



دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

نشریه پژوهش‌های علوم و فناوری چوب و جنگل
جلد بیست و سوم، ویژه‌نامه ۲، ۱۳۹۵
<http://jwfst.gau.ac.ir>

تأثیر رویشگاه بر فعالیت کامبیوم و تشکیل چوب گونه سرخدار (*Taxus baccata*) در سه منطقه از استان گلستان

* حامد متینی بهزاد^۱، محمدرضا ماستری فراهانی^۲، رضا اولادی^۳، سید ضیاءالدین

حسینی^۴ و پریموژ آون^۵

^۱ دانشجوی دکتری بیولوژی و آناتومی چوب، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان،

^۲ دانشیار دانشکده مهندسی چوب و کاغذ، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ایران،

^۳ استادیار گروه مهندسی چوب و کاغذ، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، ایران،

^۴ استاد دانشکده مهندسی چوب و کاغذ، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ایران،

^۵ استاد دانشکده مهندسی چوب و کاغذ، دانشگاه لوبیانا، اسلونی

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۰۳/۲۰؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۰۷/۰۳

چکیده

سابقه و هدف: سرخدار (*Taxus baccata*) از معدود درختان سوزنی‌برگ بومی ایران و از جمله گونه‌های با ارزش و نادر جنگل‌های ایران است. این گونه به‌جامانده از بقایای رویش‌های دوران سوم زمین‌شناسی محسوب می‌گردد که متأسفانه به‌علت تغییرات شرایط آب و هوایی و برداشت‌های بی‌رویه و چرا در معرض انقراض قرار گرفته است. با توجه به ناکافی بودن اطلاعات در مورد تأثیرات شرایط رویشگاهی بر رویش این گونه، هدف این مطالعه بررسی فعالیت لایه زاینده و روند افزایش تعداد سلول‌های بالغ در این گونه می‌باشد.

مواد و روش‌ها: سه منطقه از استان گلستان (پونه آرام، چهارباغ، افرا تخته) انتخاب شدند که در بین آن‌ها، رویشگاه افرا تخته گرم‌ترین منطقه است. از هر منطقه ۶ پایه درخت سالم دارای تنه صاف و قطر تقریباً یکسان برای ریزنمونه‌برداری انتخاب شدند، نمونه‌گیری از ابتدای فروردین تا اوایل آذرماه سال

*مسئول مکاتبه: matinihamed@yahoo.com

۱۳۹۳، با فواصل زمانی هر دو هفته صورت گرفت. ریزنمونه‌ها پس از مقطع‌گیری و رنگ‌آمیزی زیر میکروسکوپ نوری مورد مطالعه قرار گرفته و میانگین تعداد سلول‌ها در لایه کامبیومی و تعداد تراکئیدهای بالغ در هر زمان محاسبه شدند. داده‌های اقلیمی (میزان بارش و دمای ماهیانه) محیط برای سال نمونه‌برداری توسط ایستگاه‌های نزدیک به محل‌های نمونه‌گیری ثبت شدند.

یافته‌ها: نتایج نشان داد فعالیت کامبیوم در منطقه افراخته حدود دو هفته زودتر از دو منطقه دیگر و در اوایل اردیبهشت آغاز شد و در هر سه رویشگاه به‌طور همزمان در اواخر مهر ماه به پایان رسید. همچنین شمارش سلول‌های کامبیومی نشان داد اوج فعالیت کامبیومی در اواسط خرداد ماه رخ می‌دهد که در آن زمان تعداد سلول‌های کامبیومی به ۱۰ عدد می‌رسد. با آنکه فعالیت کامبیوم در منطقه گرمتر (افرا تخته) زودتر آغاز شده و همچنین در چند ماه آغازین فصل رویش، تعداد سلول‌های کامبیومی در این منطقه بیشتر از دو منطقه مورد مطالعه دیگر است، ولی تفاوتی بین تعداد نهایی تراکئیدهای بالغ در انتهای فصل رویش بین سه رویشگاه دیده نشد.

نتیجه‌گیری: در مجموع می‌توان نتیجه گرفت که دمای بالاتر هوا در رویشگاه افراخته، در اوایل فصل رویش اثر مثبتی بر رشد داشت اما در میانه تابستان باعث کاهش تعداد سلول‌های کامبیومی و در نتیجه کاهش نرخ رشد شده است. این مسئله، در صورت گرم‌تر شدن و کاهش رطوبت هوا در آینده می‌تواند تأثیر منفی بیشتری بر درختان سرخدار منطقه افراخته داشته باشد.

واژه‌های کلیدی: سرخدار (*Taxus baccata*)، فعالیت کامبیوم، تشکیل چوب، گلستان

سابقه و هدف

فعالیت کامبیوم در طول سال یکنواخت نیست و با عوامل درونی و بیرونی مختلفی در تعامل می‌باشد (۱۶، ۹ و ۶). زمان آغاز و اتمام فعالیت کامبیوم، همچنین سرعت تقسیمات سلولی، هم در کمیت و هم در کیفیت چوب نقش مهمی دارد (۱). بررسی فعالیت کامبیوم و شکل‌گیری بافت چوبی نه تنها اطلاعاتی در مورد نحوه رویش درختان فراهم می‌کند، بلکه سبب دریافت اطلاعاتی در مورد عوامل کنترل‌کننده رشد درخت نیز می‌شود، که این اطلاعات می‌تواند در پژوهش‌های گاه‌شناسی، پیشبینی چوب تولیدی، عملکرد زیست‌توده و تعیین پویایی جنگل مفید باشد (۱۸، ۴). طی سالیان متمادی تا به امروز در بسیاری از کشورها مطالعات گسترده‌ای بر روی فعالیت کامبیوم در گونه‌های

مختلف درختی تحت شرایط متفاوت اقلیمی صورت گرفته است؛ روسی و همکاران (۲۰۰۵)، ثابت کردند که در بین گونه‌های مختلف درختی در یک رویشگاه از نظر زمان آغاز و پایان تشکیل چوب، تعداد سلول‌های تشکیل شده و وابستگی آن‌ها به شرایط اقلیمی تفاوت وجود دارد (۱۷). دافور و مورین (۲۰۱۰) به بررسی فنولوژی تولید تراکتید در *Picea mariana* و رابطه آن با نوسانات اقلیم و توسعه جوانه‌ها پرداختند. نتایج نشان داد که زمان آغاز فعالیت کامبیوم عمدتاً وابسته به میانگین دمای فروردین (می) و اردیبهشت (آوریل) است، فشار بخار هم در این دوره به صورت منفی اهمیت دارد. در این بررسی بین دمای هوای ماه آگوست (مرداد) و جوانه‌های فعال شده در بهار ارتباط معنی‌داری مشاهده شد. همچنین بین آغاز فعالیت کامبیوم و شکفتن جوانه‌ها نیز ارتباط معنی‌داری دیده شد. علاوه بر این توقف تولید تراکتید توسط کامبیوم تحت تأثیر عوامل اقلیمی اواسط تا پایان جولای (تیر) بود (۲). لویی و همکاران (۲۰۱۲) به بررسی اثر افزایش دمای خاک (به میزان ۴ درجه) و در نتیجه ذوب شدن برف به مدت یک هفته زودتر بر روی رشد و فعالیت کامبیوم *Picea mariana* در جنگل‌های کانادا پرداختند. این تغییرات تأثیر معنی‌داری در فاز فنولوژیکی، مرحله بزرگ شدن سلول‌ها، مرحله ضخیم شدن دیواره و لیگنینی شدن نداشت و تعداد سلول‌های تولید شده چوب نیز در نمونه‌های شاهد و تیمار شده تفاوتی نداشتند (۱۲). این یافته‌ها فرض تأثیر مستقیم دمای خاک روی رشد ساقه را رد کرد و شواهد نشان داد دمای هوا فاکتور محدود کننده اصلی تشکیل چوب در این محیط است. فرناندز و همکاران (۲۰۱۲) به بررسی اثر خشکسالی بر رشد و تشکیل چوب کاج استخری (پاندروزا) پرداختند. در این بررسی مقدار رشد و دوره رشد، ضریب ویژه هدایت آب و ویژگی‌های آناتومیکی (درصد چوب آغاز و پایان، قطر حفره سلولی، ضخامت دیواره، طول تراکتیدها و ابعاد منافذ هاله‌ای) در یک حلقه در سال خشکسالی اندازه‌گیری شد. نتایج این مطالعه نشان داد رشد سالانه ۳۰-۶۵ درصد نسبت به سال‌های قبل کاهش داشت. همچنین ضخامت دیواره سلولی در چوب آغاز نیز کاهش یافت. در نهایت نتایج حاکی از آن بود که در کاج پاندروزا، خشکسالی بر کمیت چوب تأثیر داشته اما بر کیفیت آن تأثیر معنی‌داری نداشته است (۵). پاشو و همکاران (۲۰۱۲)، در مطالعه خود بر روی تأثیرات اقلیمی و خشکسالی بر روی رشد قطری و تشکیل چوب در *Pinus halepensis* دریافتند که در پاسخ به کاهش آب در دسترس در سلول‌ها در اوایل تیر ماه کاهش شدیدی در مرحله بزرگ شدن سلول‌ها رخ داده است. در بررسی‌های انجام گرفته طی سال‌های ۱۹۷۰-۲۰۰۵ رشد چوب آغاز به‌طور مثبتی با بارش در ماه آذر سال پیشین و دی، فروردین، خرداد، و تیر سال جاری همبستگی

داشت، در حالی که به‌طور منفی با دمای خرداد و مرداد همبستگی داشت. همچنین خشکسالی اثر منفی بیشتری روی تشکیل چوب آغاز نسبت به چوب پایان داشت. در پاسخ به کاهش بارش در زمستان و بهار تولید تراکنید کاهش یافت، در نتیجه رشد قطری نیز کم شد (۱۵).

در ایران نیز تحقیقاتی در زمینه اثرات رویشگاه بر روی فعالیت کامبیوم گونه‌های متفاوت درختی صورت گرفته است. این پژوهش‌ها به روش ریزنمونه‌برداری توسط اولادی و همکاران (۲۰۱۱)، اولادی و پورطهماسی (۲۰۱۲)، نصیری و همکاران (۲۰۱۵)، صادری و همکاران (۲۰۱۳) و یا سوزن‌زنی توسط نصرتی و همکاران (۲۰۱۰) انجام شده‌اند. اولادی و همکاران (۲۰۱۱) به بررسی فصلی تشکیل چوب در درختان راش ایران در سه تراز ارتفاعی از جنگل خیرودکنار پرداختند. این پژوهشگران دریافتند شروع فعالیت کامبیوم در ارتفاع پایین و میان‌بند همزمان بود اما در سایت بالابند آغاز فعالیت کامبیوم با تأخیر همراه بوده و توقف آن زودتر صورت پذیرفت. همچنین ارتفاع از سطح دریا بر طول دوره رشد و نرخ تولید چوب نیز اثر گذاشت. در همین منطقه جغرافیایی، مشخص شد که در گونه بلوط بلندمازو تقسیم سلولی در ناحیه کامبیومی در فروردین یعنی در محدوده زمانی پیش از باز شدن جوانه‌های برگ آغاز می‌شود. همچنین بیشینه نرخ رویش روزانه در همه درختان مورد مطالعه به صورت هم‌زمان در اواخر خرداد و اوایل تیر اتفاق افتاد (۱۴). با آن‌که پژوهش روی فعالیت درون سالیانه کامبیوم و رویش در درختان سوزنی‌برگ در دنیا به مراتب بیشتر از پهن‌برگان است ولی در ایران تنها یک پژوهش در مورد این درختان انجام شده است. صادری و همکاران (۲۰۱۳) با مطالعه تشکیل چوب در گونه ارس در منطقه چهارباغ استان گلستان دریافتند، بیشترین تعداد سلول لایه کامبیوم ۸-۹ سلول است و بیشترین سرعت رشد روزانه در حدود اواسط خرداد رخ می‌دهد. همچنین بارش اثر مثبت و دما اثر منفی بر روی رویش داشت که اثر منفی دما به خاطر خشکی رویشگاه مورد مطالعه بوده است. علاوه بر این پژوهشگران دریافتند که دما، عامل اصلی کنترل‌کننده زمان‌بندی آغاز فعالیت مجدد کامبیوم بوده است اما در طول فصل رویش دسترسی به آب مهم‌ترین عامل محدودکننده رشد بود (۲۲).

با توجه به اهمیت بررسی رویش درختان جنگلی و عوامل تأثیرگذار بر آن‌ها و همچنین اهمیت اقتصادی چوب حاصل از درختان جنگلی، محققان علوم جنگل و چوب در سراسر دنیا همواره به دنبال بررسی فرایند تشکیل چوب بوده و هستند. کسب اطلاعات به منظور فهم چگونگی تولید سلول‌های چوبی و روند بلوغ و رشد آن‌ها در گونه‌های مختلف درختی در پاسخ به شرایط محیطی

مختلف ضروری به نظر می‌رسد. این اطلاعات به‌خصوص در مورد گونه‌های جنگلی با ارزش اکولوژیکی و یا کاربردی مهم‌تر هستند. به همین منظور در این تحقیق به بررسی اثر عوامل رویشگاهی روی فعالیت کامبیوم و تمایز سلولی در سرخدار در سه منطقه از استان گلستان پرداخته شد. سرخدار (*Taxus baccata* L) معروف به English yew یا Common yew متعلق به خانواده Taxaceae بوده که جزء بازدانگان همیشه سبز و چوب آن بدون مجاری رزینی می‌باشد. سرخدارها درختانی کندرشد می‌باشند که ۸ تا ۲۵ متر ارتفاع و در حدود ۱/۵ متر قطر به دست می‌آورند. دیرزیستی سرخدار بسیار زیاد و تا ۲۰۰۰ سال می‌رسد. این گونه در اکثر کشورهای اروپای معتدله تا عرض ۶۳ درجه در شمال، و تا استونی و بلاروس در شرق، غرب آسیا (جنگل‌های قفقاز و هیرکانی) و شمال آفریقا گسترش یافته است (۱۰). سرخدار در جنگل‌های شمال ایران در ارتفاعات نسبتاً بالا دیده می‌شوند که غالباً به صورت پراکنده می‌باشد ولی در بعضی نقاط از جمله جنگل‌های قسمت ییلاقی نهارخوران، افراخته و سیاه رودبار دره زرین‌گل علی‌آباد کتول به صورت انبوه و تقریباً خالص دیده می‌شود (۷). جنس سرخدار در بسیاری از کشورها در معرض انقراض قرار داشته و جزو گونه‌های تحت حمایت است. در ایران نیز در رویشگاه‌های آن ذخیره‌گاه‌های جنگلی ایجاد شده و هرگونه عملیات پرورشی و بهره‌برداری در آن مناطق ممنوع است (۷).

مواد و روش‌ها

رویشگاه‌های مورد مطالعه: این مطالعه در سه منطقه (افراخته، چهارباغ و پونه‌آرام) انجام گرفت. در هر منطقه ۶ اصله درخت سالم و تقریباً هم‌قطر (حدوداً ۳۰ سانتی‌متر) سرخدار به صورت تصادفی انتخاب شدند و نمونه‌گیری از آنها انجام گرفت. مشخصات سه رویشگاه به قرار زیر می‌باشد:

- ذخیره‌گاه سرخدار افراخته در حوزه آبخیز زرین‌گل در مختصات جغرافیایی "۲۴'۵۴" ۳۶° تا "۴۷'۴۸" ۳۶° عرض شمالی و "۵۴'۴۵" ۵۴° تا "۱۲' ۵۵°۰۷" طول شرقی واقع شده است که در مجاورت روستای افراخته در شهرستان علی‌آباد کتول به مساحت ۳۵۲ هکتار در محدوده ارتفاعی ۱۳۵۰ تا ۲۰۰۰ متر از سطح دریا قرار دارد (۳).

- منطقه چهارباغ، با مختصات "۳۶'۱۰" ۳۶° شرقی و "۵۴'۲۹' ۵۵" شمالی، در حد فاصل شهر گرگان و شاهرود قرار دارد. ارتفاع منطقه بین ۱۳۰۰ تا ۳۰۰۰ متر تغییر می‌کند. قسمت شمالی آن به سبب

نزدیکی به دریا و حرکت توده‌ای هوای مرطوب در دامنه کوه و ریزش باران دارای پوشش جنگلی و اقلیم نیمه مرطوب است که در این مطالعه انتخاب درختان از این قسمت صورت گرفت (۱۳).
- منطقه پونه آرام: جنگل سرخدار پونه آرام به مساحت ۱۰۰ هکتار در جنوب غرب آغل پونه آرام، در حدود ۱۷ کیلومتری شرق روستای سیاه‌رودبار در فاصله ۲۷ کیلومتری جنوب شرقی شهرستان علی‌آباد کنول، در طول جغرافیایی $55^{\circ}3'57''$ الی $55^{\circ}5'15''$ شرقی و عرض جغرافیایی $36^{\circ}46'43''$ الی $36^{\circ}47'17''$ شمالی واقع شده و ارتفاع آن از سطح دریا بین ۱۳۰۰ تا ۱۵۰۰ متر متغیر است. جنگل سرخدار پونه آرام دارای آب و هوای نیمه‌مرطوب تا مرطوب با زمستان‌های خیلی سرد می‌باشد. در این منطقه معمولاً بیشترین بارندگی در ماه اسفند است (۷، ۱۱).

نمونه‌برداری و آماده‌سازی نمونه‌ها: نمونه‌برداری از ابتدای فروردین تا پایان دی ماه سال ۱۳۹۳ به انجام رسید. هر دو هفته (در مجموع ۲۱ بار) با مراجعه به منطقه و با استفاده از ابزار ریزنمونه‌برداری تروپار از ارتفاع برابر سینه درختان سرخدار ریزنمونه‌ها استخراج شدند (۱۷). در هر بار نمونه‌برداری، نمونه‌ها از دو سمت درخت و با الگوی اریب برداشت شدند تا هر گونه عدم یکنواختی احتمالی دو سمت در میانگین داده‌ها حذف شود (شکل ۱).



شکل ۱- الگوی نمونه‌برداری به وسیله دستگاه تروپار بر روی تنه درخت سرخدار.

Figure 1. Sampling pattern on the trunk of yew tree by Trophor devise.

ریزنمونه‌های تهیه شده، ۲ میلی‌متر قطر و ۱-۲ سانتی‌متر طول داشته و شامل پوست، آبکش، لایه کامبیوم و ۱ یا ۲ حلقه سال قبل بودند. از آنجا که بافت کامبیومی بافتی زنده و بسیار حساس است، به طوری که به سرعت با از دست دادن رطوبت دچار پارگی می‌شود، ریزنمونه‌ها بلافاصله درون

میکروکپسول‌هایی که روی آن تاریخ نمونه‌برداری، محل نمونه‌گیری، شماره درخت و نیز جهت نمونه گرفته شده از تنه درج شده و حاوی ماده شیمیایی تثبیت‌کننده¹ FAA (فرمالدئید + اتانول + استیک اسید + آب) بودند، قرار داده شدند (۱۷).

از آنجا که کامبیوم و سلول‌های تازه مشتق شده از آن دیواره دومین نداشته و لیگنینی نشده‌اند و ممکن است در طی تهیه نمونه پاره شوند. برای جلوگیری از مشکل مذکور و برای این‌که بتوان نمونه را در فک‌های میکروتوم برای مقطع‌گیری قرار داد، پارافین به داخل بافت چوبی نفوذ داده شد و عمل قالب‌گیری با پارافین نیز صورت گرفت. سپس برش‌های میکروسکوپی در راستای مقطع عرضی به وسیله دستگاه میکروتوم از ریزنمونه‌ها تهیه شد. بعد از این‌که نمونه‌هایی با ضخامت حدود ۱۵ میکرون به دست آمدند، به روش رنگ‌آمیزی تلفیقی، رنگ‌آمیزی شدند. محلول رنگ از ترکیب ۴۰ میلی‌گرم سافرانین و ۱۵۰ میلی‌گرم آسترابلو در ۱۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر و ۲ میلی‌لیتر اسید استیک تهیه شد تا به این ترتیب ناحیه لیگنینی شده رنگ قرمز و مناطق غیرلیگنینی، آبی رنگ شوند. سپس مقاطع توسط الکل‌های ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد آب‌گیری شده و با استفاده از چسب کانادا- بالزام بر روی لام تثبیت شدند (۱۷).

بررسی‌های میکروسکوپی و اندازه‌گیری‌ها: در آزمایشگاه تشریح و تشخیص چوب دانشگاه منابع طبیعی گرگان، به وسیله میکروسکوپ مجهز به دوربین مدل Olympus AHBE3، عکس‌هایی با بزرگنمایی‌های مختلف از مقاطع گرفته شد و هر نمونه در زیر میکروسکوپ مورد مطالعه سلولی قرار گرفت. پویایی فعالیت کامبیوم (زمان آغاز و اتمام فعالیت کامبیوم و تعداد سلول‌های کامبیومی) و تعداد تراکئیدهای بالغ که دیواره لیگنینی شده در آن‌ها به وسیله سافرانین کاملاً قرمز رنگ شده در هر نمونه بررسی شد. میانگین تعداد سلول‌های کامبیومی و تراکئیدهای بالغ برای زمان‌های نمونه‌برداری در هر رویشگاه محاسبه شد.

اندازه‌گیری داده‌های آب و هوایی: توسط ایستگاه‌های هواشناسی نصب شده در هر سه منطقه، داده‌های اقلیمی (میزان بارش و دمای ماهیانه) محیط برای سال نمونه‌برداری (۱۳۹۳) ثبت شدند.

یافته‌ها: با توجه به هدف مطالعه مبنی بر بررسی تأثیر اثرات رویشگاه بر روی فعالیت کامبیومی در درختان سرخدار، در این بخش ابتدا به ارائه گزارش دمای متوسط ماهانه و بارش ماهانه در مناطق

مورد مطالعه در جدول ۱ پرداخته شده است. تغییرات ماهیانه دما و میانگین دمای ماهیانه دو رویشگاه پونه‌آرام و چهارباغ شباهت بیشتری با هم داشتند اما دمای رویشگاه افراخته به‌طور قابل توجهی بالاتر بود. از سوی دیگر، میزان بارندگی ماهیانه و میانگین بارندگی سالیانه این سه رویشگاه تفاوت زیادی با هم ندارند. با توجه به داده‌های دما و بارندگی، می‌توان نتیجه گرفت که رویشگاه افراخته گرم‌تر از دو رویشگاه دیگر است.

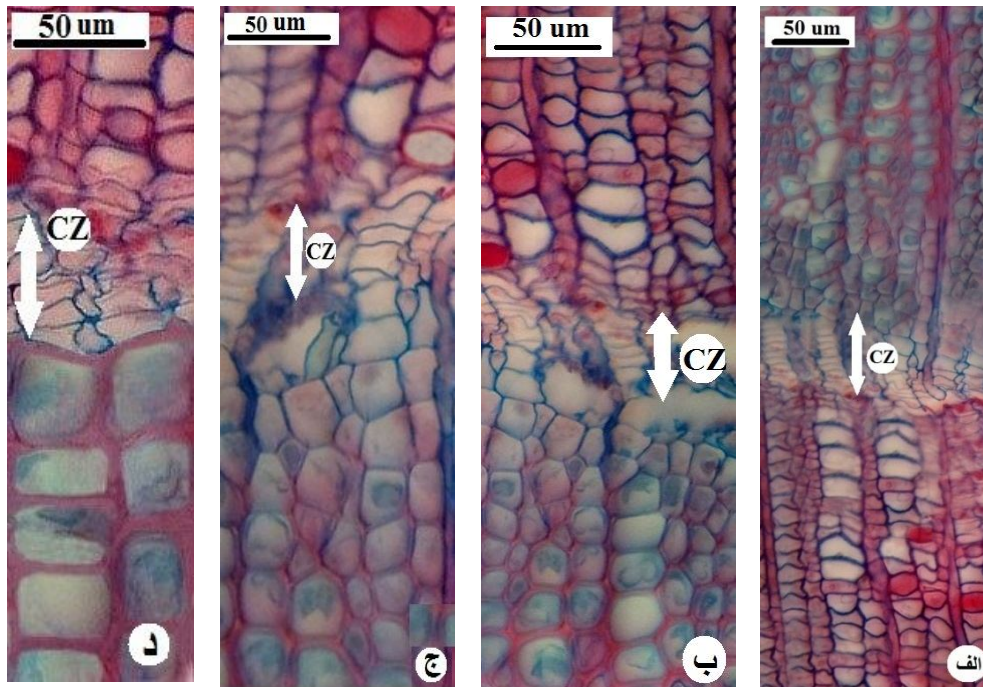
جدول ۱- میانگین دما و مجموع بارندگی ماهانه در طی سال ۱۳۹۳ در مناطق مورد مطالعه.

Table 1. Teampretature mean and total monthly precipitation during 2014-2015 in study areas.

ماه‌های سال	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند	میانگین سالیانه
	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Feb	
دمای متوسط ماهانه (درجه سانتی‌گراد)													
افراخته	14.1	17.2	22.4	22	24.1	21.3	17.9	12.2	8.4	8.3	3.1	7.4	14.8
پونه‌آرام	7	13.2	14.9	15.9	16.6	15.4	10.8	1.6	-1.4	-0.9	-7.4	-7.5	6.5
چهارباغ	6.2	11.4	12.3	14.9	10	14.9	10.2	6.1	2.4	2.3	-2.2	4.6	7.7
بارش ماهانه (میلی‌متر)													
افراخته	29.5	64.5	49.5	24	0.5	50.5	91	61.5	66	61	163.5	93	62.9
پونه‌آرام	13	46	71	51	0	66	67	59	31	52	107	148	59.2
چهارباغ	19.2	40.2	53	45.9	0.4	95.2	73.3	52.9	42.2	37.1	76	90.8	52.2

شکل ۲ مقطع عرضی نمونه‌ها در منطقه کامبیومی را در زمان‌های متفاوت نشان می‌دهد. درختان سرخ‌دار در هر سه رویشگاه در هنگام خفتگی، در ناحیه کامبیومی به‌طور متوسط دارای ۴ سلول کامبیومی بودند (شکل ۲-د). با توجه به رنگ‌آمیزی با سافرانین و آسترابلو، سلول‌هایی که دارای دیواره لیگنینی هستند قرمز رنگ شده و سلول‌هایی مانند سلول‌های کامبیومی که دیواره لیگنینی ندارند به رنگ آبی درآمدند، که نسبت به سلول‌های دیگر متمایز هستند. با افزایش تعداد این سلول‌های کامبیومی آبی‌رنگ می‌توان تشخیص داد که فعالیت کامبیوم آغاز شده است. در منطقه افراخته، شروع فعالیت کامبیوم به‌طور میانگین در روز سوم اردیبهشت ماه بود. در مناطق پونه‌آرام و چهارباغ نیز فعالیت کامبیوم به‌طور میانگین به‌ترتیب در تاریخ ۱۵ و ۲۰ اردیبهشت آغاز شد. در تمام دوره تقسیم سلولی، دیواره‌های سلول‌های کامبیومی تازه تشکیل شده نازک‌تر از زمان خفتگی بودند. پهنای منطقه

کامبیومی در هر سه محل در تاریخ دهم خرداد الی پنجم مرداد به حداکثر رسید و زمان اتمام فعالیت کامبیوم نیز در هر سه منطقه در اواخر مهر ماه مشاهده شد.

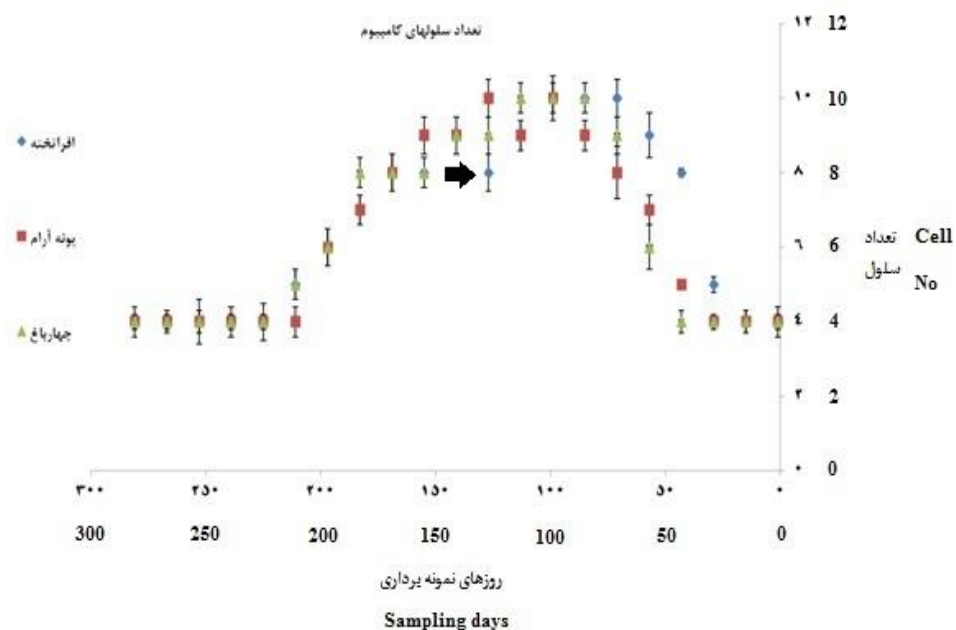


شکل ۲- مقاطع عرضی ریز نمونه‌ها از منطقه کامبیومی زیر میکروسکوپ نورمرئی (CZ) در زمان‌های الف) ۸ تیر (ب) ۲۳ مرداد (ج) ۷ شهریور (د) ۲۷ مهر.

Figure 2. Cambial zone (CZ) of micro cores cross section under light microscope in: A) 28 Jun B) 13 Aug C) 28 Aug D) 18 Oct.

در شکل ۳، تعداد سلول‌های کامبیومی در طی فصل رویش در سه رویشگاه مورد مطالعه مشاهده می‌شود، نقطه صفر ابتدای فروردین ماه (اول فروردین) را نشان می‌دهد و روز سیصدم در محور افقی متناظر با اول دی ماه است. نتایج حاکی از آن بود که در سه منطقه تعداد سلول‌های کامبیومی تقریباً برابر بودند اما زمان فعالیت آن‌ها به ترتیب در منطقه افراخته، سپس در مناطق پونه آرام و چهارباغ آغاز

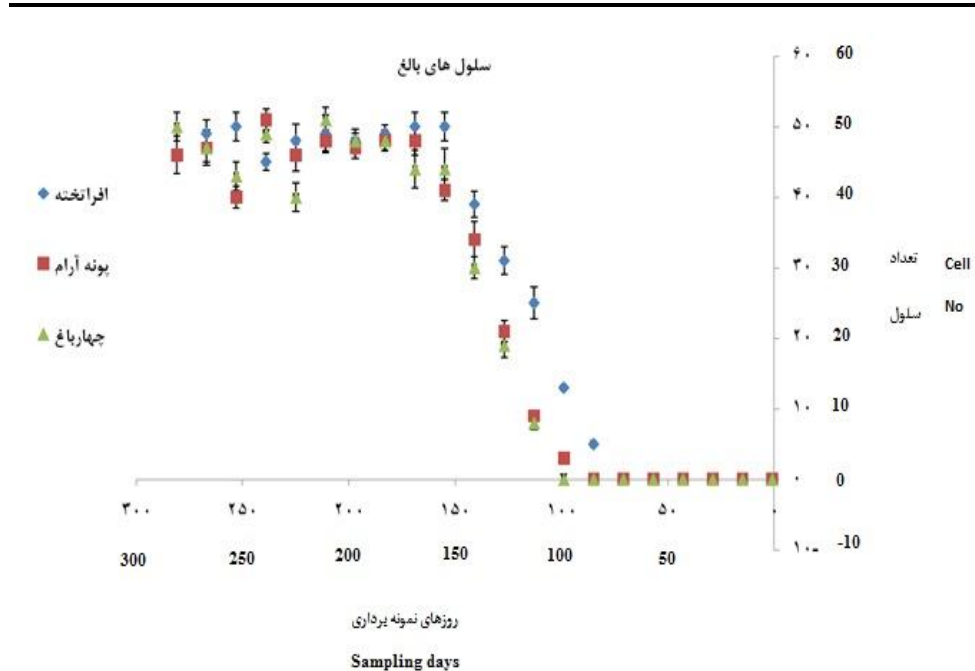
می‌شود. همچنین نتایج نشان داد تعداد سلول‌های کامبیومی درختان منطقه افراخته در روز ۱۲۷ خورشیدی (۲ مرداد) کاهش یافته است.



شکل ۳- تعداد سلول‌های کامبیومی در طی فصل رویش و پس از پایان آن در سه رویشگاه. پیکان به کاهش تعداد سلول‌های کامبیومی درختان منطقه افراخته در روز ۱۲۷ خورشیدی (۲ مرداد) اشاره دارد.

Figure 3. Number of cambium cells during and at the end growth season in three sites. Arrow indicates reduction in cambium cells of Afratakhteh in 23 July.

در شکل ۴ مشاهده می‌شود که روند تشکیل سلول بالغ نیز در منطقه افراخته، زودتر از پونه آرام، و در منطقه پونه آرام زودتر از چهارباغ طی شده است در حالی که بین تعداد نهایی تراکتیوها در پایان فصل رویش اختلاف فاحشی بین رویشگاه‌ها وجود ندارد.



شکل ۴- تعداد سلول های بالغ در حین و پس از پایان فصل رویش در سه رویشگاه.
Figure 4. Number of mature cells during and after growth season in three sites.

در راستای بحث و جمع بندی، ابتدا خلاصه ای از یافته های مطالعه ارائه می شود و سپس با نتایج تحقیقات مشابه مورد مقایسه قرار می گیرد. با مقایسه جدول یک (متوسط دمای ماهیانه) و شکل دو (تعداد سلول های کامبیومی) می توان مشاهده کرد؛ در اواخر اردیبهشت ماه با بالا رفتن دما، فعالیت کامبیوم اوج می گیرد و در اواخر آذر ماه به دوره خفتگی کامبیوم می رسد. فعالیت کامبیوم در منطقه گرمتر (افرا تخته)، حدود دو هفته زودتر آغاز شده است در حالی که اتمام فعالیت کامبیوم در سه رویشگاه تقریباً یکسان بود. این مساله موید نقش تعیین کننده دما در تحریک کامبیوم به فعالیت مجدد است (۱۸). در راستای این یافته می توان به تحقیقات وایسل و فاهن (۱۹۶۵) اشاره کرد؛ آنها با مطالعه اثرات محیط بر روی فعالیت کامبیوم و تشکیل چوب در گونه اقاچیا *Robinia pseudacacia* L. نتیجه گرفتند که دما، اولین فاکتور موثر بر فعالیت کامبیوم است. با افزایش دما کامبیوم فعال و با کاهش دما دوره کمون کامبیوم فرا می رسد.

در این تحقیق با بررسی پویایی کامبیوم مشاهده شد این فعالیت در ابتدای فروردین تا اواسط اردیبهشت دارای شیب ملایم است و یکباره با گرم شدن هوا شدت فعالیت افزایش یافته و شیب نمودار تند می‌شود، سپس وقتی به پایان فصل رویش نزدیک می‌شویم از شدت این شیب به آرامی کاسته می‌شود، این روند با مطالعات اشمیت و همکاران (۲۰۰۴) که به بررسی پویایی کامبیوم دو گونه *Betula spp.* و *Pinus sylvestris* در چند منطقه از جنگل‌های قطبی فنلاند به وسیله روش سوزن‌زنی (pinning technique) پرداختند مطابقت داشت.

با توجه به شکل ۳ با آنکه فعالیت کامبیوم در منطقه گرمتر (افرا تخته) زودتر آغاز شده و همچنین در چند ماه آغازین فصل رویش، تعداد سلول‌های کامبیومی در این منطقه بیشتر از دو منطقه مورد مطالعه دیگر است، ولی تفاوتی بین تعداد نهایی تراکئیدهای بالغ در انتهای فصل رویش بین سه رویشگاه دیده نمی‌شود (شکل ۴). این مسئله را می‌توان به تاثیر دوگانه دما بر فعالیت تقسیمی لایه کامبیومی و نرخ رشد مرتبط دانست. دمای بالاتر در اوایل فصل رویش در منطقه افرا تخته اثر مثبتی بر تعداد سلول‌های کامبیومی و افزایش نرخ رشد داشت اما در بالاترین دوره گرمایی تابستان (اواخر تیرماه) باعث کاهش تعداد سلول‌های کامبیومی در منطقه گرم‌تر نسبت به رویشگاه‌های دیگر شده است (شکل ۳، پیکان). فزونی گرفتن دما از حد بهینه در هوای گرم و خشک اواخر تیر/ اوایل مرداد منجر به بسته شدن روزنه‌های تنفسی برگ‌ها در منطقه افرا تخته برای جلوگیری تعرق بیش از اندازه و از دست دادن آب درخت می‌شود که این مسئله به نوبه خود از نرخ فتوسنتز و در نتیجه نرخ رویش شعاعی می‌کاهد. این کاهش فعالیت کامبیوم و نرخ رویش تابستانه، افزایش اولیه رویش در منطقه افرا تخته را خنثی کرده و در نهایت اختلاف فاحشی بین تعداد تراکئیدهای تولید شده بین سه رویشگاه دیده نمی‌شود. افزایش دما ممکن است سبب تسریع در تبدیل ذخیره نشاسته به ساکارزی شود که برای تولید سلول و افزایش سرعت رشد مفید است (۱، ۱۹). به علاوه، این چنین به نظر می‌رسد که دما تا یک نقطه معین، اثر مثبتی بر نرخ فتوسنتز دارد (۸، ۲۸) و اگر دما به بالاتر از حد بهینه برسد ممکن است اثر محدودکننده بر رشد شعاعی داشته باشد (۸، ۲۲).

نتیجه‌گیری

با توجه بررسی متغیرهای سنجش شده در این مطالعه می‌توان چنین نتیجه گرفت که دما، اولین فاکتور مؤثر بر فعالیت کامبیوم است و با افزایش دما کامبیوم فعال و با کاهش دما دوره کمون کامبیوم فرا می‌رسد (۲۷) (۱۸).

دمای بالاتر در اوایل فصل رویش اثر مثبتی بر تعداد سلول‌های کامبیومی و افزایش نرخ رشد دارد، این درحالی است که در صورت افزایش دما به بالاتر از حد بهینه، ممکن است اثر محدودکننده بر رشد شعاعی ایجاد شود (۸، ۲۲ و ۲۸).

در مجموع می‌توان نتیجه گرفت، از آنجا که سناریوهای تغییر اقلیم در منطقه، گرم‌تر شدن هوا و کاهش رطوبت هوا در آینده را پیش‌بینی می‌کنند (۱۱) و (۲۲)، این تغییرات می‌تواند تأثیر منفی بیشتری بر درختان سرخدار منطقه افراخته داشته باشد. با این حال، اعتبار این ادعا که براساس داده‌های درون فصلی یک فصل رویش استنتاج شده است باید با مطالعات تکمیلی در یک یا دو فصل رویشی دیگر و همچنین پژوهش‌های اقلیم‌شناسی درختی (مقایسه روند تغییرات پهنای حلقه‌های رویشی درختان در چند دهه) مورد سنجش قرار گیرد.

منابع

1. Begumi, S., Nakaba, S., Oribe, Y., Kubo, T., and Funada, R. 2007. Induction of Cambial Reactivation by Localized Heating in a Deciduous Hardwood Hybrid Poplar (*Populus sieboldii* 3 *P. grandidentata*). *Annals of Botany*. 100: 439–447.
2. Dufour, B., and Morin, H. 2010. Tracheid production phenology of *Picea mariana* and its relationship with climatic fluctuations and bud development using multivariate analysis. *Tree Physiology*. 30: 853–865.
3. Esmailzadeh, O., Hosseini, S.M., and Tabari, M. 2001. A phytosociological study of English yew (*Taxus Baccata* L.) in Afratakhteh reserved. *Pajouhesh and Zandegi*. 74: 17-24. (In Persian)
4. Eckstein, D., Saas, U., and Baas, P. 1994. Growth periodicity in tropical trees [J]. In: *Proceedings of internal meeting*, Kuala Lumpur, Malaysia, IAWA J. 16, 120.
5. Fernandez, M.E., Gyenge, J.E., Urquiza de, M.M., and Varela, S. 2012. Adaptability to climate change in forestry species: drought effects on growth and wood anatomy of ponderosa pines growing at different competition levels. *Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria (INIA), Forest Systems*. 21: 1. 162-173.
6. Grotta, A.T., Gartner, B.L., Radosevich, S.R., and Huso, M. 2005. Influence of alder competition on cambial phenology and latewood formation in *Douglas-fir*. *IAWA J* 26: 309–324.
7. Habibi Kaseb, H., and Lesani, M.R. 1985. Investigation on soil and *Taxus Baccata* L. forest in Iran. *Iranian Journal of Natural Resources*. 2: 13-39. (In Persian)

8. Hoshino, Y., Yonenobu, H., Yasue, K., Nobori, Y., and Mitsutani, T. 2008. On the radial-growth variations of Japanese beech (*Fagus crenata*) on the northernmost part of Honshu Island, Japan. *J. Wood Sci.* 54: 183-188.
9. Iqba, IM. 1994. Structural and operational specializations of the vascular cambium of seed plants. In: Iqbal M (ed) *Growth patterns in vascular plants*. Dioscorides Press, Portland, Oregon, USA. 211–271.
10. Jens, Ch., and Else, M. 1999. Population ecology and conservation status of the last natural population of English Yew (*Taxus baccata*) in Denmark, *Biological conservation*. 88: 173- 182.
11. Kousari, M., Ekhtesasi, M., Tazeh, M., Saremi Naeini, M., Asadi Zarch, M. 2011. An investigation of the Iranian climatic changes by considering the precipitation, temperature, and relative humidity parameters *Theoretical and Applied Climatology* 103: 321-335.
12. Lesani, M.R. 1999. Research institute of Forest and Rangelands. 215p. (In Persian)
13. Lupi, C., Morin, H., Deslauriers, A., and Rossi, S. 2011. Xylogenesis in black spruce: does soil temperature matter? *Tree Physiology*. 32: 74–82.
14. Nadi, M., Khalili, A., Pourtahmasi, K., and Bazrafshan, J. 2013. Comparison among different climatic mapping techniques to determine the most effective factor on Charbagh trees growth. *Journal of Forest and Wood Product*. (Iranian Journal of Natural Resources). 66: 1. 84-95. (In Persian)
15. Nasiri, S., Pourtahmasi, K., and Oladi, R. 2015. Intra- annual climate-grow relationship of *Quercus castanifolia* at the central part of Hyrcanian forest, northern Iran. *The 3rd International Conference of Asian Dendrochronology*.
16. Nosrati, B., Pourtahmasi, K., Parsapajoh, D., Karimi, A. 2010. Assess the severity of cambium activity in Poplar plants by pinning method. *Journal of Research in Science and Wood and Forest Technology* 17(1): 1-16.
17. Oladi, R., Pourtahmasi, K., Eckstein, D., Brauning, A. 2011. Seasonal dynamics of wood formation in Oriental beech (*Fagus orientalis* Lipsky) along an altitudinal gradient in the Hyrcanian forest, Iran. *Trees*. 25(3): 425-433.
18. Oladi, R., Pourtahmasi, K. 2012. Intra-annual Secondary Growth Rate-Climate Relations of *Fagus orientalis* Lipsky in the Center of Hyrcanian Forests. *Not Sci Biol*. 4(2): 136-140.
19. Oribe, Y., Funada, R., and Kubo, T. 2003. Relationships between cambial activity, cell differentiation and the localization of starch in storage tissues around the cambium in locally heated stems of *Abies sachalinensis* (Schmidt) Masters. *Trees* 17(3): 185-192.
20. Pasho, E., Camarero, J.J., and Vicente Serrano, S.M. 2012. Climatic impacts and drought control of radial growth and seasonal wood formation in *Pinus halepensis*. *Trees*. 26(6): 1875–1886.

21. Philipson, W.R., Ward, J.M., and Butterfield, B.G. 1971. The vascular cambium, its development and activity. Chapman and Hall, London
22. Rahimzadeh, F., Asgari, A., Fattahi, E. 2009. Variability of extreme temperature and precipitation in Iran during recent decades International Journal of Climatology. 29: 329-343.
23. Rossi, S., Deslauriers, A., Menardi, R., and Anfodillo, T. 2005. Wood formation in some sites at the Alpine treeline. Workshop Intra-annual analysis of wood formation, San Vito di Cadore (BL), Italy.
24. Rensing, K.H., and Samuel, A.L. 2004. Cellular changes associated with rest and quiescence in winter-dormant vascular cambium of *Pinus contorta*. Trees 18: 373–380.
25. Sadari, SM., Pourtahmasi, K., Oladi, R., and Rathgeber, CBK. 2013. Wood Formation in *Juniperus excels ssp.* Polycarpus in the high mountains of north-east Iran. Journal of Tropical Forest Science 25(3): 421-428.
26. 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(2): 167–178.
27. Waisel, Y., and Fahn, A. 1965. The Effects of Environment on Wood Formation and Cambial activity in *robinia pseudacacia*. Ann Bot 32: 677–685.
28. Woledge, J., and Parsons, AJ. 1986. The Effect of Temperature on the Photosynthesis of Ryegrass Canopies. Ann Bot 57(4): 487-497.



Gorgan University of Agricultural
Sciences and Natural Resources

J. of Wood & Forest Science and Technology, Vol. 23 (2), 2016
<http://jwfst.gau.ac.ir>

Effect of Site Condition on Cambial Activity and Wood Formation of Yew (*Taxus baccata*) in Three Regions of Golestan Province

*H. Matini Behzad¹, M.R. Mastri Farahani², R. Oladi³, S.Z. Hosseini⁴
and P. Oven⁵

¹Ph.D. Student, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Iran,

²Associate Prof., Faculty of Wood and Paper Engineering, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Iran, ³Assistant Prof., Dept., of Wood and Paper Engineering, Tehran University, Iran, ⁴Professor, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Iran, ⁵Professor, Dept., of Wood and Paper Engineering, University of Ljubljana, Slovenia

Received: 06/09/2016 ; Accepted: 09/24/2016

Abstract

Background and objectives: Yew (*Taxus baccata*) is one of the most valuable and rare native coniferous in Iran. Surviving remnants of third geological era that unfortunately it has been subjected to extinction due to the climate change and the excessive grazing. Regarding its valuable wood and lack of data toward the site impact on the tree growth, activities of cambium layer and procedure of an increase the number of mature cells were investigated.

Materials and methods: Three regions of Golestan province (Afratakhteh, Chahar-bagh and Ponearam) were selected which among them Afratakhteh had the highest temperature. 6 normal trees with upright trunks of each region and almost the same diameters for explanting were studied. Sampling was done from March to early November 2014, with two weeks interval. Micro-cores were examined under a light microscope after sectioning and staining. Then average number of cells in the cambium region and mature tracheids were counted. Climate data (precipitation and monthly temperature) were recorded for the meteorological stations near study area.

Results: The results indicated that cambium activity was began two weeks earlier in Afratakhteh than others in early May and finished in late October at the same time in all sites. Cambium cells enumeration also showed that peak activity occurred in mid-June with 10 cells number. However, cambium activity started sooner in the warmer region (Afratakhteh) and cambium cells number was more

*Corresponding author: matinihamed@yahoo.com

than other areas in early growth season. But, there were no differences in final mature tracheids among 3 sites in late growth season.

Conclusion: It can be concluded that higher temperature in Afratakhteh has a positive effect on growth, in early growing season, but in the mid-summer, reduces cambium cells number and thus growth rate. This issue can create a negative impression on Afratakhteh Yew trees in near future, as air humidity decreases and become warmer.

Keywords: Yew (*Taxus baccata*), Cambial Activity, Wood Formation, Golestan Province

