱۶
		۱/۱۷		۱/۲۴	۷/۲۷		۸/۲۰				بلندترین	۲۲۹
۶	<i>P. e. B. L. Costanzo</i>	۱/۱۰	سبز با رگه‌های	۱/۲۲	۷/۱۸	سبز متمایل به	۸/۲۰	۱/۵	۱/۱۵	۳/۱۰	کوتاه‌ترین	۲۱۹
		۱/۱۷	قهوه‌ای	۱/۲۵	۷/۲۵	زرد	۸/۲۱				بلندترین	۲۲۷
۷	<i>P. e. cv. 92.160</i>	۱/۷	سبز با رگه‌های	۱/۲۲	۷/۲۲	قهوه‌ای سوخته	۸/۱۹	نر	-	-	کوتاه‌ترین	۲۱۷
		۱/۱۸	قهوه‌ای	۱/۲۹	۸/۲		۸/۲۵				بلندترین	۲۳۴

ردیف	گونه / کلن صنوبر	ظهور، رنگ و تکمیل برگ‌ها			شروع، رنگ و خزان کامل برگ			ظهور شاتون، تشکیل کپسول، پراکنش بذر			دوره زیستی	
		شروع*	رنگ	تکمیل	شروع	رنگ	کامل	ظهور	تشکیل	پراکنش	بازه زمانی	روز
۸	<i>P. e. Ita. 99</i>	۱/۲۲	سبز	۱/۲۸	۸/۸	زرد	۸/۲۵	۱/۵	۱/۱۶	۳/۱۲	کوتاه‌ترین	۲۱۳
		۱/۲۸		۲/۵	۸/۱۳		۸/۳۰				بلندترین	۲۲۴
۹	<i>P. e. 87m119</i>	۱/۱۹	سبز روشن	۱/۲۴	۷/۲۸	قهوه‌ای تیره	۸/۲۴	نر	-	-	کوتاه‌ترین	۱۸۹
		۱/۲۵		۲/۸	۸/۸		۸/۳۰				بلندترین	۲۰۵
۱۰	<i>P. e. cv. Blanc dou poitou</i>	۱/۲۴	سبز با رگه‌های	۱/۲۹	۷/۲۵	سبز	۸/۱۵	نر	-	-	کوتاه‌ترین	۲۰۳
		۱/۲۸	قهوه‌ای	۲/۳	۷/۳۰		۸/۲۵				بلندترین	۲۱۷
۱۱	<i>P. e. 45.51 (Turkish)</i>	۱/۵	قهوه‌ای روشن	۱/۲۸	۷/۱۴	قهوه‌ای	۸/۱۸	نر	-	-	کوتاه‌ترین	۲۱۵
		۱/۱۹		۱/۳۱	۷/۲۳	سوخته	۸/۲۸				بلندترین	۲۳۹
۱۲	<i>P. d. 69.55</i>	۱/۱۷	سبز روشن	۱/۲۴	۷/۲۸	زرد	۸/۲۴	۱/۱۳	۱/۲۵	۳/۱۸	کوتاه‌ترین	۲۱۲
		۱/۲۸		۲/۱۰	۸/۸		۸/۳۰				بلندترین	۲۲۹

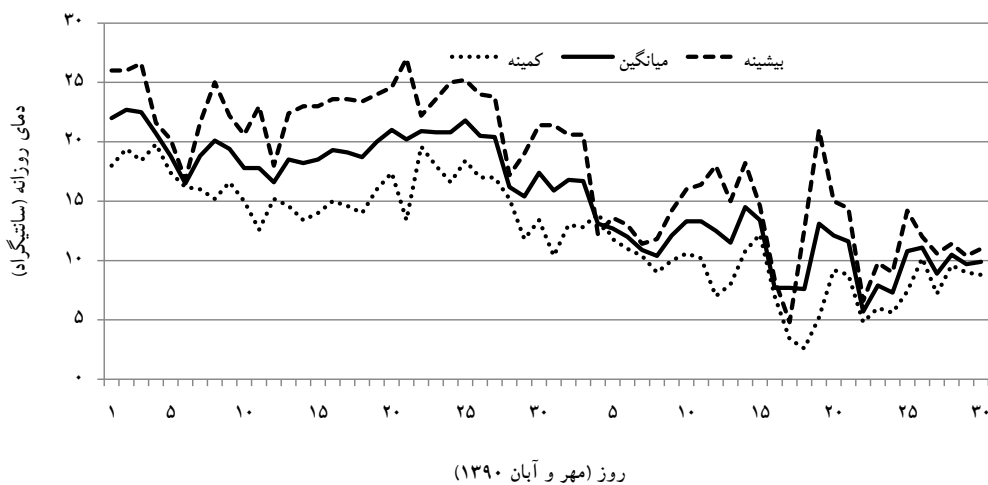
* عدد سمت راست اعشار نمایانگر روز و عدد سمت چپ نمایانگر ماه سال است.



شکل ۱- روند تغییرات دمایی شروع فصل رویش (اسفند ۱۳۸۹ و فروردین ۱۳۹۰) در ایستگاه تحقیقاتی صفرابسته

جدول ۴- دوره زمانی باز شدن جوانه کلن‌های صنوبر مورد بررسی

هفته اول فروردین	هفته دوم فروردین	هفته سوم فروردین	هفته چهارم فروردین
<i>P. e. cv. 92.160</i>	<i>P. d. Marquette</i>	<i>P. x interamericana</i>	<i>P. e. cv. Blanc du poitou</i>
<i>P. e. 45.51 (Turkish)</i>	<i>P. e. cv. 45.51</i>	<i>P. e. Ita.199</i>	-
<i>P. e. Pacher</i>	<i>P. d. 92.258</i>	<i>P. d. 69.55</i>	-
<i>P. e. I.sieres</i>	<i>P. e. B. L. Costanzo</i>	-	-



شکل ۲- روند تغییرات کاهشی دما در شروع و پایان خزان (مهر و آبان ۱۳۹۰) در ایستگاه تحقیقاتی صفرابسته

بیشترین آن‌ها (۵۲/۹ درصد) در دوره ۱۸۰-۲۲۰ و ۲۳/۵ درصد در دوره ۲۳۰-۲۲۱ روز قرار داشتند. در مجموع، طول دوره رویش بیش از ۷۶/۵ درصد گونه و کلن‌های صنوبر بین ۲۳۰ تا ۱۸۰ روز بود. ۲۳/۵ درصد کلن‌های مورد بررسی دارای دوره زیستی بیشتر از ۲۳۰ روز بودند (جدول‌های ۳ و ۵).

دوره زیستی (رویشی) و حیات فیزیولوژیکی صنوبرها طول دوره زیستی در بین صنوبرهای مورد مطالعه از ۱۸۹ روز در گونه *P. e. 87m119* تا ۲۴۰ روز در کلن *P. e. Pacher* متغیر بود (جدول ۳). طول دوره رویشی صنوبرهای مورد بررسی را می‌توان به سه بازه زمانی ۱۸۰-۲۲۰، ۲۲۱-۲۳۰ و ۲۳۱-۲۴۰ روز تقسیم کرد که

نشان داد (جدول ۶). در بین کلن‌های مورد بررسی، کلن‌های *P. d. Marquette* و *P. interamericana* بیشترین رشد قطری، ارتفاعی و تولید چوب در هکتار در سال را داشتند (جدول ۷).

رشد قطری، ارتفاعی و حجمی کلن‌ها تجزیه واریانس عملکرد تولید چوب کلن‌های صنوبر با مقادیر متغیر عامل‌های رشدی قطر، ارتفاع و حجم چوب درختان، اختلاف معنی‌دار آماری را بین تیمارها

جدول ۵- دوره زمانی خزان کلن‌های صنوبر

هفته دوم مهر	هفته سوم مهر	هفته چهارم مهر	هفته اول آبان	هفته دوم آبان
<i>P. e. 45.51 (Turkish)</i>	<i>P. d. Marquette</i>	<i>P. x interamericana</i>	<i>P. e. Ita199</i>	<i>P. e. Pacher</i>
-	<i>P. e. B. L. Costanzo</i>	<i>P. d. 92.258</i>	-	-
-	<i>P. e. cv. Blanc duo</i>	<i>P. d. 69.55</i>	-	-
-	-	<i>P. e. cv. 92.160</i>	-	-
-	-	<i>P. e. I.sieres</i>	-	-

جدول ۶- تجزیه واریانس میانگین قطر، ارتفاع و عملکرد تولید چوب کلن‌های صنوبر مورد بررسی

منبع تغییرات	درجه آزادی	قطر برابر سینه (سانتی‌متر)		ارتفاع (متر)		حجم (متر مکعب در هکتار در سال)		تیمار
		مجموع	میانگین	مجموع	میانگین	مجموع	میانگین	
		F	F	F	F	F	F	
		۳۱/۲**	۱۸۷/۶	۱۶۱/۰۳	۲۳/۲**	۸۱۲۳/۲	۷۳۸/۵	۲۵/۱**
		۶/۰۲	۱۲۲۸	۶/۹۴	۱۴۱۶/۷	۵۹۹۶/۹۷	۲۹/۴	
		۳۲۹۲/۲	۲۱۵	۳۱۸۸/۰۶		۱۴۱۲۰/۱۶		

** اختلاف معنی‌دار در سطح اطمینان ۹۹ درصد

جدول ۷- میانگین قطر، ارتفاع و حجم درختان کلن‌های صنوبر مورد بررسی

کلن	قطر (سانتی‌متر)	ارتفاع (متر)	حجم (متر مکعب در هکتار در سال)
<i>P. interamericana</i>	۱۸/۸۳a	۲۰/۵ a	۲۲/۳۸a
<i>P. d. Marquette</i>	۱۸/۵۵ a	۱۸/۶ ab	۲۰/۹۸ a
<i>P. e. cv. Pacher</i>	۱۳ de	۱۴/۲ de	۸/۴۵ d
<i>P. d. 92.258</i>	۱۴/۳۳ cd	۱۶ cd	۱۰/۶۴ cd
<i>P. e. cv. I- sieres</i>	۱۰/۱۱ fg	۱۱/۴ gh	۲/۷۳ f
<i>P. e. B. L. Costanzo</i>	۱۲/۲۲ e	۱۳/۲ ef	۷/۱۵ de
<i>P. e. cv. 92.160</i>	۱۲/۴۴ e	۱۳/۴ ef	۶/۸۶ de
<i>P. e. cv. Ita. 199</i>	۱۵/۵۵ bc	۱۷/۲ bc	۱۳/۳۳ bc
<i>P. e. cv. Blanc duo</i>	۱۰/۳۸ f	۱۲/۳ fg	۴/۴۹ ef
<i>P. e. 45.51 (Turkish)</i>	۱۴/۲۲ cd	۱۴/۹ de	۹/۵۹ cd
<i>P. e. 87m119</i>	۸/۶۱ g	۱۰/۴ h	۴/۱ ef
<i>P. d. 69.55</i>	۱۶/۲۷ b	۱۷/۵ bc	۱۵/۵۲ b

حروف انگلیسی مشابه در ستون بیانگر عدم وجود اختلاف معنی‌دار هستند.

بحث

گیاهان متأثر از سرشت اکولوژیکی خویش فرم‌های فنولوژیکی متفاوتی دارند. شرایط محیط زیست درختان، تعیین‌کننده زمان ظهور پدیده‌های حیاتی آنها است. با تعیین و تبیین زمان و دوره‌های فنولوژیکی درختان می‌توان مراحل حیاتی و تکامل زیستی آنها را تدوین کرد.

ظهور گل‌ها، تشکیل و پراکنش بذر

پیش از دوران بلوغ جنسیتی گیاه، پیدایش، توسعه و تکمیل برگ‌ها و در نهایت تغییر رنگ و ریزش آنها در پایان فصل رویش رخ می‌دهد که با تغییر شرایط دمایی و کوتاه شدن طول روز همراه است. دوره زیستی درختان صنوبر مورد مطالعه در این پژوهش متفاوت بود و از حداقل ۱۸۹ (در کلن *P. e. cv. 87m119*) تا حداکثر ۲۴۰ روز (در کلن *P. e. cv. Pacher*) نوسان داشت. در پژوهش Ghasemi و همکاران (۲۰۰۶) ذکر شده که دورگ‌های بخش تاکاماهاکا جز ارقامی بودند که برگ‌هایشان زودتر از سایر ارقام باز شده و از دوره رویش طولانی‌تری نیز برخوردار بودند. پس از ارتقاء درختان به تکامل جنسیتی زمان ظهور اندام‌های زایشی، نظیر شکفتن گل‌ها (شاتون‌ها)، انجام تلقیح، تشکیل دانه (بذر) و در نهایت پراکنش آنها ثبت می‌شود. سن بلوغ جنسی صنوبرها متأثر از ساختار ژنتیکی و شرایط محیطی است و در مورد گونه و کلن‌های مختلف متفاوت است. زمان گل‌دهی صنوبرها با توجه به خصوصیات ژنتیکی آنها در کلن‌های دورگ اورآمریکن زودتر از دلتوئیدس‌ها شروع می‌شود و دیرتر از سفیدپلت پایان می‌یابد (Lashkarbolouki et al., 2010). در این پژوهش که صنوبرها از دو گروه اورآمریکن و دلتوئیدس بودند، دلتوئیدس‌ها به جز کلن *P. d. Marquette* چند روز دیرتر به گل نشستند، زیرا درختان با توجه به سرشت ژنتیکی که دارند، به افزایش و کاهش دما حساسیت نشان می‌دهند.

ظهور، تکمیل و خزان برگ‌ها

زمان ظهور برگ در دو گروه اورآمریکن و دلتوئیدس متفاوت بود، به طوری که زودترین زمان ظهور برگ‌ها در دلتوئیدس‌ها تا حدودی مصادف با دیرترین زمان این پدیده در اورآمریکن‌ها بود. در پژوهش Ghasemi و همکاران

(۲۰۰۶) با کلن‌های دیگری از صنوبرها مشخص شد که در برخی از آنها در نیمه دوم اسفند فعالیت حیاتی یا در حقیقت ظهور پدیده‌های فنولوژیک آغاز شد، در حالی که در پژوهش پیش‌رو، شاتون‌ها و برگ‌های تمام ارقام صنوبر مورد بررسی در هفته اول فروردین ظاهر شدند. علت توقف فعالیت فیزیولوژیک درختان ناشی از عدم استمرار تابش نور خورشید و کاهش طول روز (سامانه فتوپریودیک) است، بنابراین شروع ریزش برگ‌های درختان، پاسخی به فقدان نیازهای اکولوژیکی رویشی آنها است. در هنگام خزان تغییر رنگ برگ‌های صنوبر اتفاق می‌افتد که در پژوهش پیش‌رو به رنگ‌های زرد و قهوه‌ای سوخته بود.

عملکرد تولید چوب صنوبرها

متغیرهای کمی رشد به‌طور یقین هماهنگی شگفت‌انگیزی با پدیده‌های فنولوژیک دارند، زیرا هر گیاه تحت تأثیر پدیده‌های فنولوژیکی که دارد، به فاکتورهای اقلیمی و محیطی پاسخ می‌دهد و آغاز و پایان دوره زیستی آن تحت تأثیر این فاکتورها است، اما کمیت رشد علاوه بر پدیده‌های فنولوژیکی، متأثر از شرایط رویشگاهی مانند حاصلخیزی خاک، دمای محیط، رطوبت خاک و سرشت ژنتیکی کلن‌ها است. در این پژوهش، دو کلن *P. interamericana* و *P. d. Marquette* به ترتیب با توان تولید ۲۰/۵ و ۱۸/۶ متر مکعب در هکتار در سال بیشترین توان تولید چوب را داشتند، ولیکن در شرایط اقلیمی کرج کلن دورگ *P. e. 92.40* و *P. d. 69.55* به ترتیب با ۱۷/۹۱ و ۱۶/۶۱ متر مکعب در هکتار در سال از تولید چوب بیشتری برخوردار بود (Ghasemi, 2014). در بین کلن‌های جدید، کلن *P. e. cv. I-Series* کمترین عملکرد تولید چوب را داشت، بنابراین استفاده از ارقام تندرشد و پرمحصول صنوبر می‌تواند گامی اساسی در راستای خودکفایی تولید چوب و فرصت استراحت در بهره‌برداری از جنگل‌ها تلقی شود؛ زیرا بحران‌های محیط زیستی در دهه‌های اخیر ناشی از کاهش سطح جنگل‌هاست که تهیه چوب از درختان جنگلی عامل اصلی آن است.

- phenology in response to global change. *Trends in Ecology and Evolution*, 22(7): 357-365.
- Dal Monte, G., 2007. An international outlook on phenology. *Italian Journal of Agrometeorology*, 3: 52-58.
 - Dudonné, S., Poupard, P., Coutière, P., Woillez, M., Richard, T., Mérillon, J.M. and Vitrac, X., 2011. Phenologic composition and antioxidant properties of poplar bud (*Populus nigra*) extract: individual antioxidant contribution of phenolics and transcriptional effect on skin aging. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 59(9): 4527-4536.
 - Froehlich, H.J. and Grosscurth, W., 1973. Zuchtung, anbau und leistung der pappeln. Sauerlanders Verlag Frankfurt/MAIN, 97-110.
 - Ghasemi, R., Modir Rahmati, A.R., Bagheri, R. and Kalagari, M., 2006. The establishment of poplar parent stock in poplar research center in Karadj. Final Report of Research Project, Research Institute of Forest and Rangelands, Tehran, 132p (In Persian).
 - Ghasemi, R., Modir Rahmati, A.R., Bagheri, R., Kalagari, M. and Asadi, F., 2014. Study of phenology, morphology and growth characteristics of poplar species, cultivars and clones in the Karaj Poplar Collection. Final report of Research Project, Research Institute of Forest and Rangelands, Tehran, 93p (In Persian).
 - Jonson, T.H., 2007. Terminal bud failure of black cottonwood (*Populus trichocarpa*) exposed to salt-laden winter storms. *Tree Physiology*, 26(7): 905-914.
 - Kohan, S., 1963. Results of phenological investigation of poplars on comparative trial plots in E. Slovakia. *Bansk Stiavata*, 4: 121-137.
 - Lashkarbolouki, E., Modir Rahmati, A.R., Rahmani, R. and Kahneh, E., 2010. Phenology and growth characteristics of seven clones of *Populus deltoides* in Astaneh-e Ashrafiyeh, Gilan. *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*, 18(4): 527-538 (In Persian).
 - Morganey, W. and Bors, W., 1965. Phenology study in the poplar collection at Graupa. *Archiv-Forstwirtschaft*, 14(4): 369-386.
 - Namiranian, M., 2007. Measurement of Tree and Forest Biometry. University of Tehran Press, Tehran, 574p.
 - Vogl, M., 1966. Leaf-fall and autumn translocation in leaves of poplars. *Archiv-Forstwirtschaft*, 15(5/6): 641-651.

دامنه مصرف چوب صنوبر در صنایع متفاوت است، به طوری که برای تولید مشتقات شیمیایی نظیر اتانول و سوخت پاک، صنوبرها در یک سالگی بریده و مصرف می‌شوند. در همان حال، در صنایع تولید روکش، تخته لایه و کبریت‌سازی، چوب‌آلات قطورتر مطلوبیت بیشتری دارند. بدیهی است اگر صنوبرکاری در شرایط مطلوب رویشگاهی انجام شود، با طولانی‌تر شدن دوره رشد، تولید محصول چوبی بیشتر خواهد شد. اگرچه باید نوسانات بازار عرضه و تقاضا و حتی واردات مواد اولیه چوبی را در نظر داشت. در چنین شرایطی، تصمیمات تولیدکنندگان داخلی متأثر از آن خواهد بود. بنابراین، اصول مبتنی بر خودکفایی تولید مواد اولیه ایجاب می‌کند مطالعات میدانی دقیقی بر اساس مقدار تقاضای چوب مصرفی هریک از صنایع به طور جداگانه انجام شود. همچنین، رویشگاه‌های متنوع کشور برای توسعه صنوبرکاری بر اساس قابلیت‌ها، سرشت گونه و کلن صنوبر، ویژگی‌های رویشگاهی و شرایط اکولوژیکی پهنه‌بندی شده و در نهایت برنامه‌ریزی شود. با این رویکرد، اهداف و برنامه راهبردی زراعت چوب محقق خواهد شد.

References

- Arlene, H.A., Thomas, B.R. and Danick, B.P., 2007. Flowering phenology and seed viability of native and non-native poplars in north central Alberta. *The Forestry Chronicle*, 83(2): 239-146.
- Bednarova, E., Truparova, S. and Merklova, L., 2012. Monitoring the spring phenological stages in a spruce monoculture in the Drahanská vrchovina upland in 2005-2011. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*, 60(6): 15-20.
- Calderon, A.D., Riu, N.E., Bustamante, J.A., Settepani, V.G. and Perez, S.A., 2004. Phenological observations on 20 poplar clones in Mendoza, Argentina. 22nd Session of the International Poplar Commission, Food and Agriculture Organization of United Nations (FAO), Rome, Italy.
- Cleland, E.E., Chuine, I., Menzel, A., Mooney, H.A. and Mark Schwartz, D., 2007. Shifting plant

Study on phenology and growth characteristics of new poplars clones in Safrabasteh, Gilan province

E. Lashkarbolouki ^{1*}, R. Ghasemi ², S.A. Mosavi Kopar ³, E. Kahneh ⁴ and B. Amanzadeh ³

1* - Corresponding author, Senior Research Expert, Research Division of Natural Resources, Gilan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Rasht, Iran.
E-mail: e.boloukii@yahoo.com

2- Senior Research Expert, Research Institute of Forests and Rangelands, AREEO, Karaj, Iran

3- Assistant Prof., Research Division of Natural Resources, Gilan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Rasht, Iran

4- Assistant Prof., Tea Research Center, Horticultural Sciences Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Lahijan, Iran

Received: 18.07.2017

Accepted: 25.10.2017

Abstract

Characterization of biological attributes of poplars is of essential values for planning afforestation and wood farming projects. Therefore, this study focused on the assessment of their phenology and vegetative potential in Safrabasteh region of Gilan province. The studied trees were planted at 4×4 m intervals in each experimental plot. Each plot was assigned to one poplar clone. Recording the phenology began in the second half of March and ended in December each year. Measuring the growth factors of diameter and height was performed following the annual growth period. The earliest bud opening was observed in *P. euramericana* 45.51 and *P. e.* Pacher clones, whereas the latest was observed in *P. e.* Blanc clone. The seeds distribution of the studied clones started within the first 10 days of June. The biological periods of the clones were different and ranged from the minimum 203 days in *P. e.* 87m119 clone to a maximum of 240 days in *P. e.* Pacher clone. Significant differences were observed amongst the growth factors. The highest diameter, height and volume growths with average production of 22.4 and 21 m³ ha⁻¹ y⁻¹ were observed in two clones of *P. deltoides* Marquette and *P. interamericana*, respectively, While wood production in the control clone (*P. d.* 69.55) was 15.5 m³ ha⁻¹ y⁻¹. The results of this research could be used to guide the future planning on the phenology and growth of poplar clones in Iran.

Keywords: Leaf bud, poplar plantation development, seed distribution, wood production.