

مطالعه مراحل باز شدن جوانه‌ها و سرعت رشد نهال کاج جنگلی (*Pinus sylvestris* L.) در سن‌های مختلف

علیرضا زارع^{۱*} و ولادیمیر آلبرتویچ برینتسوی^۲

*- نویسنده مسئول، استادیار پژوهش، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان خراسان رضوی. پست الکترونیک: alireza1103@yahoo.com

۲- استاد، دانشکده جنگل دانشگاه دولتی مسکو.

تاریخ پذیرش: ۸۷/۳/۷

تاریخ دریافت: ۸۶/۶/۲۴

چکیده

اولین گام برای مطالعه واکنش گیاه به تغییرات طبیعی و مصنوعی محیط از قبیل دما، بارندگی، مواد غذایی، رطوبت خاک و غیره شناخت مراحل فنولوژیکی است. در این پژوهش مراحل فنولوژیکی یکصد اصله نهال کاج جنگلی (*Pinus sylvestris*) هر ۵-۱۰ روز به صورت مشاهده‌ای بررسی گردید. میزان رشد طولی ساقه و برگها به وسیله کولیس و خط‌کش به منظور ترسیم نمودار سرعت رشد اندازه‌گیری شد. به استناد نتایج بدست آمده مراحل جوانه‌زنی نهالهای یک، دو، سه و هفت ساله به ترتیب به ۱۰، ۱۰، ۹ و ۸ قسمت طبقه‌بندی شدند. ترتیب وقوع مراحل فنولوژیکی نهالها در نهال دوساله با نهالهای مسن تر تفاوت اندکی داشت. نمودار سرعت رشد سیگموئیدی نهالهای دوساله نشان داد که بخش میانی ساقه سال قبل تأثیر بیشتری در افزایش ارتفاع این نهالها نسبت به بخش بالایی ساقه (رأس رویشی) سال قبل داشته است. بنابراین هر عاملی که باعث افزایش طول بخش میانی ساقه نهال یکساله گردد به نوبه خود باعث افزایش رشد طولی ساقه اصلی در دوسالگی نیز می‌شود. افزایش طول ساقه نهالهای دوساله در پایان فصل رویش تحت تأثیر مرحله فنولوژیکی رشد نوشاخه تابستانه (Lammas shoot) است. مرحله ظهور جوانه‌های برگی مصادف با حداکثر شدت رشد طولی ساقه نهالها و درختان جوان کاج می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: مراحل فنولوژیکی، زمان جوانه‌زنی، کاج جنگلی، سرعت رشد، نوشاخه تابستانه، سن نهال.

مقدمه

فنولوژیک امکان‌پذیر می‌باشد (Weixing & Hogan, 1997; Bryntsev, 1997).

در حال حاضر برای تعیین زمان اجرای عملیات نگهداری مربوط به تولید نهال و جنگل‌کاری اغلب از تقویم سالیانه استفاده می‌شود (Ivanienka, 1962; Bryntsev, 1994; Malchanov & Smirnov, 1997). با توجه به این که زمان وقوع مراحل فنولوژیک گیاه تحت تأثیر موقعیت جغرافیایی و شرایط آب و هوایی دستخوش تغییراتی می‌گردد، بنابراین تعیین زمانی ثابت براساس

بررسی مراحل فنولوژی و تعیین زمان وقوع آنها در شرایط مختلف زیستی، در جهت تغییرات فیزیولوژی قابل تفسیر بوده و در امر اصلاح و انتخاب پایه‌ها یا دستیابی به تکنیکهای جدید پرورش نهال و جنگل‌کاری ابزاری مفید است. انتخاب زمان مناسب برای تعیین نوع و سرعت عملیات و انتخاب روشهای پرورش نهال در نهالستان، جنگل‌کاری و بررسی تأثیر مفید یا زیان‌بخش این عملیات بر گونه‌های درختی و درختچه‌ای با کمک شناخت مراحل

هدف این بررسی، شناسایی و نام‌گذاری مراحل مختلف فنولوژیکی نهالهای کاج جنگلی (*Pinus sylvestris*) در سن‌های مختلف بود، به‌نحوی که به‌سادگی برای مهندسان و متخصصان جنگل‌کاری قابل تشخیص باشد و استفاده از زمان مراحل فنولوژیکی برای تعیین تاریخ اجرا یا انتقال تجربه عملیات پرورشی برای همگان فراهم گردد.

مواد و روشها

این تحقیق در سال ۲۰۰۶-۲۰۰۵ میلادی (۱۳۸۵-۱۳۸۴ هجری شمسی) در نهالستانی واقع در شهر سرگیو-پاساد در حومه شهر مسکو در کشور روسیه با موقعیت جغرافیایی ۸' و ۵۵° شمالی و ۶' و ۳۷° شرقی و ارتفاع ۵۰۰ متر از سطح دریا به اجرا درآمد. اسیدیتته خاک برابر با ۶/۸±۰/۱ بود. تجزیه عناصر معدنی خاک نشان داد که خاک غنی می‌باشد که در آن میزان پتاسیم ۱۱/۴۷±۰/۱۳ میلی‌گرم در صد گرم، فسفات قابل جذب ۲۴±۰/۰۴ میلی‌گرم در صد گرم خاک و ازت ۴۴±۲ میلی‌گرم در صد گرم خاک می‌باشد. ۴ درصد خاک متشکل از هوموس بود. قبل از کاشت بذر اقدام به پخش کود فسفات به مقدار ۵۰ کیلوگرم در هکتار شد. بذرها قبل از کاشت به مدت ۲ ماه تحت تیمار استراتیفیکاسیون برف قرار داشتند. میزان بارندگی و متوسط دمای شبانه‌روز در فصل رشد سالهای ۱۳۸۴ و ۱۳۸۵ به ترتیب برابر با ۳۵۰ میلی‌متر، ۱۴ درجه سانتی‌گراد، ۳۲۸ میلی‌متر و ۱۱/۲ درجه سانتی‌گراد بود.

مطالعه یادشده براساس روش (Elagin 1961) و (Redco et al. 1983) به اجرا درآمد. طی دو سال متوالی به‌منظور تدوین مراحل فنولوژیکی، نهالهای ۱، ۲، ۳ و ۷ ساله کاج جنگلی (*Pinus sylvestris*) مورد بررسی و نظارت قرار گرفتند. زمان ورود نهالها به هر مرحله فنولوژیکی مصادف با ورود ۵۰ درصد از ۱۰۰ اصله نهال مورد مطالعه به آن مرحله در نظر گرفته شد. به‌منظور

سالنامه برای اجرای روشهای پرورش و نگهداری درختان حتی در یک منطقه امری نادرست بوده و می‌بایست زمان انجام این عملیات با توجه به مراحل رشد و نمو گیاه تعیین گردد. به‌عبارت دیگر، هدف از شناسایی مراحل رشد و باز شدن جوانه (Flushing time)، پیدا کردن زمان مشترک بین متخصصان جنگل‌کاری است، در حالی که زمان تقویمی اجرای عملیات پرورشی برای یک منطقه را نمی‌توان به مناطق دیگر تعمیم داد.

براساس مطالعه Elagin در سال ۱۹۶۱ روش مطالعه مراحل فنولوژیکی چند جنس سوزنی‌برگ تدوین شد که مراحل فنولوژیکی کاج جنگلی به ۷ قسمت تقسیم شده است. البته نتایج بدست آمده پاسخ‌گوی نیازهای کاربردی به استناد مراحل فنولوژیکی نبود. (Redco et al. 1983) و Romanov (2000) به نحوه و روش مطالعه مراحل فنولوژیکی کاج جنگلی یکساله اشاره نموده و مراحل فنولوژیکی را به ۴ مرحله کلی (جوانه‌زنی بذر، رشد ساقه، رشد برگها و رشد ریشه) تقسیم کرده‌اند. به‌منظور استفاده کاربردی از نتایج مطالعه فنولوژی در پرورش نهال به روشی نیاز است که در آن مراحل مهم رشد و نمو گیاه مشخص و زمان بروز آن به‌وضوح قابل مشاهده باشد.

کاج جنگلی به گروه کاج‌های دو برگی تعلق داشته و در شرایط مطلوب ارتفاع آن به ۴۵ متر و قطر آن به ۱ متر می‌رسد. حداکثر رشد طولی سالیانه ساقه (تنه) در محدوده سنی ۱۰ تا ۳۰ سالگی اتفاق می‌افتد. جنگل‌کاری با نهالهای دو و به‌ندرت سه‌ساله انجام می‌شود. طول عمر این درختان بین ۳۵۰ تا ۶۰۰ سال می‌باشد. کاج جنگلی یکی از مهمترین گونه‌های اقتصادی است که رویشگاه آن محدود به عرض جغرافیایی ۴۰ تا ۶۵/۵ درجه شمالی؛ شامل بخش وسیعی از اروپا، منطقه اروپا- آسیای روسیه و مناطق مرکزی ترکیه می‌باشد. شرایط اقلیمی مناسب برای رشد این گیاه مناطق رویشی بسیار سرد مرطوب تا سرد نیمه‌مرطوب است (Antipenko, 2006).

۲- خروج برگچه‌ها از پوسته بذر: ۱۶ تا ۲۰ روز پس از بذرکاری، برگچه‌ها از درون پوسته بذر آزاد شدند.

۳- شکل‌گیری بخش مریستمی انتهایی ساقه: پس از ۲ تا ۴ روز از مرحله قبلی، توده مریستمی (رأس رویشی) در انتهایی ساقه‌چه و میان برگچه‌ها مشاهده گردید.

۴- آغاز رویش برگهای منفرد بر روی ساقه: با گذشت ۶ تا ۷ روز از مرحله سوم همزمان با آغاز شکل‌گیری و مشاهده برگهای منفرد، رشد آهسته طولی ساقه آغاز شد.

۵- شکل‌گیری برگها: با سپری شدن ۸ روز، برگهای منفرد اولیه به‌صورت تجمعی در اطراف ساقه مشاهده گردیدند، البته روند رشد و نمو برگچه‌های منفرد جدید همچنان ادامه داشت. همزمان رشد و نمو ریشه‌های جانبی بر روی ریشه اصلی مشاهده گردید.

۶- تکمیل سیستم ریشه‌ای: با گذشت ۱۶ روز بخشهای اصلی ریشه شامل ریشه اصلی (عمودی) و ریشه‌های جانبی (افقی) شکل اولیه خود را بدست آورده و رشد آنها ادامه داشت، در عین حال برگهای منفرد به‌طور فشرده بر روی ساقه کوتاه در حال ازدیاد بودند.

۷- رشد مجدد ساقه: در اواسط تابستان برای مدت ۱ تا ۳ هفته روند ازدیاد برگهای منفرد و به تبع آن رشد ساقه بسیار کند یا متوقف می‌گردد؛ آنگاه مرحله رشد مجدد ساقه در تعداد زیادی از نهالها آغاز می‌شود.

۸- تشکیل جوانه جانبی: یک هفته بعد از آغاز مرحله رشد مجدد ساقه، اندکی از سلولهای مریستمی (جوانه نهفته) بین برگها و ساقه فعال شده و تعدادی جوانه‌های جانبی بر روی بخش پایینی ساقه ظاهر می‌شوند که در صورت فراهم بودن شرایط محیطی شکوفا شده و شاخه جانبی کوتاهی را تشکیل می‌دهند.

۹- مجزا شدن رأس رویشی از انتهایی ساقه اصلی: در اواخر تابستان برگهای خیلی کوتاه فلس مانند در اطراف رأس رویشی مشاهده شدند که نشانه آغاز تشکیل جوانه اصلی است؛ اما تا پایان فصل رشد فقط ۱۰ درصد از نهالها دارای جوانه اصلی متشکل از فلسها، ساقه جنینی،

ترسیم نمودار سرعت رشد طولی ساقه و برگ نهالهای ۲، ۳ و ۷ ساله، به‌طور تصادفی ۳۰ اصله نهال انتخاب و به‌وسیله خط‌کش مدرج میلی‌متری و کولیس هر ۱۰-۵ روز طول ساقه و سه برگ ثابت در بخش میانی ساقه سال جاری به‌انضمام طول جوانه اصلی در انتهایی فصل رویش اندازه‌گیری شدند. اطلاعات لازم به‌منظور ترسیم نمودار سرعت رشد برای نهالهای دوساله در سالهای ۱۳۸۴ و ۱۳۸۵ و برای نهالهای سه‌ساله و درختان هفت‌ساله در سال ۱۳۸۵ برداشت گردید. نمودارها به‌کمک نرم‌افزار Excel ترسیم شدند. در طول فصل رشد، دمای شبانه‌روز و بارندگی به‌ترتیب به‌وسیله دمانگار و باران‌سنج اندازه‌گیری و ثبت گردید. لازم به‌ذکر است که رطوبت مورد نیاز نهالها به‌طور طبیعی و از طریق نزولات جوی تأمین گردید.

نتایج

فنولوژی نهالهای یکساله

مراحل فنولوژیکی نهالهای بذری یکساله بدلیل شرایط رویشی، با سنین دیگر نهال تفاوت فاحشی دارند. به استناد مشاهده‌ها ۱۰ مرحله فنولوژیکی در سن یک‌سالگی تشخیص داده شد که به‌شرح زیر می‌باشند.

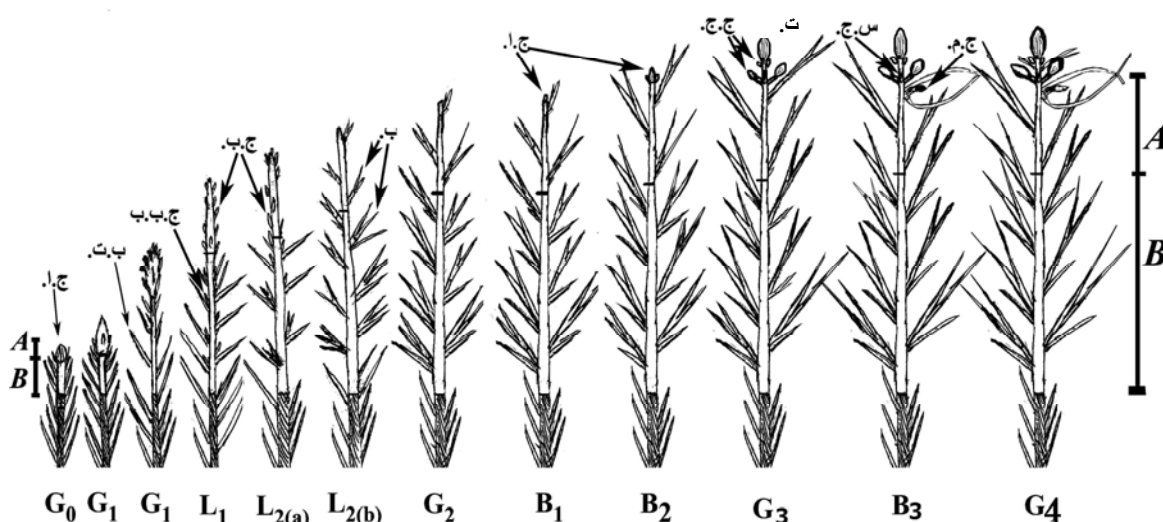
۱- بذرها کاج جنگلی به‌مدت دو ماه در فصل زمستان در زیر برف به‌منظور طی مرحله استراتیفیکاسیون قرار داده شدند آنگاه بعد از آماده کردن زمین به‌وسیله بذرکار در ردیفهای ۵ تایی به فاصله ۲۰ سانتی‌متر در نواری به عرض یک متر کشت گردیده و سپس بر روی بذرها ترکیبی از ماسه نرم، خاک‌برگ و خاک‌اره به ضخامت کمتر از یک سانتی‌متر پاشیده شد. بذرها بعد از گذشت ۸ تا ۱۲ روز کاملاً متورم شده و اولین مرحله فنولوژیکی یعنی مرحله سبز شدن به‌وقوع پیوست و پس از گذشت ۴ تا ۶ روز ساقه‌چه در سطح خاک مشاهده گردید.

تحت شرایط عادی در کاج‌های ۲، ۳ و ۷ ساله به ترتیب ۱۰، ۹ و ۸ مرحله فنولوژیکی به وضوح مشاهده گردید. مطابق شکل ۱ مراحل فنولوژیک شناسایی شده عبارت است از: ۱- خواب زمستانه، ۲- رشد ساقه، ۳- ظهور جوانه‌های برگ، ۴- شکوفایی جوانه برگ، ۵- کندی و اتمام رشد طولی ساقه، ۶- تشکیل جوانه اصلی، ۷- تشکیل جوانه جانبی، ۸- رشد نوشاخه تابستانه (Lammas shoot)، ۹- تشکیل جوانه میان‌برگی و ۱۰- اتمام رشد و نمو.

رأس رویشی در بالای ساقه جنینی و طرح برگی (سلولهای تخصصی برگ) بودند.

۱۰- توقف رشد: با شروع سردی هوا و کوتاه شدن طول روز در ابتدای پاییز، روند رشد و نمو اندامهای هوایی متوقف می‌گردد. البته از نظر مرفولوژیکی فرایند تشکیل جوانه انتهایی به میزان ۹۰ درصد در مرحله میانی یا ابتدایی متوقف گردید.

فنولوژی نهالهای دو و سه‌ساله و درختان جوان هفت‌ساله



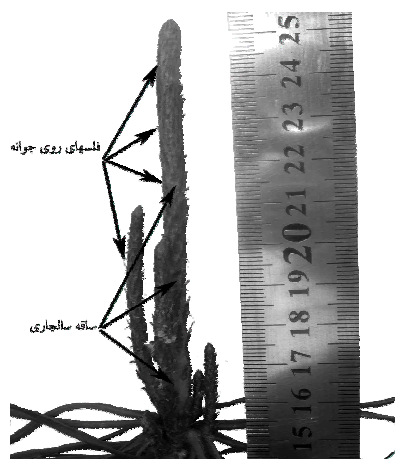
شکل ۱- مراحل فنولوژیکی کاج جنگلی دوساله

ج.ا- جوانه اصلی، ج.ج- جوانه جانبی، ج.م- جوانه میان‌برگی، ج.ب- جوانه برگ، ج.ب.ب- جوانه برگ مجاور برگهای منفرد، ب.ب- برگهای دوتایی، س.ت- نوشاخه تابستانه، ب.ت- برگهای منفرد، ج.س- جوانه رشد یافته، A- رأس رویشی (جوانه اصلی) نهال یکساله، B- بخش میانی ساقه نهال یکساله.

حاصل از افزایش طول بخش میانی (در بردارنده برگهای منفرد) و بخش بالایی (جوانه یا رأس رویشی) ساقه سال قبل است. همان‌گونه که در شکل ۲ مشاهده می‌گردد؛ ساقه جنینی در درون جوانه انتهایی نهالها از سومین سال رویشی به بعد، با شروع این مرحله به سرعت طویل می‌شود، به نحوی که پس از گذشت مدتی از بین فلسهای قهوه‌ای رنگ جوانه، ساقه سال جاری قابل مشاهده است.

۱- خواب زمستانه (G₀): این مرحله که از توقف رشد در ابتدای پاییز سال قبل آغاز شده تا پایان زمستان ادامه می‌یابد.

۲- رشد ساقه (G₁): با اتمام خواب زمستانه رشد ساقه و رأس رویشی در نهالهای دوساله و جوانه اصلی در نهالهای مسن‌تر آغاز می‌گردد. تفاوتی که از نظر فرم رویشی بین نهالهای دوساله با نهالهای مسن‌تر وجود دارد این است که ساقه رشد یافته در دومین فصل رویشی



شکل ۲- رشد ساقه سال جاری حاصل از ساقه جنبینی جوانه در مرحله فنولوژیکی رشد ساقه

قرار دارد. دیگر علامت آغاز این مرحله تغییر رنگ پوسته ساقه از سبز به سبز روشن و قهوه‌ای روشن است.

۶- تشکیل جوانه اصلی (B_1): این مرحله رشد و نمو به‌نحویست که در آن رأس رویشی جوانه اصلی تشکیل می‌شود و فلسه‌های جوانه اصلی به‌وضوح قابل مشاهده‌اند. جوانه تشکیل شده در این مرحله اگر تولید نوشاخه تابستانه نماید تا پایان دومین فصل رشد به رشد طولی و قطری خود ادامه می‌دهد.

۷- تشکیل جوانه جانبی (B_2): در اواسط مرحله تشکیل جوانه اصلی این مرحله آغاز می‌شود. جوانه‌های جانبی بر روی حلقه‌ای دایره‌ای شکل واقع در پایین جوانه اصلی رشد و نمو می‌کنند.

۸- رشد نوشاخه تابستانه (G_3): این مرحله در بیشتر نهالهای دوساله و به‌ندرت در نهالهای سه‌ساله مشاهده گردید، در پایین جوانه اصلی و بالای حلقه اول جوانه‌های جانبی ساقه‌ای کوتاه شکل گرفت که به آن نوشاخه تابستانه اطلاق می‌شود، طول این ساقه ممکن است حتی به چند سانتی‌متر برسد. علاوه بر این تعدادی برگ جدید، دومین و حتی سومین حلقه جوانه‌های جانبی بر روی نوشاخه تابستانه ظهور می‌کنند. ظهور نوشاخه تابستانه چند میلی‌متری در تعداد بسیار اندکی از نهالهای مسن‌تر دیده شد، ولی به‌علت عمومی نبودن آن، مرحله رشد

۳- ظهور جوانه‌های برگی (L_1): در اواسط مرحله رشد ساقه این مرحله با ظهور جوانه‌های رویشی برگهای دوتایی و به‌ندرت سه‌تایی آغاز می‌شود. در نهالهای دوساله با توجه به محل ظهور، تعدادی از این جوانه‌های برگی بین برگهای منفرد و ساقه پدیدار می‌شوند که به آنها جوانه برگی مجاور برگهای منفرد اطلاق می‌شود. بقیه که از سلولهای طرح برگی جوانه اصلی منشأ گرفته‌اند، جوانه برگی نامیده می‌شوند.

۴- شکوفایی جوانه برگی (L_2): در این مرحله جوانه برگی به‌قدری رشد یافته که برگهای سوزنی دوتایی و سه‌تایی (به‌ندرت در نهالهای دوساله) پوسته جوانه را پاره کرده و رشد طولی خود را آغاز می‌کنند. جوانه‌های برگی مستقر در قسمت‌های پایین‌تر نسبت به آنهایی که در قسمت انتهایی ساقه مستقرند، ۲ تا ۴ روز زودتر وارد این مرحله می‌شوند.

۵- کندی و سپس اتمام رشد طولی ساقه (G_2): این مرحله با اتمام کامل پارگی جوانه‌های برگی همراه بود. نشانه آن در نهالهای دوساله، عدم مشاهده جوانه برگی جدید در انتهای ساقه و مشاهده فلسه‌های جدید و کوچک جوانه در انتهای ساقه می‌باشد؛ در نهالهای سه‌ساله و مسن‌تر، مرحله یادشده پس از مرحله تشکیل جوانه جانبی

به سبز تیره و انتهای آنها به زردی یا قهوه‌ای روشن تغییر رنگ داد. همچنین رنگ پوسته ساقه که در ابتدا و اواسط فصل سبز بود به قهوه‌ای تبدیل شد.

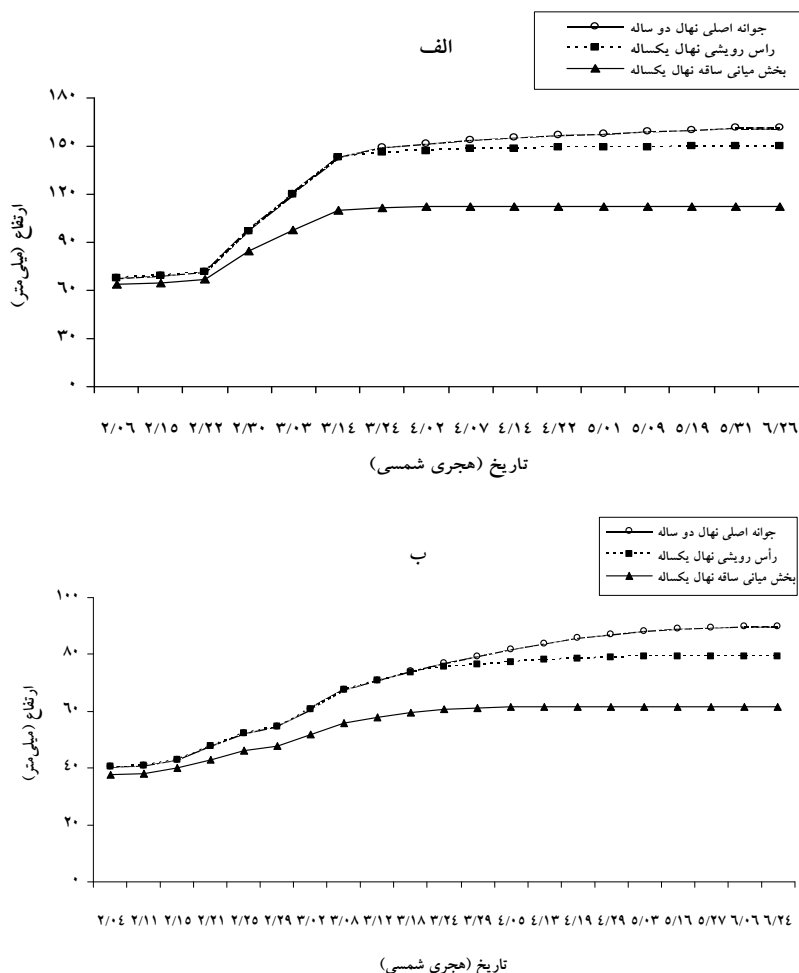
نمودار سرعت رشد طولی

همان‌گونه که در شکل ۳ مشاهده می‌گردد، نمودار سیگموئیدی رشد نهالهای ۲ ساله نشان می‌دهد که بیشترین رشد ارتفاعی نهال تا اواسط خردادماه ادامه می‌یابد. پس از آن افزایش ارتفاع بیشتر متأثر از رشد طولی ساقه با منشأ رأس رویشی نهال یکساله و رشد طولی جوانه اصلی نهال دوساله می‌باشد.

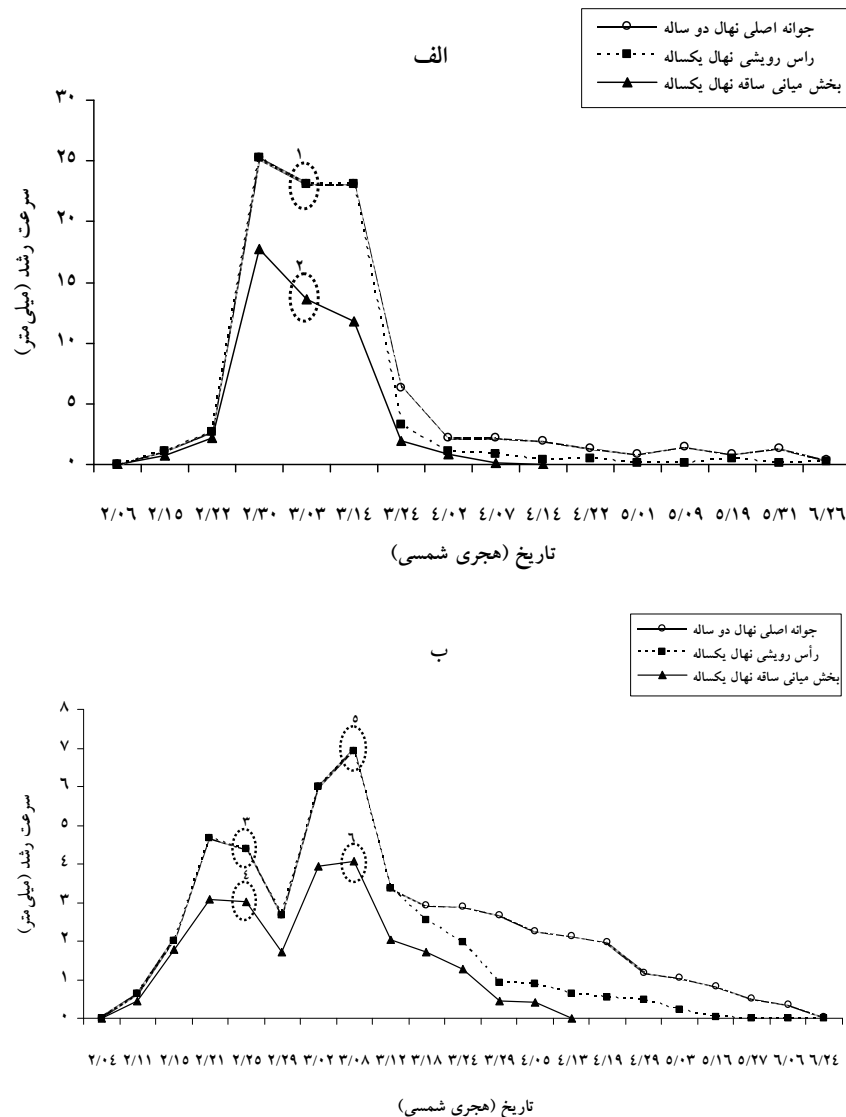
نوشاخه تابستانه در مراحل فنولوژیکی نهالهای بیشتر از سه سال لحاظ نگردید.

۹- تشکیل جوانه میان‌برگی (B_3): این مرحله در نهالهای ۲ ساله دیده می‌شود، به نحوی که جوانه نهفته بین برگهای سوزنی دو یا سه‌تایی در تعدادی از آنها که زیر و نزدیک حلقه جوانه جانبی قرار دارند تحریک شده و رشد کردند که نتیجه آن ظهور جوانه‌های میان‌برگی بود.

۱۰- اتمام رشد و نمو (G_4): با سرد شدن هوا و کاهش طول روز؛ رشد اندامهای هوایی (حتی اگر اندامها به رشد نهایی خود نرسیده باشند) متوقف می‌گردد. رنگ برگهای جوان که رشدشان به اتمام نرسیده از سبز روشن



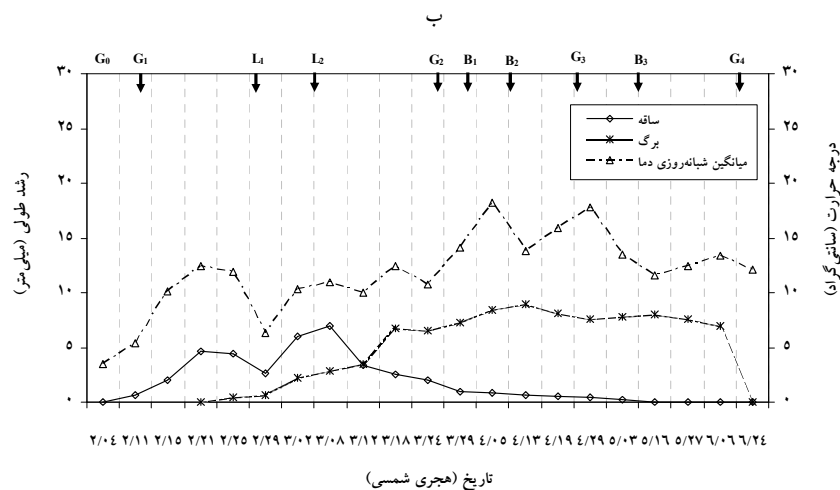
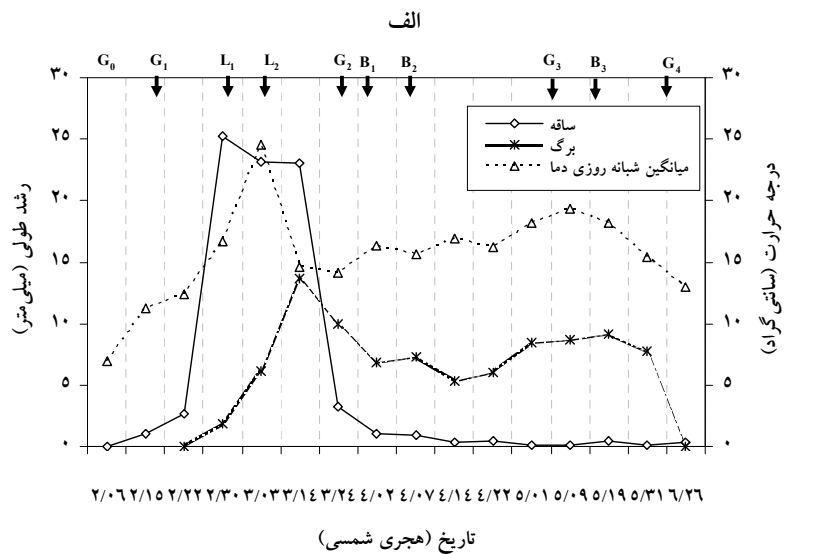
شکل ۳- منحنی سیگموئیدی رشد ارتفاعی نهالهای دوساله و سهم بخشهای مختلف نهال یکساله: الف- سال ۱۳۸۴، ب- سال ۱۳۸۵



شکل ۴- تأثیر بخشهای مختلف ساقه اولین فصل رشد بر رشد سال جاری ساقه نهال دوساله: الف- سال ۱۳۸۴، ب- سال ۱۳۸۵

با در نظر گرفتن منحنی متوسط دمای شبانه‌روز در شکل ۵ ملاحظه می‌شود که افزایش و کاهش نامطلوب دما به ترتیب تأثیر بیشتری در افت سرعت رشد در نقطه‌های ۱ و ۳ نسبت به نقطه‌های ۲ و ۴ دارد و بعکس افزایش دما تا حد مطلوب تأثیر بیشتری در افزایش سرعت رشد طولی ساقه در نقطه ۵ نسبت به نقطه ۶ دارد.

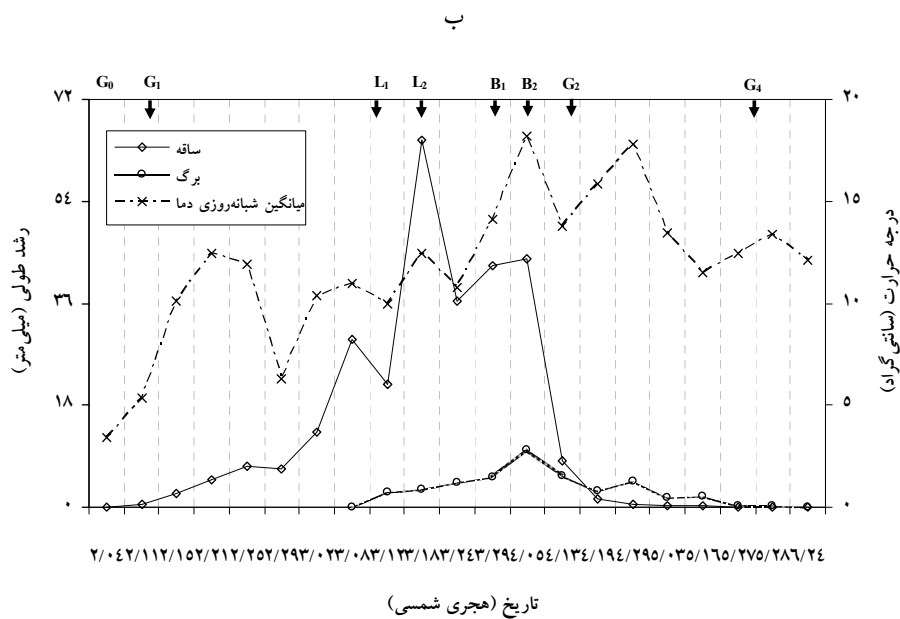
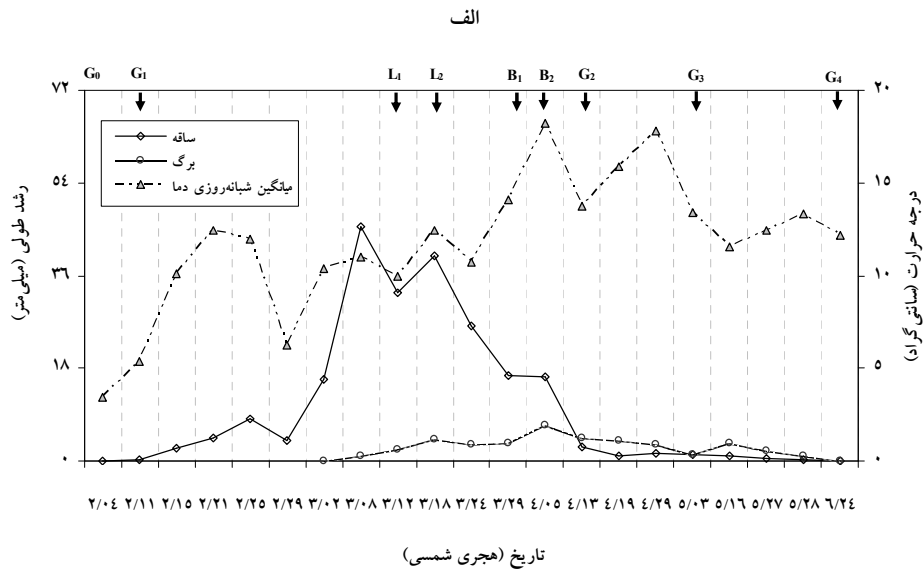
شکل ۴ نشان‌دهنده سهم بخشهای مختلف ساقه یکساله در سرعت رشد ساقه سال جاری نهالهای دوساله می‌باشد. همان‌گونه که ملاحظه می‌شود با توجه به شدت تغییرات در نقاط ۱، ۳ و ۵ نسبت به نقاط ۲، ۴ و ۶ می‌توان نتیجه گرفت که سرعت رشد بخشی از ساقه سال جاری نهال دوساله که از رأس رویشی نهال یکساله بوجود می‌آید نسبت به عوامل محیطی حساستر از قسمتهای دیگر است.



شکل ۵- نمودار سرعت رشد نهالهای دوساله: الف- سال ۱۳۸۴، ب- سال ۱۳۸۵

شکل‌های ۵ و ۶ بیانگر تفاوت بین نحوه رشد نهالهای دوساله با سه‌ساله و مسن‌تر هستند. در ابتدای مرحله رشد ساقه در کاج‌های سه‌ساله و مسن‌تر سرعت رشد کندتر از نهالهای دوساله است. نمودار سرعت رشد نهالهای دوساله مایل به چپ، اما کاج‌های سه و هفت‌ساله مایل به راست است.

شکل ۵ بیانگر این است که سرعت رشد طولی در محدوده زمانی ۲/۳۰ تا ۳/۰۳ سال ۱۳۸۴ و ۲/۲۵ تا ۳/۰۲ سال ۱۳۸۵ در اوج مرحله رشد طولی با افت سرعت مواجه شده است که دلیل آن در سال ۸۴ افزایش متوسط دمای شبانه‌روز (بیش از ۲۰ درجه سانتی‌گراد) و در سال ۸۵ کاهش متوسط دمای شبانه‌روز (کمتر از ۱۰ درجه سانتی‌گراد) بوده است.



شکل ۶- نمودار سرعت رشد طولی ساقه و برگ: الف- سه‌ساله و ب- هفت‌ساله در سال ۱۳۸۵

برگهای نهالهای مسن‌تر شود. بنابراین سرعت رشد طولی برگها در دو زمان، یکی اواخر مرحله رشد طولی ساقه و دیگری اواخر فصل رشد، پس از مرحله تشکیل جوانه جانبی بیشتر از دیگر مراحل فنولوژیکی بوده است.

همان‌گونه که در شکل‌های ۵ و ۶ ملاحظه می‌گردد، پس از آغاز فصل رشد، مرحله ظهور جوانه‌های برگگی با افزایش سن دیرتر آغاز می‌گردد. با توجه به این وضعیت و سرعت رشد زیاد برگهای نهالهای دوساله نسبت به نهالهای مسن، طول برگهای این نهالها دو برابر طول

بحث

کیفیت نهالهای دوساله کاج جنگلی، حداقل ۵۰ درصد متأثر از شرایط رویشی و پرورش نهالهای یکساله است. بنابراین هر عاملی که باعث افزایش رشد طولی بخش میانی ساقه نهالهای یکساله شود به طور غیر مستقیم بر افزایش ارتفاع نهالهای دوساله تأثیر مثبت می‌گذارد.

در دوره بین مراحل فنولوژیکی ظهور جوانه‌های برگی و شکوفایی جوانه برگی (L_1-L_2)، کاهش متوسط دمای شبانه‌روز از ۱۰ درجه سانتی‌گراد (سرما دیررس) تأثیر منفی بر روند سرعت رشد طولی ساقه نهالها گذاشت. این اثر سوء بر نهالهای دوساله به مراتب شدیدتر از نهالهای مسن‌تر بود، چرا که مصادف است با اوج منحنی سرعت رشد (کارایی رشد؛ Growth efficiency) این نهالها، در حالی که منحنی سرعت رشد نهالهای مسن‌تر با تأخیر به نقطه اوج می‌رسد. از این رو شناخت زمان وقوع جوانه‌زنی و دیگر مراحل رشد طولی در درختان پایه مادری و نهالهای نهالستان در انتخاب و اصلاح نهالهای سریع‌الرشدتر مؤثر می‌باشد. چرا که آغاز زود هنگام این مرحله احتمال تأثیر سوء سرمای دیررس را بر رشد ارتفاعی نهال افزایش می‌دهد. از سوی دیگر شروع دیر هنگام این مرحله باعث می‌شود که فرصت مناسب برای رشد ارتفاعی نهال کم شود.

دمای هوا عامل بسیار مهمی در تعیین زمان وقوع مراحل فنولوژیکی و سرعت رشد در گیاهان مناطق معتدل می‌باشد (Burczyk & Chalupka, 1997)، به نحوی که کاهش یا افزایش آن باعث تغییراتی در زمان وقوع و طول دوره مراحل مختلف فنولوژیکی می‌شود (Mutke et al., 2003). متوسط دمای شبانه‌روز مطلوب و مؤثر بر رشد طولی ساقه، در زمان کارایی رشد نهالهای دو و سه‌ساله و درختان جوان بین ۱۰ تا ۲۰ درجه سانتی‌گراد تعیین

عوامل محیطی مانند دما و طول روز به همراه عوامل درونی درختان در مناطق معتدله باعث وقوع خواب زمستانه می‌شوند. بیشتر نهاندانگان و بخش قابل توجهی از گونه‌های سوزنی‌برگ پس از گذراندن مقدار معینی از دوره سرما در طول زمستان آماده ورود به مرحله جوانه‌زنی می‌شوند (Heide, 2003). میزان دوره گرمایی مورد نیاز برای جوانه‌زنی پس از سپری شدن یخبندانهای زمستانه، براساس متوسط دمای شبانه‌روز بیش از صفر درجه سانتی‌گراد محاسبه گردید (Heide, 1993). نهالهای کاج جنگلی در منطقه اجرای طرح پس از گذراندن ۲۲۷-۲۴۰ درجه-روز گرمایی بیشتر از صفر فیزیولوژیکی، وارد مرحله جوانه‌زنی شدند (Redko et al., 1983). در این شرایط با افزایش دمای هوا وقتی که متوسط دمای شبانه‌روز بیش از ۳-۶ درجه سانتی‌گراد شد، رشد رویشی جوانه‌ها در ابتدای مرحله جوانه‌زنی مشاهده گردید (Hänninen, 1995; Romanov, 2000).

ساقه نهال یکساله به سه بخش پایینی، میانی و بالایی (رأس رویشی) تقسیم می‌شود. ۱:۲ تا ۱:۳ ارتفاع نهال در سال اول مربوط به بخش پایینی ساقه است. در سال دوم افزایش ارتفاع از دو بخش میانی و بالایی ساقه سال قبل حاصل می‌شود؛ در نتیجه بین رشد سال اول و دوم ساقه نهالهای دوساله کاج جنگلی، مرز مشخصی دیده نمی‌شود (Чепик, 1972). منشأ بخش اعظم رشد طولی ساقه در نهالهای دوساله از بخش میانی ساقه سال قبل حاصل می‌شود که سهم آن بین ۵۰ تا ۷۰ درصد افزایش ارتفاع نهال در سن دو سالگی است (Чепик, 1972). نمودارهای سرعت رشد بدست آمده در این مطالعه ضمن تأیید مطلب یادشده این واقعیت را نشان می‌دهد که بهبود

منابع مورد استفاده

- گردید. متوسط دمای شبانه‌روز بیشتر یا کمتر از این مقدار باعث کاهش سرعت رشد طولی ساقه سال جاری شده و در نتیجه تأثیر منفی بر ارتفاع نهال تولید شده می‌گذارد. طی تحقیقی بر روی کاج بادامی در منطقه اسپانیا تأیید شده است که افت متوسط دمای شبانه‌روز به ۱۰ درجه سانتی‌گراد در دوره رویشی ساقه به‌ویژه در زمان کارآیی رشد، باعث کاهش سرعت رشد ساقه می‌شود (Mutke *et al.*, 2003).
- شروع یک مرحله جدید فنولوژیکی دال بر اتمام مرحله قبلی نیست. به‌عنوان نمونه مرحله شکوفایی جوانه برگی که آغاز رشد برگهاست تا پایان فصل رشد ادامه می‌یابد و با آغاز مرحله رویشی بعدی، رشد طولی برگهای سوزنی متوقف نمی‌شود. از این رو انجام عملیات پرورشی که هدف آن افزایش یا کاهش رشد و نمو اندام خاصی باشد، ممکن است تأثیر سوئی بر روند رویشی اندام دیگر گیاه بگذارد. شناخت این فرایند بر افزایش بهره‌وری روشهای مورد استفاده در پرورش نهال و جنگل‌کاری تأثیر بسزایی دارد. علاوه بر این، شناخت مراحل فنولوژیکی در شناخت تغییرات اقلیمی و چگونگی پایداری اکوسیستم جنگل کاربرد گسترده‌ای دارد (Hänninen, 1995).
- Antipenko, T.A., 2006. Encyclopedia of forest. 416 p.
- Bryntsev, V.A., 1994. Top dressing of seedling pine in view of phenological stages. Leskhoz informatsia, 4: 30-32.
- Bryntsev, V.A., 1997. Value of phenological phases at cultivation of *Pinus sibirica*. Leskhoz informatsia, 8: 8-16.
- Burczyk, J. and Chalupka, W., 1997. Flowering and cone production variability and its effects on parental balance in a Scots pine clonal seed orchard. Ann. Sci. For., 54: 129-144.
- Чепик, ф.А., 1982. Биология развития и типы морфогенеза побегов древесных растений: Учебное пособие с элементами НИРС.- Л: ЛТА, 72 С.
- Elagin, E.N., 1961. Definition technique of phenological phases at coniferous. Botanicheski journal, 46: 984-992.
- Ivanienka, B.E., 1962. Phenology of Trees and Shrubs. Selkhoz-izdatelstva 148 p.
- Hänninen, H., 1995. Effects of climatic change on trees from cool and temperate regions: an ecophysiological approach to modelling of bud burst phenology. Can. J. Bot., 73: 183-199.
- Heide, O.M., 1993. Daylength and thermal time responses of budburst during dormancy release in some northern deciduous trees. Physiol. Plant., 88: 531-540.
- Heide, O.M., 2003. High autumn temperature delays spring bud burst in boreal trees, counterbalancing the effect of climatic warming. Tree Physiol., 23: 931-936.
- Malchanov, A.L. and Smirnov, V.V., 1967. Studying Technique of Wood Plants Growth. Nauka, 100 p.
- Mutke, S., Gorado, J., Climent, J. and Gill, J., 2003. Shoot growth and phenology modeling of grafted Stone pine (*Pinus pinea* L.) in inner Spain. Ann. For. Sci., 60: 527-537.
- Redco, G.E., Ogiefski, D.B., Nakvana, E.N. and Romanov, E.M. 1983. Bioecological Bases of Cultivation Pine and a Fur-trees Seedlings. Lesnoi, 64 p.
- Romanov, E.M., 2000. Cultivation seedlings wood plants. Nauchnae izdanie, 500 p.
- Weixing, T. and Hogan, G.A., 1997. Physiological and morphological responses to nitrogen limitation in jack pine seedlings: potential implications for drought tolerance. New Forests, 14: 19-31.

Flushing time and growth rate of *Pinus sylvestris* seedlings

A. Zare^{1*} and V.A. Bryntsev²

1*- Corresponding author, Assistant Prof., Research Center of Agricultural and Natural Resources of Khorasan Razavi province.

E-mail: alireza1103@yahoo.com

2- Professor, Forest Faculty of Moscow State University.

Abstract

Identification of phenological stages is the first step to study the plant response to environmental changes, such as climate, temperature, precipitation, fertilization, irrigation and biological control. In order to identify the phenological stages, 100 seedlings were studied at 5-10 days intervals. Stem and leaf length growth were measured by ruler and caliper to draw growth rate curve. Results showed that annual, biennial and 3- years old and older up to productive age of *Pinus sylvestris* were classified into 10, 10, 9 and 8 groups, respectively. Time of phenological stages was slightly different between biennial and older seedlings. Sigmoidal growth curve of biennial seedlings revealed that the effect of middle part of last year stem on increased seedling height was more than upper part (apical meristem). Hence any parameter that increases middle part of annual seedling will consequently increase the length growth of biennial seedlings. Stem elongation was affected by phenological stage of lammas shoot at the late growth season. Appearance of leaf buds coincides maximum length growth of seedling stem and young trees.

Key words: phenological stages, flushing time, *Pinus sylvestris*, growth rate curve, lammas shoot, seedling age.