



ارزیابی شدت فعالیت کامبیوم در نهال‌های صنوبر دلتوئیدس به وسیله روش سوزن‌زنی

*بابک نصرتی^۱، کامبیز پورطهماسی^۲، داود پارسا پزوه^۳ و علی‌نقی کریمی^۳

^۱مربی گروه علوم و صنایع چوب و کاغذ، دانشگاه زابل، ^۲دانشیار گروه علوم و صنایع چوب و کاغذ، دانشگاه تهران،
^۳استاد گروه علوم و صنایع چوب و کاغذ، دانشگاه تهران
تاریخ دریافت: ۸۹/۲/۱؛ تاریخ پذیرش: ۸۹/۶/۲۸

چکیده

در این پژوهش تشکیل چوب در نهال‌های صنوبر دلتوئیدس (*Populus deltoides*) کاشته شده در روستای دهکا از توابع شهرستان آستانه‌اشرفیه در استان گیلان در سال رویشی ۱۳۸۷ مطالعه شد. نمونه‌برداری در سه نهال و در سه حد ارتفاعی ۰/۵، ۱/۵ و ۲/۵ متری از سطح زمین با وارد کردن سوزن در بافت کامبیوم (روش سوزن‌زنی) صورت گرفت. در روش سوزن‌زنی دانستن چگونگی عکس‌العمل کامبیوم در برابر زخم ایجاد شده، ضروری می‌باشد. نمونه‌برداری از اول فروردین‌ماه ۱۳۸۷ تا اول آبان‌ماه همان سال و به صورت ماهانه انجام شد. مطابق آزمایش و اندازه‌گیری مقاطع زیرمیکروسکوپ نوری، شروع فعالیت کامبیوم در هر سه درخت تقریباً با باز شدن جوانه انتهایی در فروردین‌ماه هم‌زمان بود و پایان فعالیت کامبیومی هم‌زمان با به خواب رفتن جوانه‌ها در آخر مهرماه بود. یک ماه بعد از توقف فعالیت کامبیوم برگ‌ها به‌طور کامل ریزش نمود. با توجه به نمودارهای گومپرتز بیش‌ترین درصد رویش روزانه در ارتفاع‌های مختلف نهال‌ها در تیرماه پیش‌بینی می‌شود در حالی که مقادیر اندازه‌گیری شده بیش‌ترین درصد رویش ماهانه ارتفاع بالا را در تیرماه و ارتفاع‌های میانی و پایینی نهال‌ها را در مردادماه نشان می‌دهد، که شدت فعالیت کامبیوم با میانگین بارندگی ماهانه در ماه‌های تیر و مرداد به‌طور مثبت همبستگی دارد. مطابق با نمودارهای گومپرتز زمان‌بندی تولید چوب طی فصل رویش برای ارتفاع‌های ۲/۵ متری و ۱/۵ متری از سطح زمین نسبت به ارتفاع ۰/۵ متری مشابه‌تر بود. در ارتفاع‌های بالایی و میانی نسبت به ارتفاع پایینی نهال‌ها، فعالیت کامبیومی زودتر شروع می‌شود و دیرتر از آن به پایان می‌رسد.

واژه‌های کلیدی: فعالیت کامبیوم، روش سوزن‌زنی، صنوبر دلتوئیدس، تابع گومپرتز، استان گیلان

*مسئول مکاتبه: nosrati_babak@yahoo.com

مقدمه

افزایش در قطر درختان، ناشی از فعالیت کامبیوم و تولید سلول‌های چوب و آبکش جدید است (پنشین و دزیو، ۱۹۸۰). جمع‌آوری اطلاعات دقیق از فعالیت پویای کامبیوم از شروع تا پایان فعالیت کامبیوم و نیز مراحل تمایز سلولی در طی فصل رویش درختان یکی از اهداف محققان علم چوب‌شناسی می‌باشد. در این زمینه ابزارهای مختلفی مورد آزمایش قرار گرفت، یکی از این وسایل اسکنه لوله‌ای شکل باریکی است که برای خارج کردن نمونه‌های استوانه‌ای به قطر ۱۰ میلی‌متر به‌طور هفتگی یا ۲ هفته یک‌بار از بافت کامبیوم درختان بلوط اروپایی (اکشتاین، ۱۹۸۳) و درختان تیک در شمال تایلند (پومی‌جومونگ، ۱۹۹۶) به‌کار برده شد (سئو و همکاران، ۲۰۰۷). وسیله دیگر یک سوزن مخصوص به قطر ۱/۲ میلی‌متر است که در جراحی کاربرد داشته و برای بررسی روند فعالیت کامبیوم در طی یک دوره رویش استفاده شد (پترسن و اکشتاین، ۱۹۸۸). ایده وارد آوردن زخم به کامبیوم به‌وسیله یک سوزن باریک که از میان پوست وارد کامبیوم و بافت چوب درخت می‌شود به‌وسیله وولتر (۱۹۶۸) ابداع شد (سئو و همکاران، ۲۰۰۷) و بعدها به‌وسیله یوشیمورا و همکاران (۱۹۸۱)، کورودا و شیماجی (۱۹۸۵)، نوبوچی و همکاران (۱۹۹۵)، دونیش و همکاران (۱۹۹۹)، دونیش و همکاران (۲۰۰۲)، اشمیت و همکاران (۲۰۰۰)، اشمیت و همکاران (۲۰۰۴)، گریکار و همکاران (۲۰۰۵) و ورف‌فاندر و همکاران (۲۰۰۷) به‌کار برده شد، که امروزه به روش سوزن‌زنی^۱ معروف است.

فونادا و همکاران (۲۰۰۲) گزارش کردند که فعالیت مجدد سلول‌های کامبیوم با تغییر در مقادیر کلی هورمون‌های گیاهی همراه نیست و به این نتیجه رسیدند که فاکتورهای بیرونی بیش‌تر از هورمون‌ها ممکن است فعالیت مجدد بافت کامبیوم را کنترل کنند. پیش از این تصور می‌شود که اوج سرعت رویش در گرم‌ترین روزهای سال می‌باشد اما روسی و همکاران (۲۰۰۶b) در بررسی روی گونه‌های اصلی سوزنی‌برگ نیم‌کره شمالی به این نتیجه رسیدند که اوج سرعت رویش در زمانی که طول روز حداکثر باشد روی می‌دهد. ونیوگوپال و لیانگ‌کوانگ (۲۰۰۷) با پژوهش بر روی گونه دنلیا اندیکا^۲ در هندوستان گزارش کردند که شروع فعالیت کامبیومی ۱۵ روز بعد از جوانه زدن برگ‌های جدید و جوانه‌ها دیده شد. بین افتادن برگ‌ها و خواب کامبیومی همبستگی وجود دارد. همچنین میانگین حداقل دمای ماهانه نقش مهم‌تری نسبت به بارندگی و رطوبت نسبی در فعالیت کامبیومی این

1. Pinning

2. *Dillenia Indica* L.

گونه دارد. گریکار و همکاران (۲۰۰۷) اثر تیمار حرارتی گرم و سرد را بر نوئل نروژی بررسی کرده و مشاهده نمودند که تیمار حرارتی گرم اگرچه سرعت تقسیم سلولی در ابتدای فصل رویش را افزایش می‌دهد اما مدت فعالیت کامبیوم در آخر دوره رویشی را افزایش نمی‌دهد و تیمارهای دمای پایین فعالیت منظم کامبیومی را کوتاه و تولید سلول را کند می‌کنند؛ در مقایسه با نمونه شاهد، حلقه رویشی در نمونه‌های گرم شده پهن‌تر از نمونه‌های با تیمار سرد بود. کاتو و همکاران (۲۰۰۶) تشکیل چوب در ۵ ارتفاع در امتداد تنه کاج رادیاتا را بررسی کردند و به این نتیجه رسیدند که سلول‌های کامبیومی در پایین درختان ۳/۳ مرتبه آهسته‌تر از ناحیه تاج تقسیم می‌شوند و ضخامت دیواره سلول‌ها در پایین تنه بیش‌تر است. هدف از انجام این پژوهش، بررسی روند تشکیل چوب در زمان‌های مختلف یک فصل رویش در نهال‌های صنوبر دلتوئیدس و تعیین زمان شروع و خاتمه فعالیت کامبیوم در سه ارتفاع ۰/۵، ۱/۵ و ۲/۵ متری در امتداد تنه نهال‌های تازه کاشته شده صنوبر دلتوئیدس با روش سوزن‌زنی بود. تا یک الگوی درستی از روند فعالیت کامبیوم (آغاز، پایان و حداکثر سرعت رویش روزانه) در نهال‌های صنوبر تهیه شود.

مواد و روش‌ها

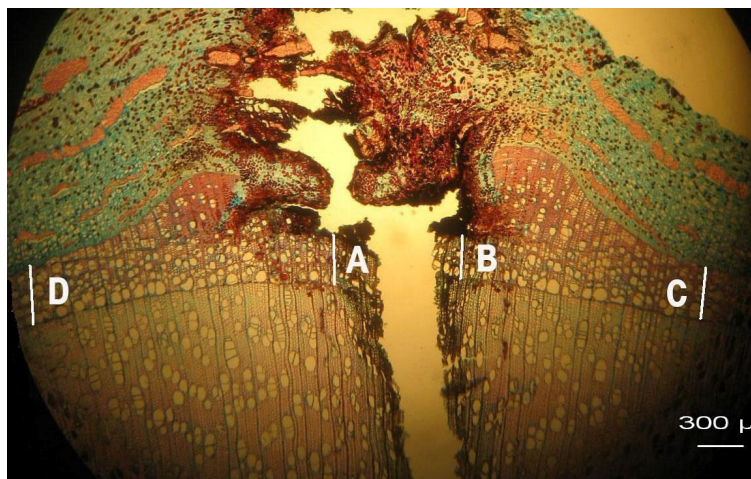
در این پژوهش ۳ نهال دوساله صنوبر دلتوئیدس کلن ۶۹-۵۵، از مرکز تحقیقات منابع طبیعی صفرا بسته شهرستان آستانه‌اشرفیه در استان گیلان تهیه و در روستای دهکا از توابع این شهرستان کاشته شد. پس از آن با استفاده از روش سوزن‌زنی در هر نهال در سه ارتفاع ۰/۵، ۱/۵ و ۲/۵ متری از سطح زمین در طی فصل رویشی سال ۱۳۸۷ از اول فروردین‌ماه تا اول آذرماه، سوزن‌زنی کامبیوم به‌طور ماهانه صورت گرفت. در پایان آذرماه نهال‌ها بریده شد. در هر ارتفاع نمونه‌های ۱×۱×۲ سانتی‌متری دارای یک کانال سوزن‌زنی با تاریخ معین، تهیه گردید و پس از دست‌بندی کردن در محلول تثبیت قرار داده و به آزمایشگاه بیولوژی چوب گروه علوم و صنایع چوب و کاغذ دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران منتقل شد. در آزمایشگاه پس از نفوذ پارافین در نمونه‌ها با دستگاه میکروتوم، برش‌هایی با ضخامت ۸ میکرون تهیه و با سافرائین و استرایلو رنگ‌آمیزی شد (ورف‌فاندر و همکاران، ۲۰۰۷؛ روسی و همکاران، ۲۰۰۶a).

روش سوزن‌زنی: روش سوزن‌زنی در درختان بر پایه این واقعیت قرار دارد که کامبیوم درختان به‌میزان زیادی نسبت به صدمات خارجی حساس می‌باشد. با توجه به این مطلب با وارد کردن یک سوزن به قطر ۱/۲ میلی‌متر از میان پوست و کامبیوم به داخل بافت چوب یک درخت سرپا در زمان‌های مختلف

فصل رویش، بافت کامبیوم را به‌طور پویا می‌توان مورد بررسی قرار داد. در نتیجه وارد کردن سوزن و نشان‌دار کردن بافت کامبیوم، در دو طرف کانال ناشی از فرو کردن سوزن فعالیت کامبیوم متوقف می‌شود و در این ناحیه سلول جدید تشکیل نمی‌شود، در حالی‌که سایر نواحی حلقه کامبیومی به فعالیت خود ادامه می‌دهد. با مقایسه این دو ناحیه می‌توان میزان تشکیل چوب را در طی یک دوره زمانی مشخص تعیین نمود. برای جلوگیری از یکی شدن و درهم رفتن زخم ایجاد شده ناشی از دو سوزن مجاور، فاصله افقی و عمودی سوزن‌ها از یکدیگر ۲ سانتی‌متر بود (اشمیت و همکاران، ۲۰۰۴). **بررسی میکروسکوپی:** فرو بردن یک سوزن در میان منطقه کامبیومی و در داخل جوان‌ترین بافت چوبی بر همه سلول‌های زنده در امتداد کانال سوزن‌زنی تأثیر می‌گذارد و موجب تغییراتی در ساختمان و شکل سلول‌های زنده این ناحیه می‌شود که شدت و کیفیت این تغییرات در داخل و در بین گونه‌های مختلف متفاوت است (سئو و همکاران، ۲۰۰۷). در واقع این تغییرات است که در اغلب موارد شناسایی میکروسکوپی آخرین سلول‌های چوبی تشکیل شده را آسان می‌سازد. در این پژوهش کامبیوم نواحی اطراف کانال سوزن‌زنی به سرعت مردند و تشکیل چوب بیشتر متوقف شد. تداخلی از سوزن‌زنی‌های مجاور مشاهده نشد. فاصله بین مرز سیاه ناشی از سلول‌های مرده و فاسد شده و مرز رویش سال قبل برای تعیین مقدار حلقه رویش تشکیل شده به‌کار رفت. به‌دلیل نمونه‌برداری ماهانه، تاریخ دقیق (به روز) شروع و خاتمه رویش قابل تعیین نبود.

اندازه‌گیری و استاندارد کردن: با توجه به قطر کم نهال‌های صنوبر نسبت به درختان قطور، در تمام نمونه‌ها پدیده برون‌مرکزی مشاهده شد که به‌طور قابل ملاحظه‌ای برآورد میزان رویش در ماه‌های مختلف سوزن‌زنی را با مشکل و خطا روبرو می‌کرد. برای این منظور در تمام نمونه‌ها مطابق شکل ۱ فاصله‌های A و B که نشان‌دهنده میزان رویش تا تاریخ سوزن‌زنی بود با میکروسکوپ نوری اندازه‌گیری شد همچنین فاصله‌های C و D که نشان‌دهنده پهنای حلقه رویش در همان سال بود کمی دورتر از کانال سوزن‌زنی اندازه‌گیری گردید. به‌دلیل وجود برون‌مرکزی میانگین طول‌های A و B در ماه‌های متوالی یک فصل رویش به‌جای افزایش ممکن است کاهش قابل ملاحظه‌ای را نشان دهد (تشکیل چوب منفی شود) که برای رفع این اشکال رویش نسبی استاندارد محاسبه گردید که به درصد بیان می‌شود (سئو و همکاران، ۲۰۰۷).

$$RG = \frac{A+B}{C+D} \times 100 \quad (1)$$



شکل ۱- اندازه‌گیری رویش نسبی مقاطع عرضی در اطراف کانال سوزن‌زنی، **A** و **B**: میزان رویش حلقه قبل از تاریخ سوزن‌زنی و **C** و **D**: پهنای حلقه رویش در انتهای فصل رویش.

شاخص کردن مقادیر: از داده‌های به‌دست آمده طبق رابطه (۱) اطلاعات مهمی را مانند آغاز و پایان فعالیت کامبیوم و نیز مدت زمان فعالیت کامبیوم در طی یک فصل رویش می‌توان به‌دست آورد. ولی چون داده‌ها به‌طور ماهانه بود با استفاده از تابع رشد گمپرتز^۱ (رابطه ۲) این داده‌ها به‌طور پیوسته برآورد گردید (روسی و همکاران، ۲۰۰۳؛ سئو و همکاران، ۲۰۰۷؛ ورف‌فاندر و همکاران، ۲۰۰۷).

$$Y = A \exp[-e(B - Kt)] \quad (2)$$

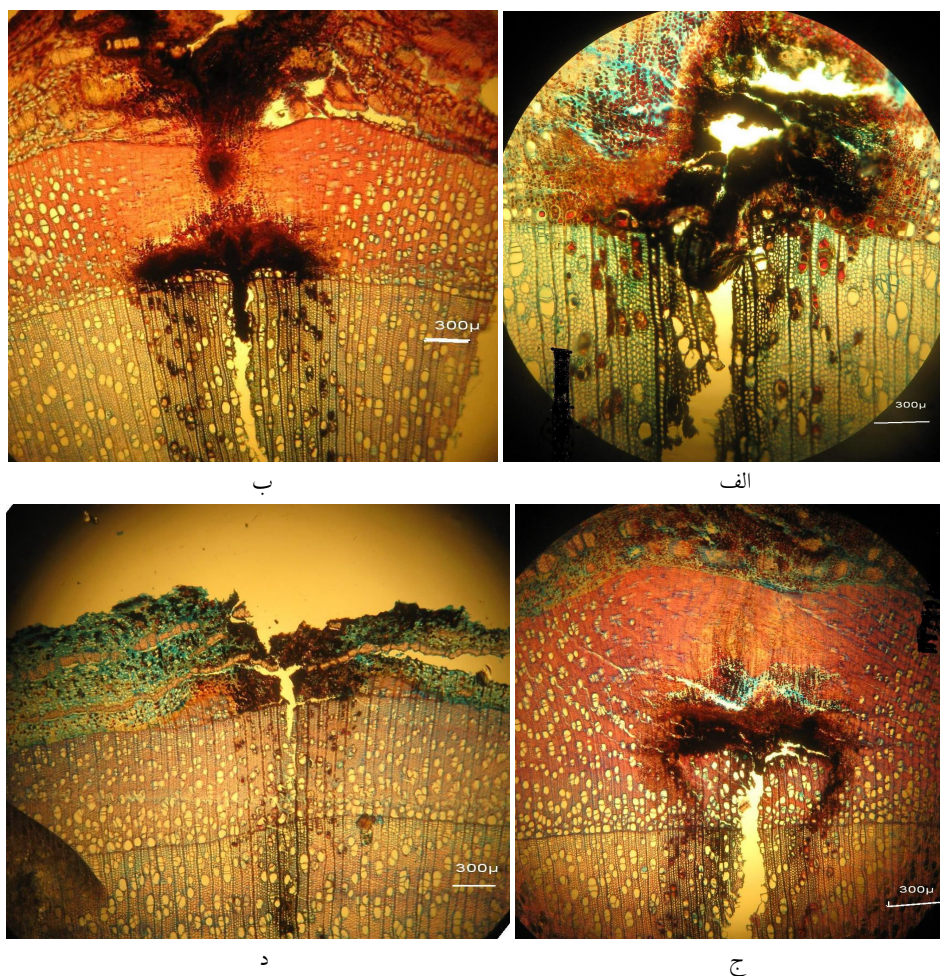
که در آن، Y : رویش نسبی، A : خط مجانب بالایی، B : پارامتر مکانی محور X و K نرخ تغییر پارامتر و t زمان اندازه‌گیری بر حسب روز از اول سال میلادی^۲ است. داده‌های به‌دست آمده از رابطه (۱) با کمک تابع رشد گمپرتز در برنامه SAS تغییر داده شد.

نتایج و بحث

با توجه به شکل ۲ و براساس بررسی مقاطع میکروسکوپ در تمام نمونه‌ها رویش کامبیومی با تشکیل آوندهای چوب بهاره در طی فروردین‌ماه شروع شد. پس از یک ماه آوندها به حداکثر اندازه

1. Gompertz
2. Julian Day

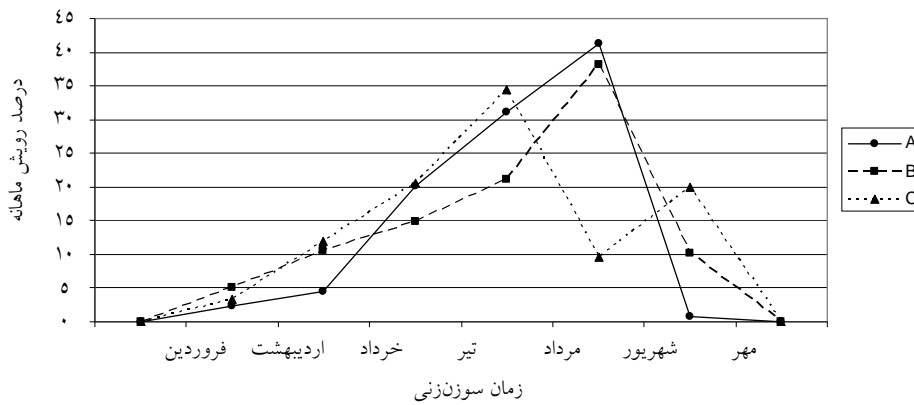
خود رسیدند (شکل ۲-الف). فیبرها و سلول‌های پارانشیمی در طی اردیبهشت‌ماه و پس از آوندها تولید شدند (شکل ۲-ب). در مقاطع عرضی مربوط به اول تیرماه میزان تولید آوندها ونیز تا حدودی قطر آوندها کاسته شده که نشان‌دهنده تولید چوب پایان می‌باشد (شکل ۲-ج). در نمونه‌های اول مهرماه در اطراف کانال سوزن‌زنی، کامبیوم پس از توقف رویش درخت به فعالیت خود ادامه داد که حالتی از دوایر بریده را نشان می‌دهد (شکل ۲-د).



شکل ۲- مقاطع عرضی سوزن‌زنی در تاریخ‌های: الف- اول اردیبهشت‌ماه، ب- اول خردادماه، ج- اول تیرماه، د- اول مهرماه.



الف



ب

شکل ۳- نمودارهای درصد رویش نسبی (الف) و درصد رویش ماهانه (ب).

S: زمان باز شدن جوانه، F: زمان به خواب رفتن جوانه.

میانگین مقادیر اندازه‌گیری شده درصد رویش نسبی و درصد رویش ماهانه سه نهال مورد بررسی در سه ارتفاع A (۰/۵ متری از سطح زمین)، B (۱/۵ متری از سطح زمین) و C (۲/۵ متری از سطح زمین) به طور خلاصه در شکل ۳ آورده شده است.

با توجه به نمودارهای شکل ۳ شروع فعالیت کامبیوم در هر سه درخت تقریباً با باز شدن جوانه‌های انتهایی در فروردین هم‌زمان بود و هم‌زمان با به خواب رفتن جوانه‌ها فعالیت کامبیوم پایان یافت.

در حالی که اشمیت و همکاران (۲۰۰۴) در مورد کاج جنگلی^۱ و توس^۲ گزارش کردند که باز شدن جوانه در اولی ۱ تا ۲ هفته و در دومی ۲ تا ۳ هفته قبل از آغاز تشکیل چوب روی می‌دهد. و نیوگوپال و لیانگ کوانگ (۲۰۰۷) با بررسی فعالیت کامبیوم در گونه دلنیا اندیکا در جنگل‌های مرطوب نیمه‌معتدله هندوستان دریافتند که فعالیت کامبیوم ۱۵ روز بعد از جوانه زدن برگ‌های جدید و شکفتن جوانه‌ها روی می‌دهد و بین افتادن برگ‌ها و خواب کامبیومی رابطه مستقیمی پیدا کردند. در حالی که در این پژوهش در نهال‌های صنوبر کامبیوم یک ماه قبل از ریزش برگ‌ها از فعالیت باز ایستاد. اشمیت و همکاران (۲۰۰۰) فرآیند تشکیل چوب در راش و افاقیا را به این صورت بیان کردند که تشکیل چوب در راش بعد از شکفتن جوانه‌ها و در افاقیا قبل از آن شروع می‌شود و در هر دو گونه به‌طور هم‌زمان به پایان می‌رسد. با توجه به نمودار الف شکل ۳ در هر سه ارتفاع درصد رویش نسبی از شیب تقریباً یکسانی برخوردار است. در نمودار ب شکل ۳ بیش‌ترین درصد رویش ماهانه در ارتفاع C (۲/۵ متری از زمین) را در طی تیرماه نشان می‌دهد. در حالی که در ارتفاع‌های B (برابر سینه) و A (۰/۵ متری زمین) بیش‌ترین درصد رویش ماهانه در مردادماه مشاهده می‌شود.

با بررسی نمودارهای شکل‌های ۴ تا ۶ که براساس تابع گمپرتز رسم شده است در ارتفاع A مقادیر اندازه‌گیری شده با نمودار تابع گمپرتز مطابقت کامل دارد که نشان‌دهنده رویش مطابق این اندازه‌گیری است. رویش از اواخر فروردین‌ماه شروع و از خردادماه شدت رویش افزایش یافت و در اول شهریورماه رویش کامل و در مهرماه متوقف شد. در نمودار درصد رویش روزانه حلقه رویش براساس تابع گمپرتز بیش‌ترین درصد رویش (شدت فعالیت کامبیوم) در اواسط تیرماه بود و در مهرماه رویش به حداقل میزان خود (صفر) رسید. در ارتفاع B مقادیر اندازه‌گیری شده در اول مردادماه و اول تیرماه تا حدودی با نمودار تابع رشد گمپرتز مطابقت ندارد هر چند که در نزدیکی آن قرار دارد. رویش از اواخر فروردین‌ماه شروع شده ولی از اردیبهشت‌ماه شدت یافته است. در نمودار درصد رویش روزانه حلقه رویش براساس تابع گمپرتز بیش‌ترین درصد رویش در آخر خردادماه و اوایل تیرماه مشاهده شد و رویش در اول آذرماه به‌طور کامل متوقف شد. در ارتفاع C مقادیر اندازه‌گیری شده با نمودار تابع گمپرتز مطابقت کامل دارد که نشان‌دهنده رویش مطابق این اندازه‌گیری است. رویش از اواخر فروردین‌ماه شروع شده و از اردیبهشت‌ماه شدت یافته و شیب صعودی پیدا نموده است. در نمودار

1. *Pinus sylvestris*

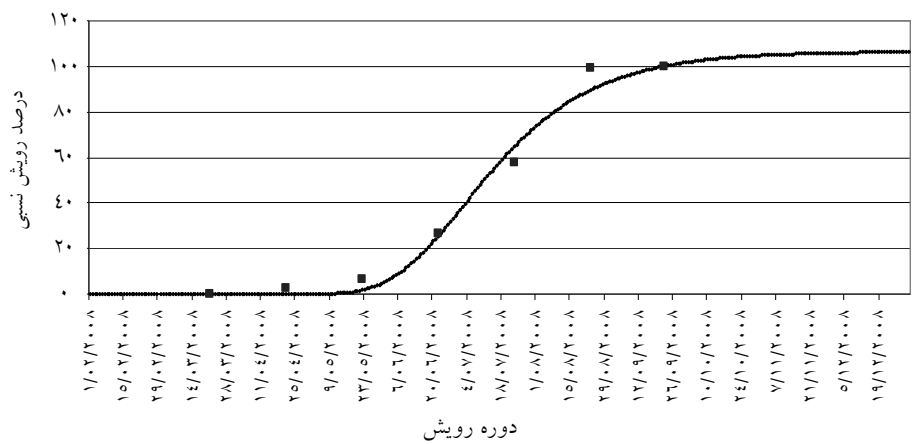
2. *Betula spp.*

درصد رویش روزانه حلقه رویش براساس تابع گمپرتز بیش‌ترین درصد رویش (شدت فعالیت کامبیوم) در اوایل تیرماه مشاهده شد و رویش در اول آذرماه به‌طور کامل متوقف شد. با توجه به شکل ۷ و مقایسه نمودارهای تابع گمپرتز در سه ارتفاع برداشت می‌شود که رویش در ارتفاع **B** و کمی بعد از آن در ارتفاع **C** شروع شد در ارتفاع **A** رویش با تأخیر بیش‌تری شروع شد. دلیل شروع زودتر رویش در ارتفاع‌های بالاتر (**B** و **C**) را می‌توان نزدیکی این ارتفاع‌ها به مراکز تولید مواد غذایی و هورمون‌های رشد دانست که در جوانه‌ها و برگ‌های تازه روئیده تولید می‌شود و موجب زودتر شروع شدن تقسیم سلولی در ارتفاع‌های بالاتر نسبت به ارتفاع پایین می‌شود (پنشین و دزیو، ۱۹۸۰).

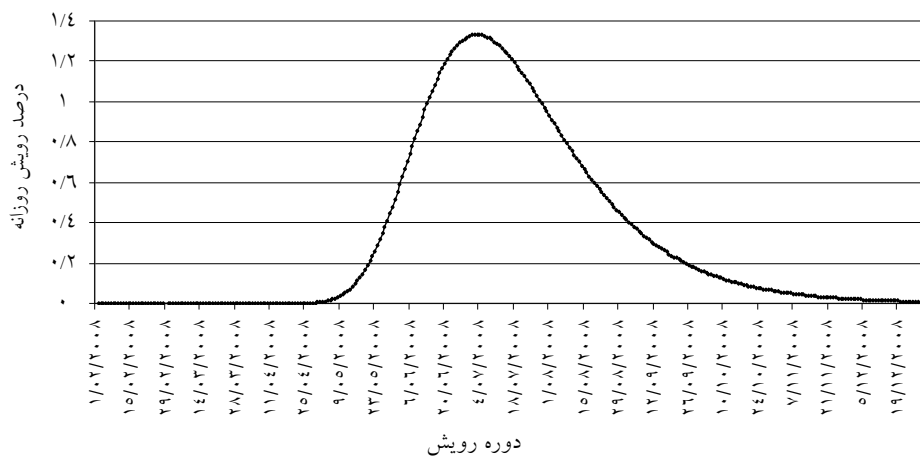
از مقایسه نمودارهای درصد رویش روزانه حلقه رویش در سه ارتفاع شکل ۷ مشاهده می‌شود که ارتفاع‌های **B** و **C** شیب ملایم‌تر و یکنواخت‌تری نسبت به ارتفاع **A** دارند در این دو ارتفاع فعالیت زودتر از ارتفاع **A** شروع شده و دیرتر از آن به پایان رسیده است که منطبق با یافته‌های کاتو و همکاران (۲۰۰۶) است که تشکیل چوب در پنج ارتفاع در امتداد تنه کاج رادیاتا را بررسی کردند و نتیجه گرفتند که سلول‌های کامبیومی در پایین درختان ۳/۳ مرتبه آهسته‌تر از ناحیه تاج تقسیم می‌شوند. در ارتفاع **A** نسبت به ارتفاع‌های **B** و **C** تفاوت شدت فعالیت کامبیوم در بین ماه‌های مختلف بیشتر می‌باشد.

جدول ۱- میانگین ماهانه بارندگی در سال رویش ۱۳۸۷.

ماه	میزان بارندگی به میلی‌متر
فروردین	۷/۸
اردیبهشت	۹/۱
خرداد	۱۸/۸
تیر	۲۰/۸
مرداد	۱۰/۴
شهریور	۳۲/۸
مهر	۱۷۵/۸
آبان	۲۲۳/۷
آذر	۲۶۰

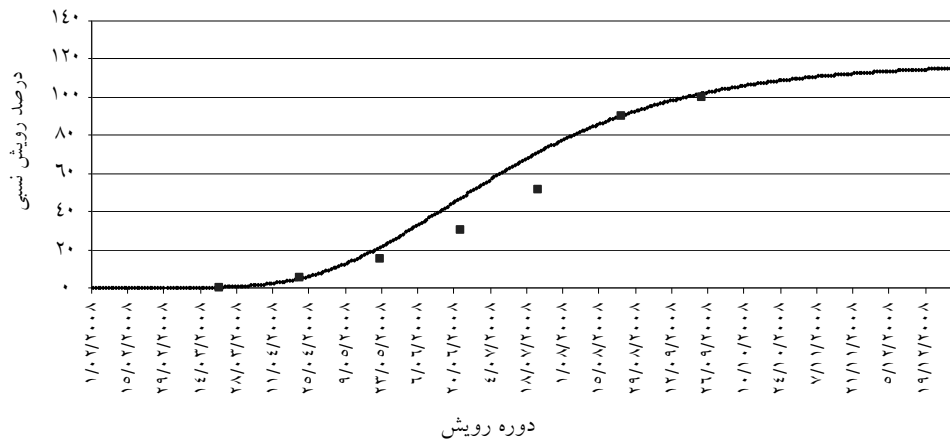


الف

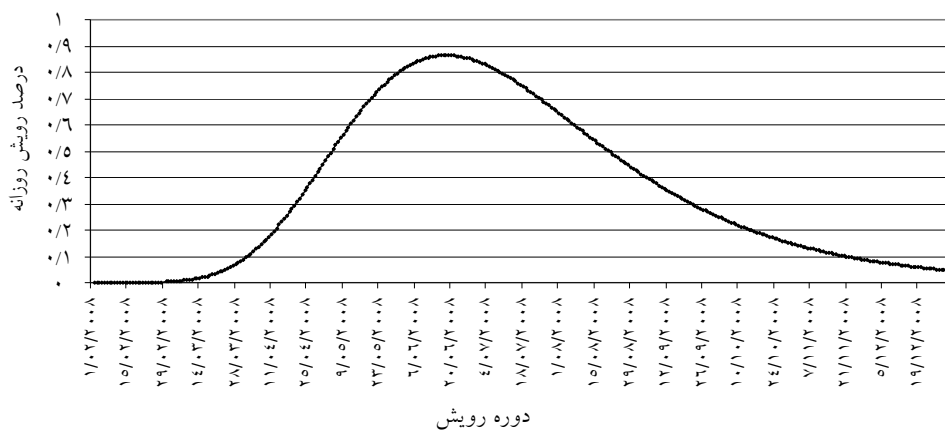


ب

شکل ۴- نمودارهای درصد رویش نسبی (الف) و درصد رویش روزانه (ب) تابع گمپرتز ارتفاع A.

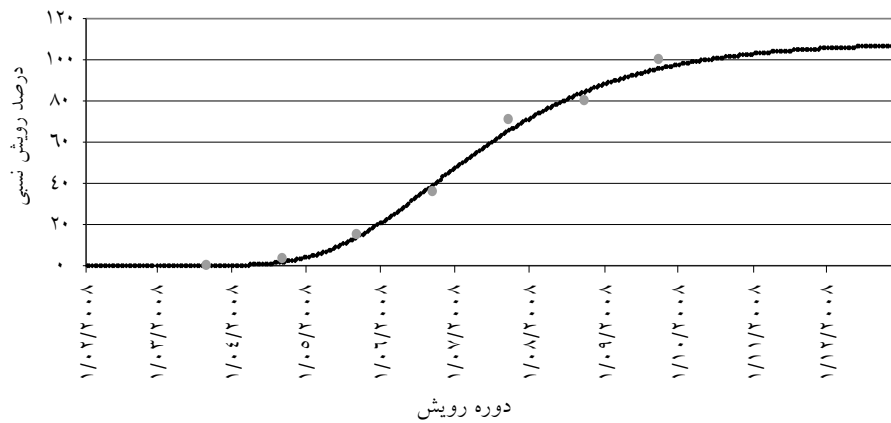


الف

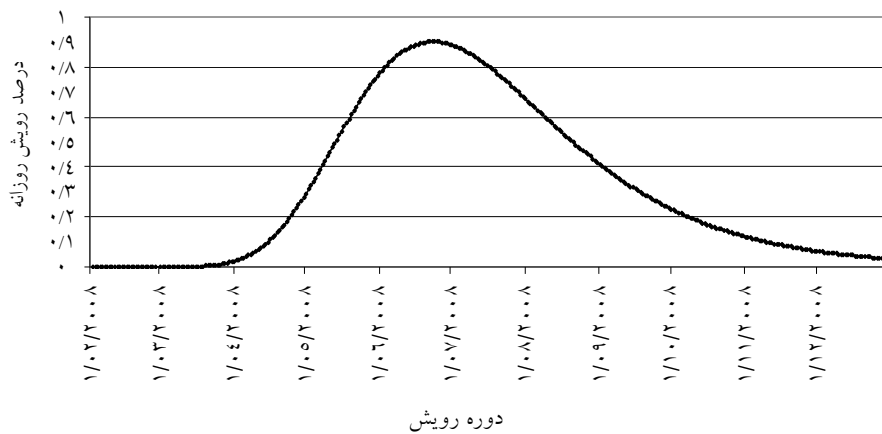


ب

شکل 5- نمودارهای درصد رویش نسبی (الف) و درصد رویش روزانه (ب) تابع گمپرتز ارتفاع B

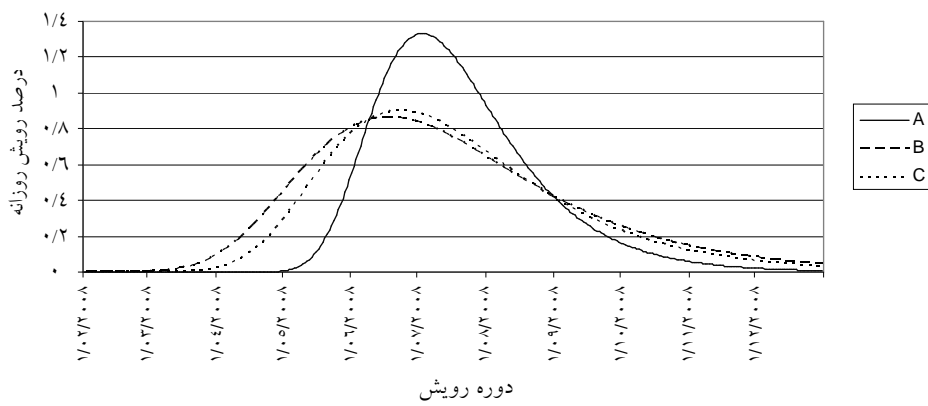
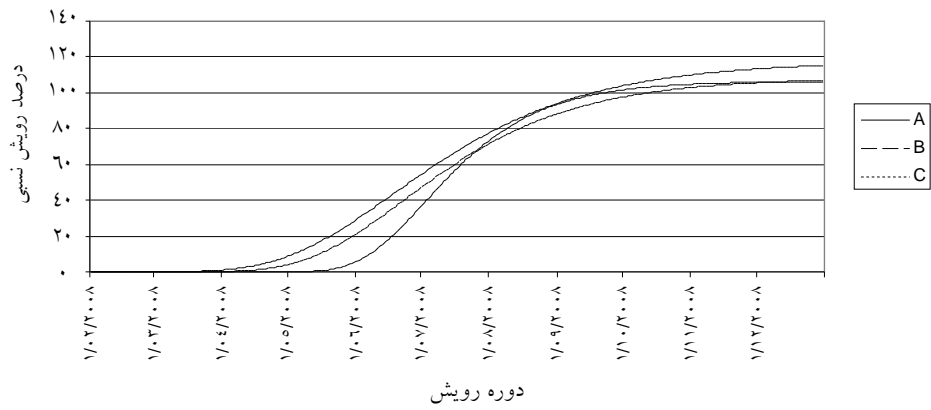


الف



ب

شکل ۶- نمودارهای درصد رویش نسبی (الف) و درصد رویش روزانه (ب) تابع گمپرتز ارتفاع C.



شکل ۷- مقایسه نمودارهای درصد رویش نسبی (الف) و درصد رویش روزانه (ب) تابع گمپرتز در سه ارتفاع.

با توجه به نمودارهای گمپرتز و میانگین ماهانه بارندگی می‌توان بیان کرد که ماکزیمم شدت فعالیت کامبیوم در اواخر خردادماه و تیرماه می‌تواند ناشی از افزایش میانگین بارندگی در این دو ماه نسبت به سایر ماه‌های فصل رویشی مربوطه باشد. قابل ذکر است که فصل رویشی ۱۳۸۷ از نظر بارندگی، کم‌باران بوده است. که این مطلب با یافته‌های ورففاندر و همکاران (۲۰۰۷) مطابقت دارد که در بررسی درختان راش و بلوط در هلند گزارش کردند که در هر دو گونه یک رابطه مثبت بین بارندگی و رویش شعاعی وجود دارد و بارندگی نقش مهم‌تری نسبت به دما در رویش هر دو گونه به‌خصوص در هنگام خشک‌سالی دارد.

از آنجایی که در ایران برای اولین بار از روش سوزن‌زنی برای بررسی روند فعالیت کامبیوم استفاده شده است. پیشنهاد می‌گردد که از این روش دقیق برای بررسی روند فعالیت کامبیوم در گونه‌های مختلف و در شرایط زیستگاهی متفاوت استفاده گردد، تا با دانستن این اطلاعات و تلفیق آن با روش‌های متفاوت آبیاری، کوددهی، هرس کردن و غیره بتوان بهترین شرایط را برای رویش گونه‌های چوبی به‌ویژه گونه‌های تندرشد فراهم نمود.

منابع

1. Cato, S., Mcmillan, L., Donaldson, L., Richard S.T., Etch, C., and Gardbner, R. 2006. Wood formation from the base to the crown in *pinus radiata*: gradients of tracheid wall thickness, wood density, radial growth rate and gene expression. *Plant Molecular Biology*, 60: 565-581.
2. Dünisch, O., Bauch, J., Sack, M., and Müller, M. 1999. Growth dynamics in wood formation of plantationgrown *Swietenia macrophylla* King and *Carapa guianensis* Aubl. *Mitteilungen der Bundesforschungsanstalt für Forst- und Holzwirtschaft Hamburg*, 193: 79-96.
3. Dünisch, O., Bauch, J., and Gasparotto, L. 2002. Formation of increment zones and intraannual growth dynamics in the xylem of *Swietenia macrophylla*, *Carapa guianensis*, and *Cedrela odorata* (*Meliaceae*). *IAWA J.* 23: 101-119.
4. Eckstein, D. 1983. Biological basis of dendrochronology. In *Mitteilungen Bundesforschungsanstalt Forst-/Holzwirtschaft*, 141: 11-20.
5. Funada, R., Kubo, T., Sugiyama, T., and Fushitani, M. 2002. Changes in levels of endogenous plant hormones in cambial regions of stems of *larix kaempferia* at the onset of cambial activity in spring time. *Wood Sci.* 48: 75-80.
6. Gricar, J., Cufar, K., and Oven, P. 2005. Wood formation in Norway spruce studied by pinning technique and sampling of intact tissue, In: *Workshop on Intra-Annual Analysis of Wood Formation*, 2-5 October 2005, San Vito di Cadore, Belluno, Italy, Pp: 11-12.

7. Gricar, J., Zupancic, M., Cufar, K., and Primoz, O. 2007. Regular cambial activity and xylem and phloem formation in locally heated and cooled stem portions of Norway spruce. *Wood Sci. Technol.* 41: 6. 463-475.
8. Kuroda, K., and Shimaji, K. 1985. Wound effects on cytodifferentiation in hardwood xylem. *IAWA Bulletin*, 6: 107-118.
9. Nobuchi, T., Ogata, Y., and Siripatanadilok, S. 1995. Seasonal characteristics of wood formation in *Hopea odorata* and *Shorea henryana*. *IAWA J.* 16: 361-369.
10. Panshin, A.J., and De Zeeuw, C. 1980. *Textbook of wood technology*, Fourth edn. McGraw-Hill, New York. 736p.
11. Petersen, A., and Eckstein, D. 1988. Roadside trees in Hamburg: their present situation of environmental stress and their future chances for recovery. *Arboricultural J.* 12: 109-117.
12. Rossi, S., Deslauriers, A., and Morin, H. 2003. Application of the Gompertz equation for the study of xylem cell development. *Dendrochronologia*, 21: 33-39.
13. Rossi, S., Deslauriers, A., and Anfodillo, T. 2006a. Assessment of cambial activity and xylogenesis by microsampling tree species: an example at the Alpine timberline. *IAWA J.* 27: 383-394.
14. Rossi, S., Deslauriers, A., Anfodillo, T., Morin, H., Saracino, A., Motta, R., and Borghetti, M. 2006b. Conifers in cold environments synchronize maximum growth rate of tree-ring formation with day length. *New Phytol.* 170: 301-310.
15. Schmitt, U., Moller, R., and Eckstein, D. 2000. Seasonal wood formation dynamics of beech (*Fagus sylvatica* L.) and black locust (*Robinia pseudoacacia* L.) as determined by the "pinning" technique. *J. Appl. Bot.* 74: 10-16.
16. Schmitt, U., Jalkanen, R., and Eckstein, D. 2004. Cambium dynamics of *Pinus sylvestris* and *Betula spp.* in the northern boreal forest in Finland. *Silva Fennica*, 38: 167-178.
17. Seo, J.W., Eckstein, D., and Schmitt, U. 2007. The pinning method: from pinning to data preparation. *Dendrochronologia*, 25: 79-86.
18. Werf Van Der, G.W., Sass-Klaassen, U., and Mohren, G.M.J. 2007. The impact of the 2003 summer drought on the intra-annual growth pattern of beech (*Fagus sylvatica* L.) and oak (*Quercus robur* L.) on a dry site in the Netherlands. *Dendrochronologia*, 25: 103-112.
19. Venugopal, N., and Liang Kuwang, M.G. 2007. Cambial activity and annual rhythm of xylem production of elephant apple tree (*Dillenia indica* linn) in relation to phenology and climatic factor growing in sub-tropical wet forest of northeast India. *Trees*, 21: 101-110.
20. Yoshimura, K., Hayashi, S., Itoh, T., and Shimaji, K. 1981. Studies on the improvement of the pinning method for marking xylem growth, I, minute examination of pin marks in Taeda pine and other species. *Wood Research*, 67: 1-15.



Gorgan University of Agricultural
Sciences and Natural Resources

J. of Wood & Forest Science and Technology, Vol. 17(1), 2010
www.gau.ac.ir/journals

Evaluation of cambial activity in seedlings of *Populus deltoides* by pinning method

***B. Nosrati¹, K. Pourtahmasi², D. Parsapajouh³ and A.N. Karimi³**

¹Instructor, Dept. of Wood and Paper Science and Technology, University of Zabol,

²Associate Prof., Dept. of Wood and Paper Science and Technology, University of Tehran,

³Professor, Dept. of Wood and Paper Science and Technology, University of Tehran

Abstract

Wood formation in seedlings of *Populus deltoides* was studied at Dahka village in Astaneh ashrafieh city in Gilan province, Iran in the growth year 2008. Three seedlings at three heights, 0.5, 1.5, 2.5 m, were selected for pinning technique. It is necessary to know cambium reactions through pin insertion. Samplings were carried out at monthly intervals from 23rd March until 23rd October. According to examination of cross sections under light microscope, the onset of cambial activity was seen in April about breaking of apical bud. Cambial activity ceased in 22nd October coinciding with apical bud dormancy. Leave fell completely after cambial dormancy. The Gompertz charts showed the maximum percent of daily growth at three height of seedlings befell in July, whereas measurements showed the maximum percent of monthly growth at 2.5 m height was in July and at 0.5 and 1.5 m were in August. Cambial activity positively correlated with average rainfall in July and August. According to Gompertz function, the timing of wood production during the growing season was similar for 2.5 and 1.5 m heights. The cambial activity at upper and middle height of the seedlings is Sooner begun and later ended than the lower height.

Keywords: Cambial activity, Pinning technique, *Populus deltoides*, Gompertz function, Gilan province

* Corresponding Author; Email: nosrati_babak@yahoo.com