شناسائی عیوب فیزیکی درختان با استفاده از امواج صوتی

جلال برادران مطیع[1]، محسن شاکری[2]

1- دانشجوی دکتری، گروه مهندسی ماشینهای کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

2-عضو هیات علمی، گروه مهندسی ماشینهای کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

Jalal_jbm@yahoo.com

چکیده

امروزه در جوامع شهر نشینی، درختان سرمایه های طبیعی هستند که حفظ آنها اهمیت فوق العاده ای دارد . همه ساله خسارات جانی و مالی زیادی در اثر سقوط درختان بوجود می آید که از راههای جلوگیری و کاهش خسارات، پایش وضعیت درختان می باشد. عیوبی نظیر پوسیدگی، پوکی و حفره در تنه درخت موجب کاهش مقاومت در برابر نیروهای ناشی از تاج و عواملی نظیر باد می شود. در این بین پایش وضعیت تنه درختان در بوستان ها، پارک ها و معابر از اهمیت ویژه ای برخوردار است. از جمله روشهای بازرسی غیر مخرب عیوب تنه درختان، می توان مقاومت سنجی [1]، اسکن ام آر آ ی[2] و توموگرافی صوتی[3] را نام برد. در این مقاله توموگرافی صوتی را به عنوان یکی از دقیقترین روشهای تشخیص عیوب فیزیکی تنه درختان مورد بررسی قرار داده و در مورد نتایج حاصل از آن بحث می کنیم. در این روش، با توجه به سرعت عبور موج صوتی از درون تنه، یک تصویر رنگی ا ز سطح مقطع تنه درخت حاصل می شود . رنگها در این تصویر معرف گستردگی و محل قرار گیری عیوبی نظیر پوسیدگی، پوکی و وجود حفره می باشد.

کلمات کلیدی: درخت، عیوب فیزیکی، توموگرافی صوتی، پایش وضعیت.

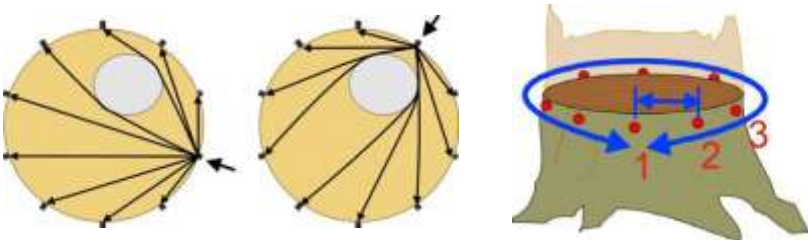
مقدمه (با 2 خط فاصله از کلمات کلیدی)

توموگرافی صوتی[4] روشی غیر مخرب جهت تشخیص پوسیدگی ها و پوکی درونی درختان می باشد . این روش برپایه اصل تغییر سرعت موج صوتی در چوب با توجه به تغییر مدول الاستیسیته و چگالی بنا شده است . اکثر عیوبی که منجر به شکسته شدن درخت و ایجاد خسارت می شوند در اثر پوسیدگی های سفید و قهوه ای و کاهش چگالی و مدول الاستیسیته بوجود می آیند . این خصوصیات بین گونه های مختلف حتی نمونه های مختلف درختال متفاوت می باشند . تنها عیوب بزرگ را می توان با مقایسه صرف سرعت صوت در درخت با استاندارد تدوین شده را تشخیص داد . در روش توموگرافی صوتی از سرعت صوت نسبی استفاده می شود ، در این حالت دستگاه به طور خودکار سرعت اندازه گیری شده را در بخشهای مختلف درخت کالیبره می کند.

[1] Resistography
[2] MRI Tree Scan
[3] Sonic Tomography
[4] PICUS Tomography

در روش توموگرافی معمولا از 8 تا 12 حسگر استفاده می شود که در یک مقطع دور درخت نصب می شوند . هر حسگر به یک پین با قطر بین 0/8 تا 2 میلیمتر متصل می شود . پین ها توسط چکش به آخرین حلقه چوب درخت کوبیده می شوند. مرحله به مرحله توسط چکش مخصوص دو ضربه به هر پین زده می شود. حسگر ها زمان عبور صوت ایجاد شده درون چوب را اندازه گیری می نمایند . با توجه به زمان عبور موج صوتی و فاصله بین حسگر ها سرعت صوت محاسبه می شود.

هر کدام ا ز حسگر ها زمان عبور موج صوتی را اندازه گیری می کنند در نتیجه شبکه ای از منحنی های سرعت صوت تهیه می شود. پس از ارسال اطلاعات به یک دستگاه رایانه جبیبی نقشه توموگرام رنگی مقطع درخت ساخته می شود. در این توموگرام اطلاعاتی در مورد وجود پوسیدگی و پوکی، ضخامت دیو اره چوبی و زاویه و بزرگی ترک های داخلی قابل بررسی است.



شکل 1- نمایی از محل قرار گیری حسگرها پیرامون تنه درحت و مسیر عبور امواج صوتی

مواد و روشها

اندازه گیری صوتی وضعیت فیزیکی درختان به روش توموگرافی شامل 5 مرحله است.

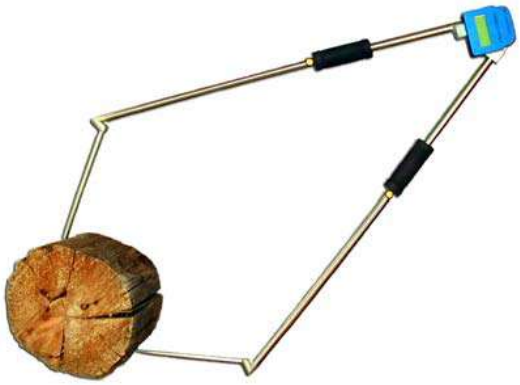
1 - تعیین محل اندازه گیری و تعداد حسگر مورد نیاز . در این مرحله وضعیت ظاهری درخت از نظر وجود حفره، قارچ، ترک ها و سایر عیوب بررسی می شود . سپس ارتفاع محل اندازه گیری مشخص شده و محیط درخت در این ارتفاع اندازه گیری می شود.

2 - تعیین محل پین ها و نصب حسگر ها روی بدنه درخ ت. هر حسگر 50 سانتیمتر از محیط درخت را می تواند پوشش دهد. بطور مثال با 12 حسگر درختی با محیط 600 سانتیمتر را می توان سنجش کرد. حداقل فاصله بین حسگر ها 12 تا 15 سانتیمتر است. و به منظور افزایش دقت حداقل 7 حسگر و حداکثر 25 حسگر می توان استفاده کرد . پین ها به دقت و در یک ارتفاع در خلاف جهت عقربه های ساعت توسط چکش مخصوص روی تنه نصب می شوند.

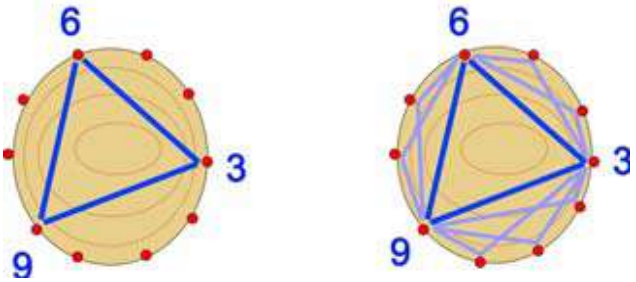
3 - تعیین هندسه مقطع درخت . به منظور افزایش دقت کار لازم است هندسه سطح مقطع درخت تعیین شود. جهت تعیین هندسه درخت از یک ابزار مخصوص به نام پیکوس کالیپر [5] استفاده می شود . در درختان با اشکال ساده می توان با شبیه سازی به صورت دایره یا بیضی و اندازه گیری قطر های کوچک

[5] Picus Caliper [1]

و بزرگ مقطع درخت را برای دستگاه تعریف نمود . اما در درختانی که سطح مقطع با اشکال پیچیده دارند، بوسیله کالیپر فاصله بین حسگر ها دو به دو اندازه گیری و به رایانه جبیبی از طر یق اتصال بیسیم بلوتوث ارسال می شود. اساس کار بر مبنای تشکیل مثلث هایی با اضلاع مشخص بنا شده است . با کنار هم قرار دادن مثلث ها می توان شکل تقریبی مقطع درخت را بدست آورد.

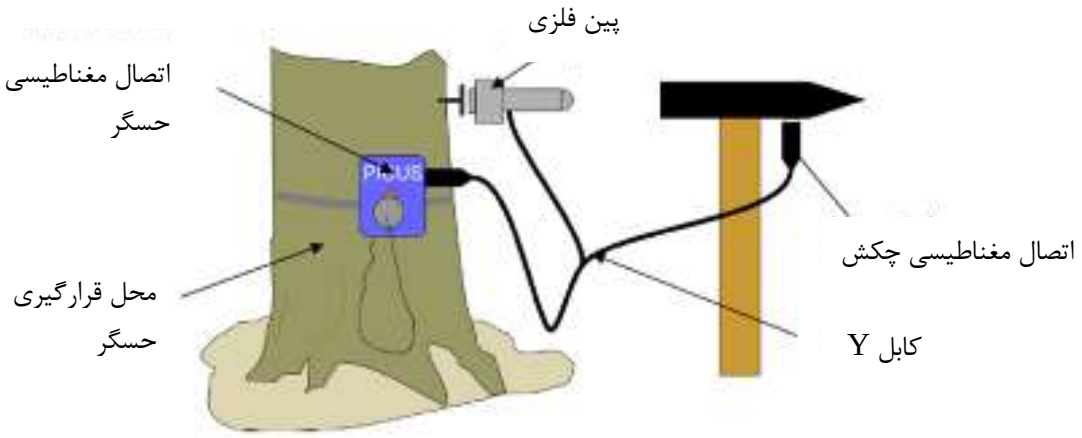


شکل 2- ابزارک پیکوس کالیپر. اندازه گیری قطر تنه درخت در مقاطع مختلف



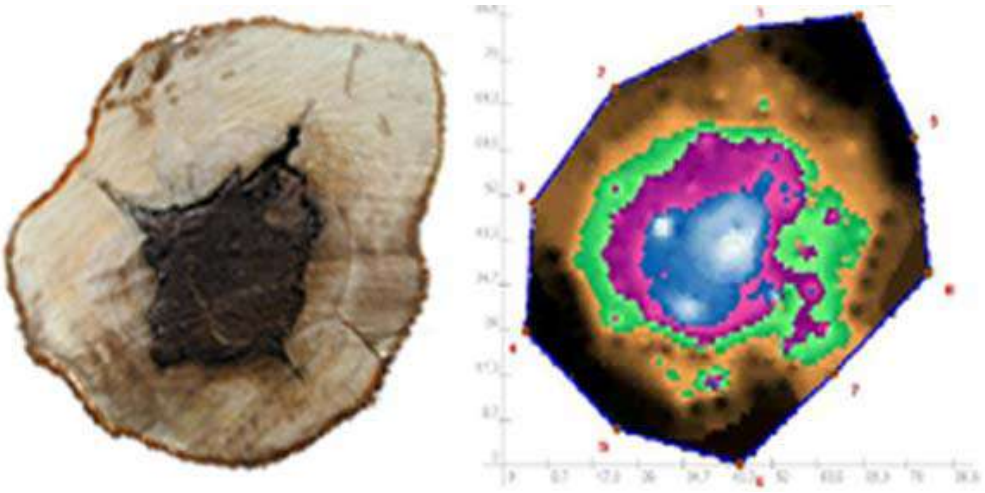
شکل 3- تشکیل مثلث های فرضی بین حسگر ها جهت تعیین شکل هندسی مقطیع تنه درخت

4 - ایجاد موج صوتی. در این مرحله چکش مخصوص توسط کابل Y شکل به ترتیب در خلاف جهت عقربه های ساعت به حسگر ها متصل شده و هر بار دو ضربه به پین ها زده می شود . پس از اعمال ضربه اطلاعات جمع آوری شده توسط حسگر ها درون رایانه جیبی ذخیره می شود.



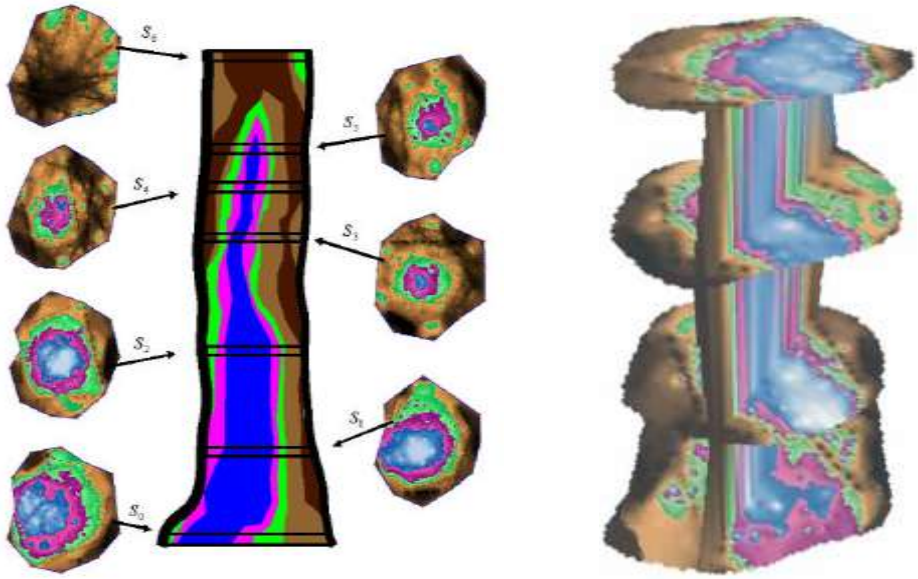
شکل 4- ایجاد موج صوتی بوسیله ضربه زدن با چکش مخصوص بروی پین ها

5 - محاسبات و تهیه توموگرام . این مرحله در رایانه انجام می شود به طوری که اطلاعات ذخیره شده از سرعت صوت در جهت های مختلف مقطع درخت، در نرم افزار مخصو ص مورد تجزیه و تحلیل قرار می گیرد. در این مرحله طی یک الگوریتم مقایسه ای حداکثر و حداقل سرعت موج صوتی تعیین می شود . حداکثر سرعت به رنگ سیاه و عدم عبور صوت به رنگ سفید نمایش می یابد . سایر نقاط به طور نسبی با توجه به سرعت صوت در آن نقطه رنگ آمیزی می گردند. نتیجه یک شکل رنگی از مقطع درخت است که در آن هر یک از رنگ ها مشخص کننده شرایط چوب در آن منطقه است . در این اشکال نمی توان بین پوسیدگی و پوکی تفاوت گذاشت. رنگهای تیره (سیاه و قهوه ای) در تصویر نشانگر مناطقی است که سرعت عبور صوت زیاد می باشد. سرعت زیاد در چوب با تراکم بالا یا سالم بوجود می آید . رنگ بنفش و آبی محلهایی است که سرعت عبور صوت کم بوده است . سرعت کم موج صوتی نشانگر محلهایی با تراکم کم چوب مانند پوسیدگی و پوکی می باشد و آن را می توان نشانگر عیوب داخلی دانست . رنگ سبز محلی است که سرعت موج صوتی حد وسط سرعت کم و زیاد می باشد و آن را می توان به مناطق آلوده به قارچ ربط داد(شکل5).



شکل5- تصویر توموگرام مقطع درخت بلوط دارای حفره داخلی[1]

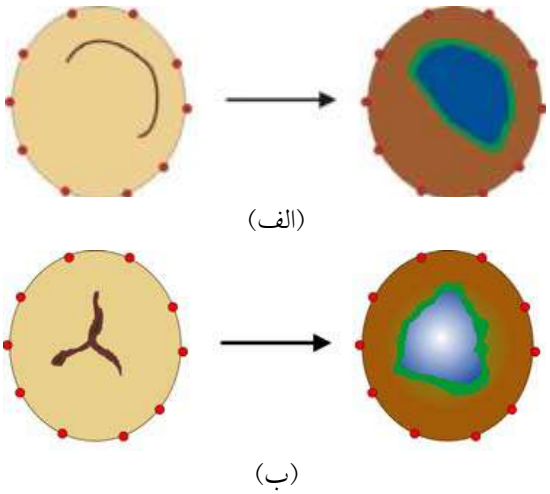
معمولا یک درخت را در چندین مقطع مورد سنجش قرار می دهند . توموگرام های بدست آمده از مقاطع مختلف درخت را می توان با رعایت ترتیب و ارتفاع آن از سطح زمین در نرم افزار مخصوص کنار هم قرار داد و یک شکل شماتیک سه بعدی از وضعیت درخت تهیه کرد.



شکل6- توموگرام تنه درخت در چندین مقطع و نتیجه برهم کنش توموگرام ها

نتایج و بحث

روش تشخیص صوتی عیوب درختان در مقایسه با سایر روشهای نوین پایش وضعیت درخت مانند اسکن ام آر آی و رسیستومتری از دقت بالاتری برخورد دار است . از عوامل بروز خطا در این روش می توان عیوب حفلوی و عیوب نوک تیز و چوب تر را نام برد . این عیوب در تصویر توموگرام بزرگتر از اندازه واقعی نشان داده می شوند و ممکن است موجب گمراهی کارشناس فضای سبز جهت قطع درخت شود . همانطور که در شکل 7 الف و ب مشاهده می شود، وجود ترک ها و عیوبی که تشکیل یک فضای نیمه بسته می دهند موجب عدم عبور موج صوتی از آن ناحیه می گردد. بدین دلیل ناحیه مذکور در تصویر توموگرام بزرگتر از اندازه واقعی تر ک و یا حفره تشکیل دهنده آن، ظاهر می شود.



شکل7- عیوبی که منجر به ایجاد خطا در نتایج می شود (الف: ترک حلقوی، ب: ترک ستاره ای نوک تیز)

قدردانی

در این بخش لازم می دانم یاد استاد عزیزم جناب آقای مهندس محسن شاکری که دیگر در بین ما نیستند را گرامی داشته و از زحماتشان تقدیر کنم.

منابع

1. Anonymous, Picus sonic tomogram, Argus electronic gmbh. www.agrus-electronic.de
2. E. A. Gilbert and E. T. Smiley.2004."Picus sonic tomography for the quantification of decay in white Oak(Quberus Alba) and Hikory (Carrya SPP.), Journal of Arboriculture 30(5): September 2004.
3. Anonymous,PICUS-ONLINE(Schalltomograph-Eigenschaften), http://www.picus-online.de, Last accessed on: 10/6/ 2008.
4. Sato, K. Tree Diagnosis with Ultrasonic Techniques, URL: http://www.tuat.ac.jp/~biomtrl/
5. Schwarze, F., Rabe, C., Ferner, D., Fink, S., Detection of decay in trees with stress waves and interpretation of acoustic tomograms,
6. Deflorio, G., Fink, S., Schwareze F., 2008. Detection of incipient decay in tree stems with sonictomography after wounding and fungal inoculation, Wood Sci Technol (2008) 42:117–132.
7. Wang, X., Wiedenbeck, J., Liang, Sh., 2009, Acoustic tomography for decay detectionin black cherry trees, Wood and Fiber Science , 41(2), 2009, pp. 127–137.