نشریه پژوهش‌های اقلیم شناسی
سال پانزدهم | شماره پنجاه و هفتم | بهار
وصول: ۱۴۰۲/۱۲/۰۲ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۲/۲۹
صص ۱۸۰ -۱۷۳

مقایسه‌وکاربرد روشهای‌رادیوگرافی‌وعکس‌برداری دراندازه‌گیری پهنای دوایرسالیانه‌درخت‌زربین (Cupressus Sempervirens L.var.horizontalis)

جواد ترکمن* [۱]، مهرداد قدسخواه دریایی[۲]، نسرین آهوقلندری[۳]

۱و۲- دانشیار گروه جنگلداری دانشکده منابع طبیعی دانشگاه گیلان ،ایران
۳- دانش آموخته دکترای جنگلداری پردیس دانشگاه گیلان،ایران

چکیده

مقدمه:گونه‌های‌مختلف‌گیاهی به‌خصوص‌درختان‌درطول‌حیاتشان نسبت به‌تغییرات عوامل اقلیمی واکنش نشان می‌دهند.علمی که به بازسازی عوامل اقلیمی گذشته از روی دوایرسالیانه درختان می پردازد را علم گاهشناسی درختی گویند. دراین علم شاخص انطباق زمانی دوایر و تشخیص دوایرسالیانه حقیقی از دوایر کاذب و اندازه گیری دقیق پهنای دوایرسالیانه اهمیت بسیاری دارد.

هدف این پژوهش کاهش خطاو افزایش دقت اندازه‌گیری پهنای دوایرسالیانه ازطریق انتخاب مناسبترین روش اندازه‌گیری می‌باشد برای این منظور از دو روش رادیوگرافی بااشعه ایکس و روش عکس‌برداری برای اندازه گیری پهنای دوایرسالیانه درخت زربین در منطقه رودبار استفاده شده است.

موادوروشها:درمنطقه مورد مطالعه رودبار بصورت گزینشی تعداد ۵ اصله درخت زربین انتخاب شد. دیسک‌های مناسب و موردنیاز درارتفاع برابرسینه درخت برش داده شد. برای آشکارسازی دوایرسالیانه ازتیغه وسمباده کاغذی استفاده شد. درروش عکس‌برداری برای اندازه گیری پهنای دوایرسالیانه ازتصاویر گرفته شده توسط دوربین عکاسی و. در روش رادیوگرافی از تصاویر گرفته شده توسط اشعه ایکس استفاده شد. اندازه گیری پهنای‌دوایرسالیانه برحسب میلیمتر بوسیله نرم افزار دیجی‌مایزر[۱] انجام شده است.

نتایج: با توجه به پارامترهای بدست آمده نتایج نشان داد که میزان تطابق زمانی تشکیل دوایرسالیانه در روش رادیوگرافی ۹۵ درصد و در روش عکس‌برداری ۷۰ درصد است. که نشان دهنده دقت بیشتر روش رادیوگرافی در مقایسه با روش عکس‌برداری است. همبستگی بالای روش رادیوگرافی(r=0.75) نسبت به عکاس‌برداری (r=0.40) درسطح اطمینان۹۵درصد با منحنی-کرونولوژی نشانه مناسب بودن این روش است.

نتیجه‌گیری: به‌طورکلی لازمه تشخیص دقیق تغیرات عوامل اقلیمی درگذشته ازروی مشخصات پهنای دوایر سالیانه درختان ،داشتن اطلاعات درست است که بستگی به روش اندازه گیری دارد .دراین پژوهش با توجه به پارامترهای گاهشناسی بدست آمده و مقایسه نتایج اندازه گیری پهنای دوایر سالیانه درخت زربین در هردو روش عکسبرداری و رادیوگرافی، بهترین روش رادیوگرافی با اشعه ایکس تشخیص داده شد. مشگل این روش‌هزینه بالای آن در مقایسه با روش عکس‌برداری است.که با توجه به دقت موردنیاز درعلم گاهشناسی مقرون به‌صرفه است.

کلمات کلیدی: زربین،گاهشناسی،رادیوگرافی،عکس‌برداری، کرونولوژی

* نویسنده مسئول: ۰۹۱۱۳۳۱۵۷۴۹ Email: **torkaman@guilan.ac.ir**

[1] *Digimizer*

۱-مقدمه

درمطالعات گاهشناسی درختی با آنالیز حلقه های رویشی می توان به شرایط محیطی و رویشگاهی آن گونه از گذشته دور پی برد(بالاپور و همکاران،۲۰۱۰). درگذشته برای استفاده از داده های گاهشناسی به میکروسکوپ و ابزار اندازه گیری برای نمونه ها لازم بود و یا آرشیوی از چوب های مختلف که در آینده به توان ازآنها استفاده کرد ولی این کار محدودیت های خاصی از جمله محافظت از نمونه ها در برابر شکستگی ،خوردگی چوب توسط موریانه و سازمان دهی داده های حاصل از اندازه گیری داشت .(Creasman, 2011)با شروع عرصه فناوری دیجیتالی، لندازه گیری و ذخیره داده ها به صورت دیجیتالی یک راه¬حل برای جلوگیری از انبوه داده های کاغذی بود. دراین روش به نمونه های با ظاهر فیزیکی مناسب لازم بود ولی محدودیت های این روش هم کم نبود؛ شکستگی نمونه، ناهمواری نمونه و کیفیت پایین عکس باعث شد که روش¬های دقیقتری وارد عرصه شوند مانند عکاسی،اسکن نمونه در سطح صاف و در نهایت استفاده ازتکنیک رادیوگرافی با کمک اشعه ایکس بود که باعث پیشرفت درگاهشناسی درختی شد .(Nasswettrova, et.al 2017)استفاده از روش سی تی اسکن در بررسی تغییرات رویش سالیانه درخت از اهمیت خاصی در صنعت برخوردار است ،استفاده از پرتوهای گاما، بتا و ایکس و ثبت تغییرات دوایر سالیانه در جریان زندگی درخت و تعبیروتفسیر این تغییرات دگرگونی مهمی در شناخت چوب بوجود آورده است (مهرابی، ۱۳۹۲). درابتدا از اشعه ایکس برای ارزیابی کیفی قطعات چوبی و کاربردهای خاص نظیر تیرهای چوبی برق، قطعات داخلی هواپیما، تشخیص حشرات مخرب داخل چوب مورد استفاده قرارگرفت . در ایران با روش های متداول مطالعات گاهشناسی زیادی صورت گرفته است ولی در زمینه استفاده ازتکنیک اشعه ایکس گزارش کمی وجود دارد. پارساپژوه(۱۳۵۰) در تحقیقی خواص فیزیکی و مکانیکی چوب را با روش تصویر برداری با اشعه ایکس انجام داد و به این نتیجه دست یافت که تنها روشی که به طور دقیق قادر به تجزیه و تحلیل منحنی تغییرات وزن مخصوص دوایر سالیانه است، استفاده از تکنیک رادیوگرافی می باشد. مهرابی(۱۳۹۲) در تحقیقی به این نتیجه رسید که استفاده از روش رادیوگرافی می تواند گره گشای بسیاری از مسائل نهفته در دل چوب باشد که خود می تولند نمایانگر تغییرات آب و هوایی، تغییرات خواص کیفی و تکنولوژی چوب، تغییرات فیزیولوژی درخت و غیره باشد (Okochi et.al 2007).از تکنیک رادیوگرافی به دو روش اشعه ایکس و سی تی اسکن استفاده می شود. کاربرد تکنیک سی تی اسکن به علت اینکه کاملا بافت درون چوب را نشان می دهد برای بررسی های درون چوب از اشعه ایکس مناسبتر است. مقایسه نتایج تصاویر حاصل از CT و اسکنر نشان دهنده دقیق بودن تصاویر CT می باشد(Mannes et al 2007)، Grabner et al 2009)..Bill .et.al 2012،

درمطالعه های گاهشناسی درختی گاهی بجای حلقه رو یش ازاختلاف بین قطر تراکئیدها در سوز نی برگان و آوندها درپهن برگان استفاده می شود. زیرا تغییرات اقلیمی و آب وهوایی در طول یک سال ممکن است چند ین حلقه رو یش را تولید کند که به حلقه ها ی نادرست و یا کاذب معروف هستند(کاظمی وهمکاران،۱۳۹۱). زربین گونه حساسی است که مستعد تشکیل حلقه ای کاذب می باشد.که تشخیص آن می تولند به افزایش دقت لندازه گیری

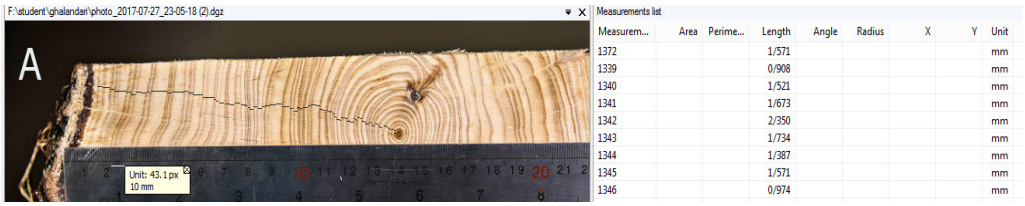
پهنای دوایر ســـالیلنه کمک نماید. بنابراین هدف این پژوهش مقایسه دقت اندازه گیری دوایرسالیانه درخت زربین به دو روش رادیوگرافی وعکس برداری است.

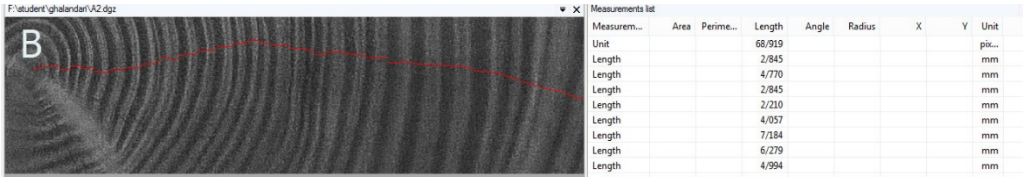
۲-مواد و روش

انتخاب نمونه رویشی

از باغات روستای چلندر در مختصات جغرافیایی ۵۰° و ٤١′ طول شرقی و ٣٦° و ٣٤′ عرض شمالی و ارتفاع ١٤٠ متر از سطح دریا تعداد ۵ اصله درخت زربین در منطقه مورد مطالعه به‌صورت گزینشی درسال ١٣٩٦ انتخاب و از ارتفاع برابرسینه درختان دیسک تهیه شد. دیسک‌های برداشت شده به تفکیک کدگذاری شدند، پس‌ازآن برای آشکارسازی حلقه‌های رویشی دیسک‌ها به آزمایشگاه منتقل شد و توسط تیغ و سمباده کاغذی صیقل داده شد. از نمونه ها بوسیله دستگاه دیجیتال ســتون زمینی دو دتکتور ســاخت کمپانی فرانســوی متعلق به کلینیک پزشکی (شکل۱) تصاویر سی تی اسکن تهیه شد. برای این منظور نمونه های چوب زربین را بر روی صفحه دستگاه قرار داده شد سپس دستگاه درشرایط: ولتاژ40 (KVP)کیلو، آمپر (MA) 160 میلی و آمپر ثانیه6 /4 (Mas) میلی تنظیم شد. برای عکس برداری نیز از دوربین عکاســی دیجیتال استفاده شد. برای اندازه گیری پهنای دوایرسالیانه ازروی تصــاویردوربین عکاســی(A) و ســی تی اسکن(B) ازترم افزار دیجی مایزر استفاده شد(شکل۲)

شکل۱-دستگاه رادیوگرافی به روش سی تی اسکن





شکل۲- روش‌اندازه‌گیری پهنای‌دوایر سالیانه چوب زربین در نرم افزار دیجی‌مایزر A)تصویرعکاسی(B)تصویررادیوگرافی

پارامترهای گاهشناسی درختی با استفاده از فزمول‌های زیر محاسبه شده‌اند. ضریب تطابق واریانس‌ها (GLK)، آماره‌ای است که شیب دوسری زمانی را باهم موردبررسی قرار می دهند.

$$GLK = \frac{1}{n}\sum_{t=1}^{t=n-1}[G_{xi} - G_{xi-1}] \quad (۱)$$

در این رابطه G_{xi}و G_{xi-1} مقادیر پهنای حلقه‌های سال i و سال ماقبل است. نسبت سیگنال به ناهنجاری که از رابطه (۲) محاسبه می‌شود که اندازه تغییرپذیری تحت تأثیر شرایط اقلیمی است.

$$SNR = t\frac{|r_{eff}|}{1-|r_{eff}|} \quad (۲)$$

در این رابطه t تعداد درختان و r_{eff} میانگین ضرایب همبستگی است.

$$EPS = \frac{tr_{eff}}{tr_{eff}+|1-r_{eff}|} \quad (۳)$$

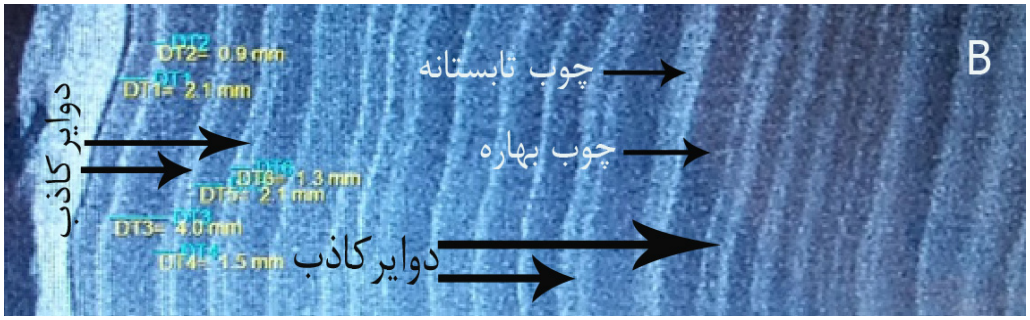
رابطه (۳) تجمع سیگنال است. همچنین برای بررسی میزان نوسانات رویشی درختان از فرمول ضریب حساسیت (٤) استفاده می‌شود(کوک وهمکاران،۱۹۸۷).

$$MS = \frac{1}{n-1}\sum_{t=1}^{t=n-1}\left|\frac{2(x_i - x_{1-i})}{x_i + x_{1-i}}\right| \quad (٤)$$

۳-نتایج و بحث

استفاده از تکنیک تصویربرداری اشعه ایکس‌درعلم گاهشناسی یک روش جدید است. این روش نسبت به سایر روش های اندازه گیری دقیق‌تر و همزمان می توان پهنای‌حلقه‌های چوب بهاره و پاییزه را اندازه-گیری کرد. همانطور که در شکل ۳ مشاهده می شود در یک دایره سالیانه به‌وضوح می توان جوب بهاره و چوب پاییزه را تشخیص و اندازه گیری کرد. همچنین در صورت وجود حلقه های کاذب دردیسک‌رامی‌توان‌تشخیص‌داد.

.

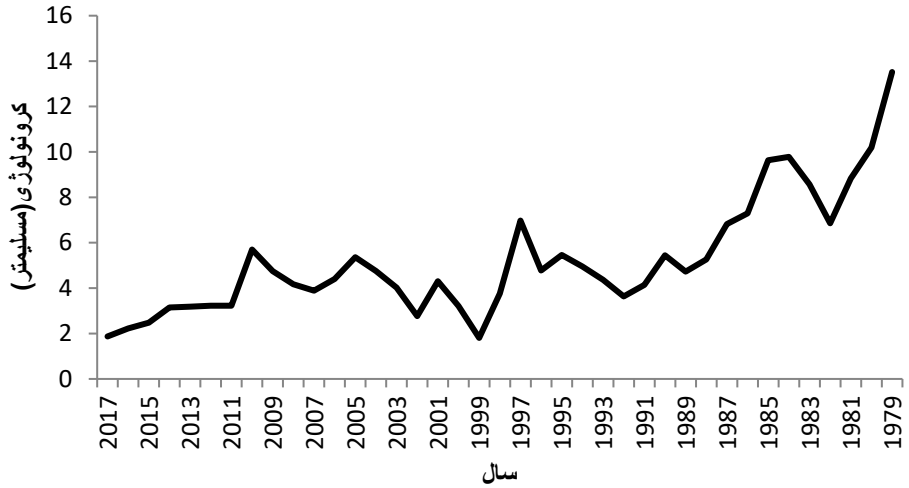


شکل ۳- نمونه ای از تصویر مقطع عرضی چوب زربین تهیه شده به روش‌عکاسی(A)و رادیوگرافی(B)

درتصویرحاصل ازدوربین عکاسی(A) نوارهای روشن نشان دهنده چوب بهاره و نوارهای تیره نشان دهنده چوب تابستانه است.چوب تابستانه متراکمترودانسیته بیشتر از چوب بهاره دارد بنابراین اشعه کمتری از آن عبور نموده و درتصویررادیوگرافی(B)روشنتردیده‌می‌شود.درحالیکه ازچوب بهاره اشعه بیشتری‌عبورکرده و تیره‌رنگ دیده می‌شود. دراین تصویرحدرویش مشخص-تراست.بنابراین اندازه‌گیری پهنای دوایرسالیانه دقیقتر می‌باشد. منحنی داده‌های‌حاصل از پهنای دوایرسالیانه هردو روش‌در شکل ٤ نشان داده شده است.

تجزیه‌وتحلیل داده‌ها درسطح اطمینان ۹۵ درصد نشان‌دهنده‌وجودتفاوت‌معنی‌دارمی باشد(sig<۰.۰۵). مقادیر بدست آمده ازتصویررادیوگرافی بیشتراز تصویر حاصل از عکاسی است. نمودار کرونولوژی درختی زربین، حاصل متوسط مقادیر پهنای-دوایرسالیانه دیسک‌هایی است که بیشترین انطباق-زمانی را در طول دوره چهل‌ساله داشته‌اند (شکل۵). مقایسه روند تغییرات داده‌های‌حاصل اندازه‌گیری - پهنای‌دوایرسالیانه از روی تصاویرعکاسی و سی‌تی-اسکن (شکل٤) با منحنی کرونولوژی درخت-زربین(شکل۵) نشان دهنده همبستگی بالای داده‌های بدست‌آمده از تصویررادیوگرافی(r=0.75)نسبت به-تصویرعکاسی(r=0.40) درسطح اطمینان ۹۵ درصد می‌باشد.

شکل٤-منحنی پهنای دوایرسالیانه به روش رادیوگرافی و عکس‌برداری در یک دوره چهل‌ساله



شکل۵- کرونولوژی پهنای‌دوایرسالیانه درخت‌زربین

با توجه به نتایج جدول ۱ روش هایی که بتوانند تصاویر با کیفیت بالا ایجاد نمایند قادرند اطلاعات دقیق گاهشناسی در اختیار محقق قراردهند بالا بودن میزان GLK در رادیوگرافی با اشعه ایکس(۹۵ درصد) نشان می دهد که مقادیر بدست آمده در یک دوره چهل ساله با سری زمانی رویش مطابقت می کند و این انطباق بیشتر از روش عکسبرداری است. مانزوهمکاران(مانزوهمکاران،۲۰۰۷) نیز به این نتیجه رسیدند که روش رادیوگرافی بهترین روش برای مطالعات گاهشناسی است و روش عکسبرداری در مرحله دوم اهمیت قرار دارد.

جدول۱- نتایج اندازه گیری پارامترهای گاهشناسی درختی در دو روش

نوع تصویر	طول دوره	GLK	EPS	SNR	MS
عکسبرداری	٤٠	٧٠/١٠	٠/٨٧	٦/٨	٠/٢٣
رادیوگرافی	٤٠	٩٥/٠١	٠/٩٨	٧/٩	٠/٢١

با توجه به اینکه یک دایره سالیانه از چوب بهاره و چوب تابستانه تشکیل می شود و میزان تراکم این دو متفاوت است. محدوده این دو نوع چوب در روش رادیوگرافی بهتر قابل مشاهده است(پاژل،١٩٦٦).به طور کلی انتخاب نوع روش‌های اندازه گیری به دقت و هزینه بستگی زیادی دارد. زمانی‌که هزینه مدنظر باشد گزینه مناسب عکسبرداری است. درحالی‌که برای دستیابی به اطلاعات دقیق در مورد تاثیر عوامل اقلیمی دما و بارش برروی میزان تشکیل چوب بهاره و تابستانه نیاز مبرم به تصاویر حاصل از روش رادیوگرافی با اشعه ایکس است .درعین‌حال در روش رادیوگرافی معایبی نظیر دوایر کاذب، دوایر بریده و اثرات یخبندان را بهتر می توان تشخیص داد. با توجه به اینکه پایه و اساس تشخیص این روش در تفاوت چگالی می باشد تاثیر عوامل بیولوژیکی، پوسیدگی وکرم‌خوردگی قابل تشخیص بوده و می‌توان تاثیر این

عوامل را بر دوایر سالیانه تشخیص و حذف نمود. (جونزوپاکر،۱۹۷۰). پارسا پژوه (۱۳۶۳) درگزارش- خود عنوان نموده است که روش رادیوگرافی تنها روشی است که می تواند تغییرات منحنی وزن مخصوص دوایرسالیانه را ثبت کند. این روش باعث کاهش میزان خطا در محاسبات گاهشناسی می شود بنابر این .بهترین گزینه، استفاده از تکنیک رادیوگرافی است. درحالی‌که برای بررسی های درون سلولی استفاده از میکروسکوپ الکترونی بهترین‌روش‌گزارش‌شده است(پارکروملسکی،۲۰۱۶).

٤- نتیجه گیری

به‌طورکلی لازمه تشخیص دقیق تغیرات عوامل اقلیمی درگذشته ازروی مشخصات پهنای دوایر سالیانه درختان ،داشتن اطلاعات درست است که بستگی به روش اندازه گیری دارد. دراین پژوهش با توجه به پارامترهای گاهشناسی بدست آمده و مقایسه نتایج اندازه گیری پهنای دوایر سالیانه درخت زربین در هردو روش عکسبرداری و رادیوگرافی، بهترین روش رادیوگرافی با اشعه ایکس تشخیص داده شد. مشگل این روش هزینه بالای آن در مقایسه با روش عکس- برداری است. که با توجه به دقت مورد نیاز در علم گاهشناسی مقرون به‌صرفه است. همبستگی‌بالای روش رادیوگرافی (r=0.75) نسبت به- تصویرعکاسی(r=0.40)درسطح اطمینان۹۵ درصد با منحنی‌کرونولوژی نشانه مناسب بودن این‌روش‌است.

منابع

1. Balapour,Sh.,Jalilvand,H., Raeini, M., and Asadpour, H ,2010, Relationship between tree rings of Beech (Fagus orientalis) with some climatic variables in experimental forest of Natural Resources Faculty (Darabcola). Watershed Management Research Journal(Pajouhesh & Sazandegi), 88: 1-10. (In Persian).
2. Kazemi, S.M., Asadpour, H and. Balapour Sh,2012, Investigation on relationship between tree rings of Cupressus sempervirens l . var .horizantalis and climatic variables, Iranian Journal of Wood and Paper Science Research Vol.27 No. (2),361-371.
3. Mehrabi, S,2013,The use of X-ray method to study annual growth variation of Pinus eldarica, Iranian Journal of Wood and Paper Science Research Vol.28 No. (2):341-353. DOI:http://dx.doi.org/10.22092/ijwpr.2013.2949
4. Bill, J., Daly, A., Johnsen, Ø., Dalen,K.S,2012,DendroCT Dendrochronology without damage,Dendrochronologia 30(3): 223-230.
5. Creasman, P.P,2011, Basic principles and methods of dendrochronological specimen curation, Tree-Ring Research 67(2): 103-115.
6. Grabner, M., Salaberger, D., Okochi, T,2009,The need of high resolution µ-X-ray CT in dendrochronology and in wood identification. In: Proceedings of 6th International Symposium on Image and Signal Processing and Analysis. Pp 349-352.

7. Jones, F. W., and. Parker, M. L.1970, G. S. C. tree -ring scanning densitometer and data acquisition system. Tree -Ring Bulletin, Vol. 30 Nos. 1 -4.
8. Mannes D, Lehmann E, Cherubini P, Niemz P,2007, Neutron imaging versus standard X-ray densitometry as method to measure tree-ring wood density. Trees 21: 605–612.
9. Nasswettrová, A., Křivánková, S., Šmíra, P., Sanace S.R.O, 2017, Comparison Of The Results Of Dendrochronological Measuring Based On Different Images Of A Historical Wood Sample Of Silver Fir (Abies Alba) From The Czech Republic. Wood Research 62 (1): 113-124.
10. Okochi, T., Hoshino, Y., Fujii, H., Mitsutani, T, 2007, Nondestructive tree-ring measurements for Japanese oak and Japanese beech using micro-focus X-ray computed tomography, Dendrochronologia 24(2-3): 155-164.
11. Parsapajuoh,D,1971,Identification of wood by radiographic method, Journal of Forestry, No. 25, Faculty of Natural Resources, Tehran University, pp 1-22.
12. Parsapajouh,D,1984,Wood Technology,Tehran University Publications.pp.66-86.
13. Parker,M.L., Meleskie, K.R,1970, Preparation of X-ray negatives of tree-ring specimens for dendrochronological analysis. Tree-Ring Bulletin 30:11-22.
14. Polge,H,1970,The use of X-ray densitometric methods in dendrochonology. Tree-Ring Bulletin 30: 1–10