DOI: http://dx.doi.org/10.22092/ijwpr.2013.2949

فصلنامهٔ علمی – پژوهشی تحقیقات علوم چوب و کاغذ ایران
جلد ۲۸، شمارهٔ ۲، صفحهٔ ۳۵۳-۳۴۱، (۱۳۹۲)

استفاده از پرتوهای X برای مطالعه تغییرات رویش سالیانه کاج تهران

سعید مهرابی

- کارشناس‌ارشد، گروه صنایع چوب و کاغذ، ، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تاکستان
پست‌الکترونیک: en_s.mehrabi@yahoo.com

تاریخ دریافت: خرداد ۱۳۹۱ تاریخ پذیرش: اسفند ۱۳۹۱

چکیده

استفاده از روش‌های غیرمخرب برای مطالعه جنگل و کیفیت چوب آن و بررسی تغییرات رویش سالیانه درخت از اهمیّت خاصی برخوردار می‌باشد. با توجه به این موضوع تغییرات رویش سالیانه کاج تهران مورد مطالعه، و با استفاده از پرتوهای X، پهنی دوایر، چوب‌بهاره، چوب‌تابستانه و درصد بافت آنها مشخص گردید. عامل مؤثر در تغییر پهنای‌دایره رویش در چوب کاج، چوب‌بهاره می‌باشد. به‌طوری‌که افزایش آن سبب افزایش پهنی دایره سالانه می‌گردد و اگر در ابتدای فصل شرایط مساعدی وجود داشته باشد می‌توان چنین تصور نمود که رویش چوب‌بهاره زیادتر شده و شتاب زیادی به پهن‌تر شدن دایره سالیانه می‌دهد. میزان رشد چوب‌بهاره بیشتر از چوب‌تابستانه می‌باشد. هر چه سن درخت کاج تهران افزایش پیدا می‌کند، میزان پهنی دایره و پهنی چوب‌بهاره و پهنی چوب‌تابستانه کمتر می‌گردد.

واژه‌های کلیدی: رادیوگرافی چوب، آزمایش غیرمخرب چوب، کاج تهران، پهنی دوایر سالیانه.

مقدمه

استفاده از روش‌های غیرمخرب و بررسی تغییرات رویش سالیانه درخت از اهمیّت خاصی برای کاربرد در صنعت برخوردار بوده، بنابراین با توجه به این موضوع سعی شده که تغییرات رویش سالیانه کاج تهران مورد مطالعه و بررسی قرار گیرد. برای مطالعه و بررسی رویش سالیانه کاج از روش رادیوگرافی چوب که در بیشتر کشورهای دنیا نظیر کانادا، فرانسه، ژاپن، برزیل و ... به‌کار می‌رود استفاده شده است.

کیفیت چوب به طور غیرمستقیم وابسته به شرایط خارجی زندگی درخت است. در واقع این ماده انعکاسی از یک سیستم پیچیده زمان و مکان می‌باشد که با بررسی دقیق آن با روش‌های مناسب می‌توان به چگونگی عوامل محیط و تأثیر آنها بر روی تشکیل ماده چوبی پی برده و برای بهبود کیفیت و کمیت چوب در تنظیم این عوامل کوشید. این مطالعه امکان‌پذیر است و اساس گاهشناسی درختی را تشکیل می‌دهد. (Keller & millier, 1970; Polge, 1971). در حقیقت درختان جنگلی، به‌ویژه با عمر طولانی، ضابط تاریخچه عوامل محیط در تنه خود

می‌باشند. استفاده از پرتوهای δ , ß و χ و ثبت تغییرات داخلی دوایر سالیانه در جریان زندگی درخت و تعبیر و تفسیر این تغییرات دگرگونی مهّمی در شناخت چوب به وجود آورده است. این گونه مطالعات با استفاده از اشعه X در بازرسی از قطعات چوبی آغاز شد و در قرن گذشته (Fisher, 1940; Taskar, 1940; Worschitz, 1932) از طریق ارزیابی کیفی چوب و برای کاربردهای خاص مثل تیرهای چوبی برق و پروانه هواپیما و قطعات داخلی هواپیما برای مطالعه روی معایب داخلی چوب مثل گره‌ها، ترک‌های داخلی، تجزیه بیولوژیک، حشرات لانه‌کننده در مغز چوب و غیره استفاده شد. پس از آن (Legrand, 1946 و Jaquiot, 1961) و (Polge, 1963/66) تا سال ۱۹۷۰ مرتباً توسط نامبرده و سایرین تکمیل گردید و در مقاصد مختلف مورد استفاده قرار گرفت. چنانچه Keller (۱۹٦۸) خواص مکانیکی چوب و Parsa (۱۹۷۰) خواص مکانیکی، فیزیکی و تشریحی چوب را به کمک روش مذکور مورد مطالعه قرار دادند. در مورد تغییرات عوامل محیط و اثر آن بر روی ماده چوبی باز هم (Polge, 1966) در فرانسه و (Parker, 1971) در کانادا بررسی کرده‌اند که اولی مقدار بارندگی و انعکاس آن را در دوایر سالیانه چوب درختان دوگلاس و نرّاد مورد مطالعه قرار داده و دومی نوسانات شدت آب رودخانه (دبی) را با تغییرات رویش چوبی بررسی کرده است و سایر محققان Sardinha (۱۹۷٤) و Schweingruber و همکاران (۱۹۷۸) با استفاده از اشعه X برای مطالعه بر روی چوب اقداماتی انجام داده‌اند، و Gratten و همکاران (۱۹۷۸) مطالعه میزان پوسیدگی درونی تیرهای چوبی برق به توسط اشعه X را در یک جزیره کانادا انجام داده‌اند. با استفاده از تکنیک‌ها و ابزارهای کنونی میزان پوسیدگی درونی چوب توسط Croche (۱۹۸٦) اندازه‌گیری شده است، با روش رادیوگرافی و کامپیوتر میکرودانسیتومتری چوب برای تعیین کیفیت چوب توسط Frapoint (۱۹۸۸)انجام شده، و Amaral و TomazelloFo (۱۹۹٦)با استفاده از اشعه X تحقیقاتی بر روی چوب صورت داده و Tomazello و همکاران (۲۰۰۸) بر روی تکنیک روش غیرمخرب اشعه X برای مطالعه بر روی چوب اکالیپتوس در برزیل مطالعاتی‌را انجام دادند. در این مبحث، که هدف شناساندن راه نوینی در مطالعه چوب می‌باشد، روش رادیوگرافی با تطبیق این روش برای چوب کاج تهران که نگارنده آن را عمل کرده، به همراه فواید آن مورد بحث قرار گرفته است.

مواد و روشها

توده دست‌کاشت کاج تهران در جنگل دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران

این توده در حدود سال ۱۳۲۲ با گونه کاج تهران (*Pinus eldarica*) در جنگل دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران واقع در کرج کاشته شده است. وضعیت رویشگاه به صورت غیرطبیعی و دست‌کاشت می‌باشد. موقعیت جغرافیایی این توده دست‌کاشت و غیرطبیعی در عرض جغرافیایی ۳۰°٤۸′ شمال و طول جغرافیایی ۵۱ غربی می‌باشد. ارتفاع از سطح دریا ۱۳۱۲ متر و میزان متوسط بارندگی ۳۰ ساله ۲٤۰ میلیمتر، متوسط سردترین ماه سال در دی‌ماه و برابر ۱/۲C°، متوسط گرمترین ماه سال در تیرماه و برابر ۲٤/۷° می‌باشد. باد غالب از غرب و در مرحله بعدی از شمال‌غربی می‌وزد. اقلیم کرج براساس تقسیم‌بندی دومارتن نیمه‌خشک می‌باشد (علی‌خلیلی، ۱۳٦۵). نوع خاک آبرفتی با pH> ۷ و میزان آهک آن بین

۱۵-۵٪ است. بافت آن لومی سبک با نفوذپذیری زیاد و ظرفیت نگهداری آب کم، عمق خاک بین ۱۰۰-٦۰ سانتیمتر و شوری آن کمتر از حد نصاب می‌باشد.

روش نمونه‌برداری

برای مطالعه بر روی توده دست کاشت کاج تهران ابتدا ۱۲ عدد درخت انتخاب گردید، سپس در اوایل مردادماه به وسیله مته سال‌سنج از ارتفاع مقابل سینه ۲ نمونه که زاویه بین دو نمونه‌برداری از هر درخت ۹۰° و در جهت شعاعی درست به طرف مرکز درخت، صورت گرفت. پس از آن از هر درخت دو نمونه در جهت شعاعی به طرف مرکز درخت و با زاویه ۹۰° برداشته شد، بلافاصله در شیشه‌های آزمایش درپوش‌دار قرار داده شد، و درپوش آن برای جلوگیری از تبادل رطوبتی هر نمونه با هوای محیط محکم بسته شد.

پس از اتمام نمونه‌برداری به وسیله مته سال‌سنج (به تعداد ۲ نمونه از هر درخت، از ۱۲ درخت انتخاب شده) شیشه‌های حاوی نمونه‌ها که از قبل شماره‌گذاری شده بود به آزمایشگاه انتقال داده شد. هم‌زمان با نمونه‌برداری، به‌وسیله خط‌کشی دو بازو، قطر برابر سینه هر درخت و به وسیله دستگاه هاگا ارتفاع درختان اندازه‌گیری و در جدولی یادداشت گردید (جدول ۱).

روش اندازه‌گیری پهنی دوایر و متغیرهای آن

پس از تهیه نمونه‌ها سعی گردید که پهنی دوایر، چوب‌بهاره، چوب‌تابستانه و درصد بافت آنها مشخص گردد. با روش‌های معمولی نظیر چشم غیرمسلح، به کمک لوپ و یا میکروسکوپ دو چشمی با بزرگنمایی ٤۰x متأسفانه امکان انجام این کار میسر نگردید؛ بنابراین با توجه به سابقه‌کار اندازه‌گیریهای فوق از طریق رادیوگرافی، درصدد استفاده از این روش و امکانات موجود در ایران انجام گردید.

جدول ۱- مشخصات درختان

شماره درخت	قطر برابر سینه (cm)	ارتفاع درخت (m)
۱	۳۹/۵	۲۱
۲	٤۱	۱۹
۳	۳۵	۱٦
٤	۵۰/۵	۱۹
۵	۳۹	۱۷
٦	٤۸	۲۱
۷	٤٦	۲۰
۸	٤٦	۲۰
۹	٤۷	۱۹
۱۰	٤۳	۲۲
۱۱	۳۹	۲۰
۱۲	۳۹	۱۸

روش رادیوگرافی از نمونه‌های چوب[1]

اگر در مسیر پرتوهای x نمونه چوبی قرار دهیم، اشعه در آن نفوذ کرده و در شرایط معین قسمتی از آنها جذب سلول‌های چوبی می‌گردد و مازاد آن از سمت دیگر خارج می‌شود. با توجه به خواص چوب که جسمی است ناهمگن و هرسو نایکسان، بنابراین چه از لحاظ کیفیت و یا کمیت، مقدار جذب پرتو در قسمت‌های مختلف آن متفاوت است. اگر نمونه‌ها در جهت عمودی تابش ضخامت یکسانی داشته باشند، با توجه به اینکه سایر شرایط نظیر شدّت تابش، مدت تابش، طول موج و فاصله

1 - پارساپژوه، د، نشریه شماره ۲۵ دانشکده جنگلداری دانشگاه تهران صفحه ۱ تا ۲۰

تا منبع تابش برای تمام نقاط آن همانند است. تنها عامل متغیر در جریان آزمایش، ساختمان چوب در قسمت‌های مختلف آن و در نتیجه وزن مخصوص آن است. توجه به نکته فوق اهمیت زیادی دارد و مبنای مطالعات رادیوگرافی از چوب را همین تغییرات وزن مخصوص تشکیل می‌دهد. از طرفی چون به موازات تغییر وزن مخصوص چوب سایر خواص فیزیکی، مکانیکی مقادیر سلولز و لیگنین و ... هم تغییر می‌کند، مطالعه این عامل افق وسیعی در شناسایی چوب می‌گشاید، زیرا بررسی تغییرات وزن مخصوص بسیار حایز اهمیّت است.

امکانات رادیوگرافی

برای انجام رادیوگرافی چوب از دستگاه‌های رادیولوژی در دامپزشکی استفاده و به همین منظور برای تهیه کلیشه رادیوگرافی به دانشکده دامپزشکی دانشگاه تهران (بیمارستان دام‌های کوچک- بخش رادیولوژی) مراجعه شد؛ تهیه کلیشه رادیوگرافی در این مکان میسر گردید و برای تهیه کلیشه تمامی نمونه‌ها انتخاب شد. در این مکان به وسیله فلوئورسکوپی در روی صفحه توانستیم چوب‌های بهاره و تابستانه را مشاهده نماییم. دستگاه موجود در بخش رادیولوژی- دانشکده دامپزشکی از نوع Toshiba مدلM -12 Dc (اختلاف پتانسیل- o 120kv)، (شدت جریان mA 500- o) و (حداکثر فاصله تابش120cm- o) بوده است.

شرایط رادیوگرافی – ظهور و ثبوت

شرایط رادیوگرافی، ظهور و ثبوت برای چوب کاج تهران (*Pinus eldarica*) تهیه شده از جنگل دانشکده منابع طبیعی عبارت است از:

الف- مشخصات و شرایط رادیوگرافی

اندازه و نوع فیلم kodak xray 35 ×35 سانتیمتر

- گونه کاج تهران *Pinus eldarica*
- ضخامت نمونه ۵ میلیمتر
- رادیوگرافی موازی با الیاف
- فاصله تابش ۱۰۰ سانتیمتر
- زمان تابش ۰/۱ ثانیه
- اختلاف پتانسیل‌الکتریکی 40^{kv}
- شدت جریان مدار 100^{mA}

ب- شرایط ظهور و ثبوت کلیشه

مدت در داروی ظهور	۱۳ دقیقه
مدت در داروی ثبوت	۱۰ دقیقه
مدت شستشو با آب	۲۰ دقیقه
مدت خشک‌کردن	۲۰ دقیقه

کلیشه‌ها پس از رادیوگرافی در اتاق تاریک ظاهر می‌شود و پس از گذشتن از داروی ثبوت و شستشو می‌توان آنها را در صفحه نگاتسکوپ (صفحه‌ای که در زیر آن لامپ فلورسنت روشن می‌باشد) مشاهده نمود. فیلم در درون کاست و بدون بوکی قرار داده می‌شود. اشعه باید موازی‌الیاف چوب تابیده شود تا کلیشه واضح و مشخص باشد، در هر بار رادیوگرافی با وجودی که دقت زیادی در صحیح قرار دادن و تراز کردن نمونه‌ها به‌کار می‌رود باز هم تعدادی از آنها مات و یا نامشخص ظاهر می‌شوند و باید آنها را جدا کرده و پس از بازرسی و اصلاح، مجدداً از آنها رادیوگرافی به‌عمل آورد. در روی هر فیلم ۳۵ × ۳۵ حدود ۱۲–۱۰ نمونه می‌توان قرار داد و در شرایط یکسان از آنها رادیوگرافی به‌عمل آورد.

نتایج

اندازه‌گیری رویش سالیانه و تغییرات آن از روی فیلم رادیوگرافی

رویش سالیان، چوب‌بهاره و چوب‌تابستانه

برای اندازه‌گیری رویش سالیانه، چوب‌بهاره و چوب‌تابستانه صفحات فیلم بر روی صفحه نگاتسکوب قرار داده شد و بعد میزان چوب‌بهاره و چوب‌تابستانه به‌وسیله خط‌کش با دقت میلیمتر اندازه‌گیری شد، برای اندازه‌گیری نقاط روشن روی فیلم که چوب‌تابستانه می‌باشد به وسیله راپید ۰/۱ میلیمتر رنگی گردید.

جدول ۲ - درخت میانگین

سال	میانگین پهنی دایره سالیانه (mm)	میانگین چوب‌بهاره (mm)	میانگین چوب‌تابستانه (mm)
۱۳٦٥	۰/۸۱	۰/۸۱	–
۱۳٦٤	۱/٤٥	۰/٦٤	۰/٦
۱۳٦۳	۱/٤٦	۰/۹	۰/٥٦
۱۳٦۲	۱/٥	۰/۷۹	۰/۷۱
۱۳٦۱	۱/۷٤	۱/۱۳	۰/٦۱
۱۳٦۰	۱/۷۱	۰/۹٦	۰/۷٥
۱۳٥۹	۲/۰٤	۱/۱۹	۰/۸٥
۱۳٥۸	۲/۳٥	۱/۳٥	۱
۱۳٥۷	۲/۲۳	۱/۲۲	۱
۱۳٥٦	۱/۹٦	۱/۰۲	۰/۹٤
۱۳٥٥	۱/۸۸	۱/۰٦	۰/۸۱
۱۳٥٤	۱/۸۳	۱/۰٤	۰/۷۹
۱۳٥۳	۱/۹۸	۱/۱۳	۰/۸٥
۱۳٥۲	۲/۲۹	۱/۲۹	۰/۹۸
۱۳٥۱	۲/٦۳	۱/٥٤	۱/۰۸
۱۳٥۰	۳/۱۷	۲	۱/۱۷
۱۳٤۹	۳/۲۷	۲/۲٥	۱/۱
۱۳٤۸	۳/٥۲	۲/۳۳	۱/۲۱
۱۳٤۷	۳/٦۹	۲/٤٦	۱/۲۳
۱۳٤٦	٤/۳۱	۳/۲۱	۱/۱
۱۳٤٥	۳/٦۹	۲/٥	۱/۱٥
۱۳٤٤	۳/٥۲	۲/۳۸	۱/۱٥
۱۳٤۳	۳/۷٥	۲/٦	۱/۱٥
۱۳٤۲	٤/۱۳	۲/۷۷	۱/۳٥
۱۳٤۱	۳/۱۷	۱/۹۳	۱/۲٥
۱۳٤۰	۳/۰۸	۲/۰۲	۱/۰٦
۱۳۳۹	۳/٦۲	۲/٤٦	۱/۱۷
۱۳۳۸	۳/٦۷	۲/٤٦	۱/۲٥
۱۳۳۷	۳/٦۹	۲/٦٥	۱/٤۰
۱۳۳٦	٤/۰٤	۲/٥٦	۱/٤۸

پس از رنگی نمودن مناطق روشن، به وسیله خط‌کش با دقت ۰/۵ میلیمتر مناطق روشن و تاریک به طور متناوب اندازه‌گیری گردید. به علّت نمونه‌گیری در اوایل مرداد ماه چوب‌تابستانه دیده نشد. در نتیجه ۳۰ پهنی چوب‌بهاره و ۲۹ پهنی چوب‌تابستانه اندازه‌گیری گردید.

به غیر از سال مورد اندازه‌گیری که فقط دارای چوب‌بهاره می‌باشد بقیه سال‌ها دارای چوب‌تابستانه و سپس چوب‌بهاره می‌باشد که اندازه‌گیری و به‌عنوان رویش سالیانه یادداشت گردید. به‌دلیل اینکه هر درخت دارای دو نمونه است، چوب‌بهاره در دو جهت ۱ و ۲ و چوب‌تابستانه در دو جهت ۱ و ۲ (D_1, D_2) و از این دو عدد میانگین‌گیری به‌عمل آمد و به‌عنوان متوسط ضخامت چوب‌بهاره و متوسط چوب‌تابستانه یادداشت گردید که از جمع این دو عدد پهنی دوایر سالیانه هر درخت به‌دست آمد.

بنابراین ۱۲ جدول، که هر جدول متعلق به یک درخت می‌باشد، و در هر جدول متوسط چوب‌بهاره و چوب‌تابستانه و پهنی دوایر سلیانه به میلیمتر یادداشت شده است ارائه گردیده است.

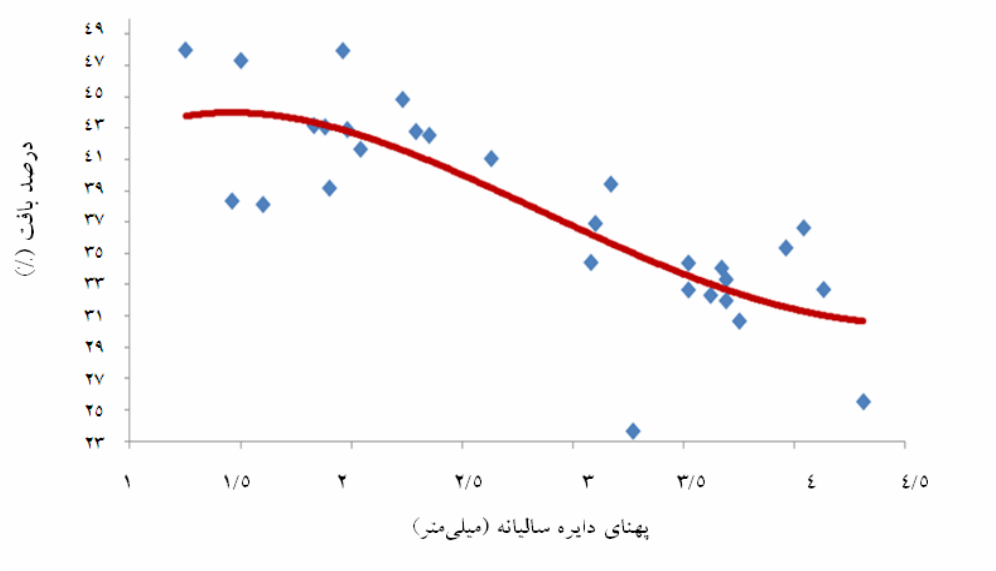
مطالعه درصد بافت چوب کاج

برای تعیین درصد بافت چوب کاج تهران از فرمول زیر برای محاسبه استفاده گردید.

درصد بافت (٪) = پهنی چوب‌تابستانه (mm) / پهنی دایره سالیانه (mm) × ۱۰۰

جدول ۳ – میزان درصد بافت چوب کاج تهران

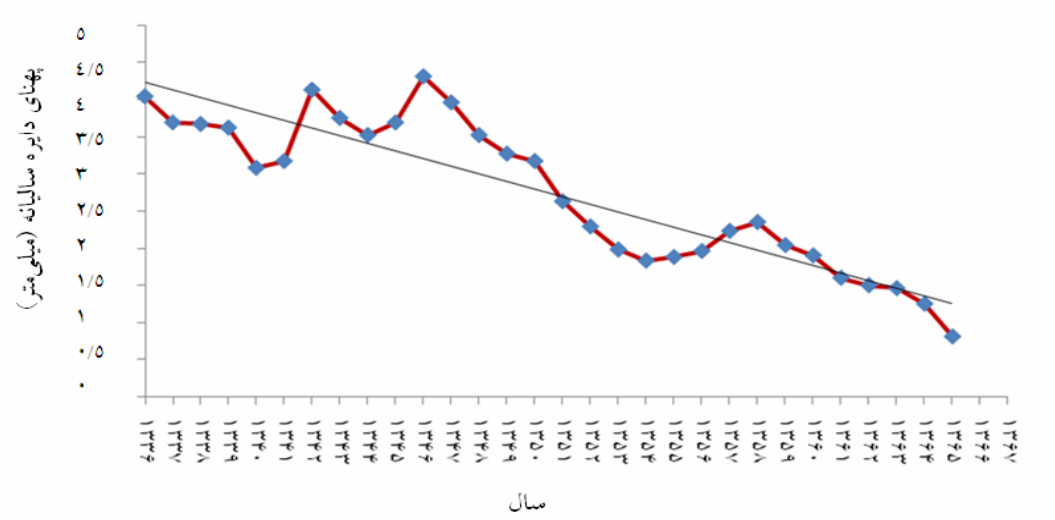
سال	پهنی دایره سالیانه (mm)	چوب‌تابستانه (mm)	درصد بافت χ (mm)
۱۳٦٥	۰/۸۱	–	–
۱۳٦٤	۱/٤٥	۰/٦	٤۸
۱۳٦۳	۱/٤٦	۰/٥٦	۳۸/۳٥
۱۳٦۲	۱/٥	۰/۷۱	٤۷/۳۳
۱۳٦۱	۱/۷٤	۰/٦۱	۳۸/۱۳
۱۳٦۰	۱/۷۱	۰/۷٥	۳۹/٤۷
۱۳٥۹	۲/۰٤	۰/۸٥	٤۱/٦٦
۱۳٥۸	۲/۳٥	۱	٤۲/٥٥
۱۳٥۷	۲/۲۳	۱	٤٤/۸٤
۱۳٥٦	۱/۹٦	۰/۹٤	٤۷/۹٦
۱۳٥٥	۱/۸۸	۰/۸۱	٤۳/۰۹
۱۳٥٤	۱/۸۳	۰/۷۹	٤۳/۱۷
۱۳٥۳	۱/۹۸	۰/۸٥	٤۲/۹۲
۱۳٥۲	۲/۲۹	۰/۹۸	٤۲/۷۹
۱۳٥۱	۲/٦۳	۱/۰۸	٤۱/۰٦
۱۳٥۰	۳/۱۷	۱/۱۷	۳٦/۹۱
۱۳٤۹	۳/۲۷	۱/۱	۲۳/٦٤
۱۳٤۸	۳/٥۲	۱/۲۱	۳٤/۳۸
۱۳٤۷	۳/٦۹	۱/۲۳	۳۳/۳۳
۱۳٤٦	٤/۳۱	۱/۱	۲٥/٥۲
۱۳٤٥	۳/٦۹	۱/۱٥	۳۱/۹۸
۱۳٤٤	۳/٥۲	۱/۱٥	۳۲/٦۷
۱۳٤۳	۳/۷٥	۱/۱٥	۳۰/٦۷
۱۳٤۲	٤/۱۳	۱/۳٥	۳۲/٦۹
۱۳٤۱	۳/۱۷	۱/۲٥	۳۹/٤۳
۱۳٤۰	۳/۰۸	۱/۰٦	۳٤/٤۳
۱۳۳۹	۳/٦۲	۱/۱۷	۳۲/۳۲
۱۳۳۸	۳/٦۷	۱/۲٥	۳٤/۰٦
۱۳۳۷	۳/٦۹	۱/٤۰	۳٥/۳٥
۱۳۳٦	٤/۰٤	۱/٤۸	۳٦/٦۳



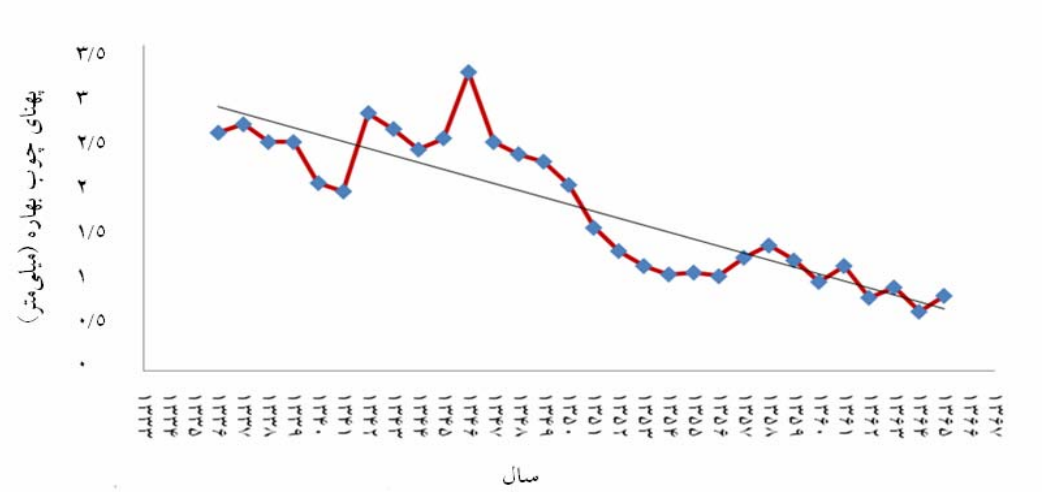
نمودار ۱- نمایش تغییرات درصد بافت در ارتباط با پهنای دایره سالیانه کاج تهران

منحنی تغییرات پهنی دایره سالیانه درخت میانگین برای رویشگاه کاج تهران

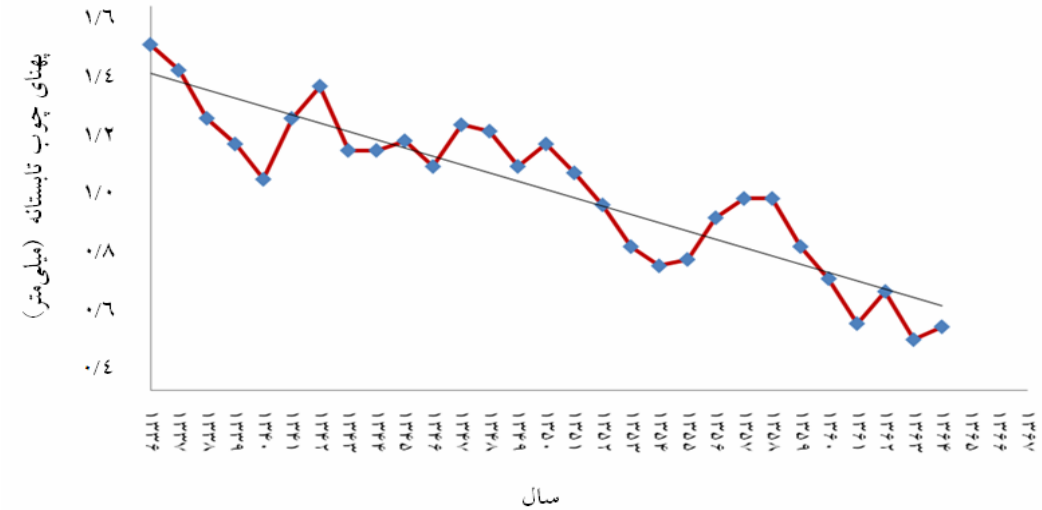
برای رسم منحنی تغییرات، دو محور عمود بر هم رسم می‌نماییم که محور افقی نشانگر سال و محور عمودی نشانگر پهنی دایره و یا چوب‌بهاره و یا چوب‌تابستانه می‌باشد. سپس با استفاده از این دو محور و اعداد جدول درخت میانگین منحنی تغییرات را رسم می‌نماییم.



نمودار ۲ – نمایش تغییرات پهنای دایره سالیانه کاج تهران



نمودار ۳- تغییرات ضخامت چوب‌بهاره کاج تهران



نمودار ٤- تغییرات ضخامت چوب‌تابستانه کاج تهران

بحث

تغییرات وزن مخصوص

متغیر بودن وزن مخصوص تا حدود زیادی مربوط به تغییرات آب و هوایی فصول مختلف سال است. در ابتدای بهار بر اثر فعالیت شدید فیزیولوژیکی گیاه سلول‌های مادری لایه زاینده یاخته‌های با حفرات بزرگ و دیواره‌های نازک تولید می‌کنند و چوب‌بهاره را با وزن مخصوص کم تشکیل می‌دهند (حداقل وزن مخصوص در این قسمت است). هر قدر به پایان دوره رویش نزدیک می‌شویم فعالیت گیاه تقلیل یافته و شیره‌گیاهی با جریان آهسته‌تری پیش می‌رود و در نتیجه عمل چوبی شدن انجام و حفرات یاخته‌ها تنگ‌تر شده و چوب‌تابستانه با وزن مخصوص زیادتری تشکیل می‌شود(بیشترین وزن مخصوص در این قسمت است)، این تغییرات در مناطق معتدله سبب ناهماهنگی در دوایر سالیانه شده و اثرات آن در چوب‌های بخش روزانه‌ای و بیشتر سوزنی‌برگان

نمایان‌تر می‌شود. متأسفانه وسایل متداول نوری قادر به تشخیص این تغییرات و تعیین کمیت آنها در سنین زندگی درخت نیستند و به‌خصوص در چوب‌های پراکنده آوند (ممرز، افرا، انجیلی و ...) حتی بیشتر اوقات تعیین حدود دوایر سالیانه هم با ابهامات و اشکالاتی روبرو می‌شود و اندازه‌گیری رویش درختان را در جنگل مشکل می‌سازد. فن رادیوگرافی از چوب و تجزیه و تحلیل وزن مخصوص این ماده از روی منحنی‌های کلیشه رادیوگرافی، می‌تواند به آسانی چگونگی ساختمان درخت را در جریان زندگی آن آشکار سازد. چون تغییرات وزن مخصوص چوب از عوامل مهّم در سایر تغییرات خواص چوب می‌باشد، بررسی آن همانطورکه ذکر شد، بی‌نهایت ضروری به نظر می‌رسد. در این مورد بخصوص تغییرات در حد وزن مخصوص (حداقل و حداکثر) در هر دایره سالیانه و از دایره‌ای به دایره دیگر اثر مهّمی در خاصیت تکنولوژیکی چوب و به خصوص در صنایع لوله‌بری و تراشه‌بری دارد. به‌دست آوردن درجه یکنواختی چوب (تفاوت بین دو حد و وزن مخصوص) می‌تواند مبنای درجه‌بندی چوب در مصارف روکش‌سازی باشد. تنها روشی که به طور دقیق قادر به این کار است تجزیه و تحلیل منحنی تغییرات وزن مخصوص دوایر سالیانه به روش رادیوگرافی می‌باشد (پارسا پژوه، ۱۳۶۳).

روش رادیوگرافی که توسط آن می‌توان اعماق چوب را که با وسایل عادی و میکروسکوپی دور از دیده هستند، مشاهده کرد، برگ تازه‌ای در مطالعات تکنولوژی چوب و فیزیولوژی درخت گشوده است. اهمیّت زیاد این روش، برخلاف روش‌های متداول در آزمایشهای تشریحی، فیزیکی و مکانیکی چوب که محتاج به قطعاتی از تنه درخت می‌باشد، در استفاده از نمونه‌هایی است که بدون قطع درخت، به کمک مته سال‌سنج (به قطر ۵ میلیمتر) از هر قسمت تنه می‌توان به‌دست آورد. این گونه روش‌ها که به نام «آزمایش‌های غیرمخرب » خوانده می‌شود هرچه بیشتر در حال توسعه است.

گرچه سوراخ کردن درختان همواره انتقاداتی را از طرف متخصصان حمایت از جنگل و چوب باعث می‌شود، ولی با مواد شیمیایی مناسبی نظیر نمک‌های جیوه (Merseptyl, Kankertox) می‌توان محل سوناژ را ضدعفونی کرد و برای پیشگیری، عمل نمونه‌برداری را در هنگام خواب زمستانی درخت انجام داد (Thiercelin, Polge & 1970). به‌طورکلی با روش رادیوگرافی و تفسیر منحنی تغییرات دوایر سالیانه می‌توان مواردی که نامبرده می‌شوند، بررسی کرده و نظر داد.

– **تشریح چوب:** گرچه رادیوگرافی قادر به تعیین دقیق ابعاد عناصر چوبی نیست، ولی نتایج کلی آن در عمل بسیار قابل توجه است. بدین وسیله می‌توان تغییرات غیرعادی داخلی چوب، پیدایش کیسه‌های صمغی، دالان‌های لاروی، وضعیت اشعه‌چوبی، تغییر مقدار درصد آوندها در جریان رویش و رسوبات معدنی که در بعضی گونه‌ها نظیر افرا و تبریزی اشکالاتی در صنعت ایجاد می‌کنند، را بررسی کرد.

– **تعیین درون‌چوب و برون‌چوب:** درون‌چوب همواره با کیفیت مناسب‌تر خود نسبت به برون‌چوب، بخصوص در مواردی که دوام و خواص مکانیکی این ماده مطرح است، ترجیح داده می‌شود. در بعضی گونه‌ها تشخیص این دو قسمت به‌ویژه در مقطع درختان قطع شده، به آسانی امکان‌پذیر است. درصورتی‌که در درختان سرپا در توده جنگلی و در بسیاری از گونه‌ها این امر میسر نیست. از طریق رادیوگرافی، با توجه به اینکه درون‌چوب

رطوبت و وزن‌مخصوص بیشتری دارد، می‌توان حد تغییر این دو ناحیه را در روی منحنی‌ها مشخص و درصد آنها را تعیین کرد. این امر در تخمین کیفیت توده‌های جنگلی نهایت اهمیّت را داراست.

– **تعیین درصد بافت چوب:** هر قدر بافت چوب (نسبت چوب‌تابستانه به پهنای دوایر سالیانه) قویتر باشد هم‌کشیدگی چوب بیشتر، تخلخل آن کمتر، کار با آن مشکل‌تر و مقاومت مکانیکی آن زیادتر می‌شود و از طرفی در صنایع سلولزی و کاغذسازی بازدهی بیشتری می‌دهد. روش‌های متفاوتی برای تعیین بافت بخصوص در سوزنی‌برگان وجود دارد که همواره دارای اشتباهاتی است. تجزیه و تحلیل منحنی تغییرات دوایر سالیانه با رادیوگرافی مقدار بافت چوب را به طور دقیق معین می‌سازد.

– **تعیین رویش سالیانه:** تغییر رطوبت و وزن مخصوص از چوب‌تابستانه یک دایره به چوب‌بهاره دایره بعدی سبب تغییرات جذب پرتو x در آنها شده و آثارشان را به وضوح بر روی منحنی تغییرات دوایر سالیانه منعکس می‌سازد. بدین ترتیب، به طور دقیق و با تقریب کافی، حد دوایر مشخص و از اشتباه در شمارش و تعیین رویش آنان جلوگیری به‌عمل می‌آید. نکات مذکور مطمئناً تنها موارد استفاده روش مورد بحث نبوده و همواره می‌توان از روی منحنی تغییرات دوایر سالیانه عوامل جدیدی متناسب با هدف مطالعه به‌دست آورد. به‌اضافه، با توجه به سرعت و دقت اندازه‌گیری و قضاوت بر روی نتایج به‌دست آمده و توام ساختن محاسبات با روش‌های آماری، می‌توان قدرت تجزیه و تحلیل روش رادیوگرافی را بالا برد و نتایج بهتری احراز کرد.

– با توجه به اعداد جدول ۲ و مقایسه میزان ضخامت چوب‌بهاره نسبت به چوب‌تابستانه درمی‌یابیم که در کاج تهران، میزان رشد چوب‌بهاره بیشتر از چوب‌تابستانه می‌باشد.

– با مطالعه اعداد جدول درخت میانگین (جدول ۲) عامل مؤثر در تغییر پهنای دایره در چوب کاج، چوب‌بهاره می‌باشد. به‌طوری‌که افزایش آن سبب افزایش پهنای دایره سالانه می‌گردد و اگر در ابتدای فصل شرایط مساعدی وجود داشته باشد می‌توان چنین تصور نمود که رویش چوب‌بهاره زیادتر شده و شتاب زیادی به پهن‌تر شدن دایره سالیانه می‌دهد.

– با بررسی اعداد جدول ۳ درمی‌یابیم که در کاج تهران پهنای دایره سالیانه در ابتدای سن درخت بیشتر از اواخر سن رویشی آن است و با گذشت زمان کاهش می‌یابد.

– نمودار ۱ این موضوع را مشخص می‌کند که در کاج تهران با افزایش ضخامت دایره سالیانه درصد بافت چوب کاهش پیدا می‌کند، یعنی در ابتدای سن درخت نسبت به اواخر آن درصد بافت چوب کمتر می‌باشد.

– با توجه به نمودار ۲ هر چه سن درخت کاج تهران افزایش پیدا می‌کند، میزان پهنای دایره سالیانه آن کمتر می‌گردد.

– با مطالعه نمودار ۳ درمی‌یابیم که با افزایش سن در کاج تهران میزان ضخامت چوب‌بهاره کمتر می‌گردد.

– نمودار ٤ این موضوع را مشخص می‌کند که با افزایش سن در کاج تهران ضخامت چوب‌تابستانه کاهش پیدا می‌کند.

به‌طورکلی استفاده از روش رادیوگرافی اگر به طور دقیق‌تر و با دستگاه‌های مجهزتری انجام شود، می‌تواند

گره‌گشای بسیاری از مسائل نهفته در دل چوب باشد که خود می‌تواند نمایانگر تغییرات آب و هوایی، تغییرات خواص کیفی و تکنولوژی چوب، تغییرات وظایف فیزیولوژی درخت و غیره باشد.

منابع مورد استفاده

- پارساپژوه، د.، ۱۳۵۰. شناسایی چوب به روش رادیوگرافی، نشریه شماره ۲۵، دانشکده جنگلداری دانشگاه تهران، ص۱ تا ۲۲.
- پارساپژوه، د.، ۱۳٦۳. تکنولوژی چوب، انتشارات دانشگاه تهران. ص ٦٦ الی ۸٦
- برکشلی، م.،۱۳٤۷. اصول رادیوگرافی دامپزشکی، انتشارات دانشگاه تهران. ص ۲۰الی ۳۵
- حجازی، ر.، ۱۳٦٤. چوب شناسی و صنایع چوب، جلد ۱ ساختمان چوب ، انتشارات دانشگاه تهران، ص ۱٤۱الی ۱۷۱
- حجازی، ر.، ۱۳٦٤. چوب شناسی و صنایع چوب، جلد ۲ خواص چوب ، انتشارات دانشگاه تهران ، ص ۳۰۰ الی ۳۱٤

-Amaral, A.C.B. and Tomazello, M., 1998. Avaliação das características dos anéis de crescimento de *Pinus* sp através da densitometria de raios X. *Revista Ciência e Tecnologia* 11/12 (6):17-23

-Bamber, R.K. and Fukazawa, K., 1985. Sapwood and heartwood: a review. *Forestry Abstract* 46(9): 567-580.

-Bucur, V.; Herbe, C. and Nosei, G., 1994. Annual ring characteristics of *Pinus taeda* measured by ultrasonic and X-ray techniques. *IAWA Journal* 15(2):121-132.

-Bucur, V.; Garros, S.; Navarrete, A.; Troya, M.T. and Guyonnet, R., 1997. Kinetics of wood Degradation by fungi with X-ray microdensitometry technique. *Wood Science and Technology* 31:383-389.

-Eaton, R.A. and Hale, M.D.C., 1993. *Wood decay, pest and protection*. London: chapman&Hall.

-Fischer, R.C. and Tasker, H.S., 1940. The detection of wood boring insects by means of X-rays. *Annals Applied Biology* 27(1):92-100.

-Jacquiot, C., 1961. L'utilization des rayons X dans les recherches et les essais sur les insectes xylophages.*Corrosion et antiocorrosion* 9(3):71-79.

-Lenz, O., 1957. L'utilization de la radiographie pour l'examen des couches d'accroissement. *Mitteilungen* 33(5):15-23.

-Legrand, C., 1946. Sur quelques applications des rayons X á l'étude des bois et leurs derives. In. Congrès International pour l'Explotation et l'Utilization Rationelles du Bois. Paris. France. 29-31p.

-Mothe, F.; Duchanois, G.; Zannier, B. and Leban, J.M., 1998. Microdensitometric analysis of wood samples: data computation method used at Inra-ERQB (Cerd Program). *Annales des Sciences Forestieres*,55(3):301-313.

-Parker, M.L., 1971. Dendrochronological techniques used by the Geological Survey of Canadá. In:Geological Survey of Canada Bulletin, 1-71 p.

-Polge, H., 1963. Une nouvelle méthode de détermination de la texture du bois: l'analyse densitométrique de clichés radiographiques. *Annales des Sciences Forestieres*20(4):531-581.

-Sardinha, R.M.A., 1974. Variation in density and some structural features os wood from *Eucalyptus saligna* from Angola.Thesis, PhD. Oxford University.354 p.

-Schweingruber, F., Fritts, H.C., Braker, O.U., Drew, L.G. and Schar, E., 1978. The X-ray technique as applied to dendroclimatology. *Tree-Ring Bulletin* 38:61-91.

-Tomazello, M., Brazolin, S., Chagas, M.P. and Olivveira,T.S., 2008. Application of X – Ray Technique in nondestructive evaluation of Eucalypt wood.University of Sao Paulo.Brazil.

-Tomazello Fo, M., 2006. Efeito da irrigação e da fertilização nas propriedades do lenho de árvores de *Eucalyptus grandis x urophylla*. Tese Livre Docência. Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil.

-Tomazello Fo, M., Schweingruber, F. and Schar, E., 1995. Wood anatomical and X ray densitometric analysis of *Eucalyptus grandis* and *E. saligna*. In. International Symposium on Tree Anatomy and Wood Formation. Tiajin, China.

-Wimmer, R., Downes, GM. and Evans, R., 2002. High-resolution analysis of radial growth and wood density in *Eucalyptus nitens*, grown under different irrigation regimes. *Annals of Forest Sciences* 59:519-524.

-Worschitz, F., 1932. L'utilization des rayos X en vue de l'etude de la qualité du bois. In. Congrès IUFRO. Paris. France. 459-489 p.

The use of X-ray method to study annual growth variation of *Pinus eldarica*

Mehrabi, S.

-M.Sc.,Wood & Paper Sci. Dep. Takestan unit, Islamic Azad University, Takestan , Iran.
Email: En_s.mehrabi@yahoo.com

Received: June, 2012 Accepted: March, 2013

Abstract

The use of Non-destructive methods to study forest productivity and wood quality as well as annual growth variations deserve special importance. In this regard annual growth changes of *Pinus eldarica* include width of the spring and summer rings and percentage of tissue structure was determined using X-ray method. Spring wood accounts as the effective factor for growth ring width in pine wood. The annual rings of the tree are thicker in the spring than in the summer time. Pine tree growth rate decreases with age and as the tree age rises, width of the ring as well as spring and summer wood width is lowered.

Key words: Wood radiography, non-destructive evaluation of *Pinus eldarica*