تاثير فاصله كاشت و كشت تلفيقي بر سرعت موج تنشي در درختان صنوبر دست كاشت

سعيد كاظمي‌نجفي*[١]، سيداحسان ساداتي[٢] و قنبر ابراهيمي[٣]
[١] دانشيار دانشكده منابع طبيعي ، دانشگاه تربيت مدرس، ايران
[٢] كارشناس ارشد مركز تحقيقات كشاورزي و منابع طبيعي مازندران، ايران
[٣] استاد دانشكده منابع طبيعي، دانشگاه تهران، ايران
(تاريخ دريافت: ٨٩/١١/٦، تاريخ تصويب: ٩١/٢/٢٧)

چكيده

ارزيابی غير مخرب كيفيت چوب درختان سرپا در گونه های تند رشد دست كاشت نظير صنوبر نقش مهمی در مديريت بهينه توليد چوب با خواص دلخواه و كيفيت مورد نظر دارد. هدف از اين پژوهش استفاده از روش غير مخرب موج تنشی برای ارزيابی درختان صنوبر گونه *Populus deltoides* و مطالعه اثر كشت تلفيقي و فاصله كاشت بر خواص چوب توليد شده، بود. بدين منظور سرعت موج تنشي در چهار تيماركشت تلفيقي صنوبر با گندم و با فواصل كاشت ٣×٤، ٣×٦/٦٦، ٣×٨، ٣×١٠ متر و تيمار صنوبرخالص با فاصله كاشت ٣×٤ و در جهت شعاعي و طولي درختان اندازه‌گيري شد. نتايج نشان داد كه در فواصل كشت مساوي (٣×٤)، سرعت موج تنشي در محور طولي و شعاعي در تيمار صنوبر خالص به طور معني‌داري بيشتر از تيمار كشت تلفيقي مي‌باشد. همچنين نتايج نشان داد با افزايش فاصله كاشت صنوبردر كشت تلفيقي سرعت موج تنشي در محور طولي و شعاعي بطور معني‌داري افزايش مي‌يابد. رابطه رگرسيوني ضعيفي بين سرعت موج تنشي در جهت شعاعي و طولي درخت با قطر درختان صنوبر مورد مطالعه بدست آمد.

واژه‌هاي كليدي: ارزيابي غير مخرب، موج تنشي، صنوبر، كشت تلفيقي، فاصله كاشت

* نويسنده مسئول: تلفن: ٠١٢٢-٦٢٥٣١٠١ فاكس: ٠١٢٢-٦٢٥٣٤٩٩ E-mail: skazemi@modares.ac.ir

مقدمه

با توجه به سطح بسيار محدود جنگل‌هاي ايران ، انجام صنوبركاري‌ها يكي از راه‌هاي پيش رو براي توليد چوب مي‌باشد. انجام صحيح صنوبركاري به منظور توليد حداكثر چوب و استفاده بهينه از منابع توليد از اهداف اصلي متخصصين در اين زمينه است. به همين منظور طرح‌هاي پژوهشي متعددي در نقاط مختلف كشور به منظور بررسي شرايط رويشگاهي و فاكتورهاي مختلف ديگر بر ميزان توليد و كيفيت چوب صنوبر در حال اجراست. براي بررسي تاثير فاكتورهاي مذكور بر كيفيت چوب حاصل، درختان در سنين مختلف قطع شده و ويژگي‌هاي آناتومي، فيزيک و مكانيكي چوب حاصل مورد بررسي قرار مي‌گيرد (Mahdavi et al., 2003; DeBell et al.,2002). انجام اين كار مستلزم وقت و هزينه زياد و احتمالا از دست دادن برخي اطلاعات مهم و با ارزش است. لذا استفاده از روش‌هاي كه بوسيله آنها بتوان بدون قطع و صدمه به سلامتي درختان، به اطلاعاتي راجع به كيفيت چوب توليده شده در مراحل مختلف طرح و در سنين مختلف دست يافت، داراي اهميت زيادي است.

به‌طور كلي براي ارزيابي درختان سرپا روش‌ها و تجهيزات متعددي در دسترس هستند كه اگر توسط افراد كارآزموده و آموزش ديده به كار برده شوند، اطلاعات با ارزشي در مورد كيفيت چوب درختان فراهم خواهد شد. مسآله خيلي مهم در استفاده ازاين روش‌ها وتجهيزات، اين است كه نبايد به سلامتي درختان سرپا لطمه اي واردشود. ارزيابي هاي غير مخرب (Nondestructive Evaluation=NDE) چنين توانايي را داشته و مي‌توانند در ارزيابي درختان سرپا مورد استفاده قرار گيرند بدون اين كه به سلامتي و شادابي آنها لطمه‌اي وارد سازند. با توجه به ماهيت ميداني بودن ارزيابي درختان سرپا، استفاده از وسايل و تجهيزات قابل حمل، استفاده آسان و غير مخرب ضروري است.

روش‌هاي اكوستيكي يكي از روش‌هاي مورد توجه (به عنوان روش‌هاي غير مخرب) در ارزيابي درختان سرپا هستند كه با هدف تعيين كيفيت چوب در درختان سرپا و يا تعيين پوسيدگي و معايب دروني در آنها مورد استفاده قرار مي‌گيرند. در اين روش‌ها، معمولا زمان انتقال موج اندازه‌گيري شده (به دليل سهولت اندازه‌گيري) و با توجه به مسافت پيموده شده بوسيله موج، سرعت آن محاسبه مي‌گردد. سرعت امواج اكوستيك در چوب بستگي به خواص الاستيك، دانسيته و رطوبت آن دارد. مثلا هرچه مدول الاستيسيته چوب بيشتر باشد سرعت موج نيز در آن بيشتر است (Bucur, 2006).

از بين انواع روش‌هاي غير مخرب و روش‌هاي اكوستيكي، روش‌هاي فراصوت[1] و موج تنشي[2] به دليل سادگي، ارزان بودن، قابليت انعطاف، سرعت و قابليت حمل و نقل مرسوم‌ترين روش‌ها در ارزيابي درختان سرپا هستند (Wang & Chuang,2001; Leininger et al., 2001; Larson et al., 2004; Bucur, 2005, Kazemi Najafi et al., 2009). بطور كلي امواج طولي (فشاري)، عرضي (برشي) و سطحي از انواع امواج اكوستيكي هستند كه در بين آنها موج طولي بيشترين كاربرد را در ارزيابي هاي غير مخرب مواد چوبي دارد. در روش فراصوت از امواج طولي با فركانس بالاتر از دامنه شنوايي انسان استفاده مي‌شود. در اين روش از دو مبدل[3] (فرستنده و گيرنده) با فركانس مشابه استفاده مي‌شود كه در جهت شعاعي يا محوري درخت و روبروي هم قرار مي گيرند. روش موج تنشي در اصول شبيه روش فراصوت مي‌باشد اما از مخلوطي از امواج مذكور با فركانس پايين كه با نواختن يك چكش ايجاد مي‌شوند، استفاده مي‌كند. در هر دو روش زمان انتقال موج اندازه‌گيري مي‌شود و با استفاده از آن سرعت موج محاسبه مي‌گردد. هر دو روش را مي‌توان براي ارزيابي چوب تنه، شاخه و ريشه درختان سرپا استفاده نمود.

نتايج پژوهش‌هاي مختلف نشان مي‌دهد كه رابطه قوي بين سرعت موج در درختان سرپا و خواص مكانيكي چوب

[1] Ultrasonic technique
[2] Stress wave
[3] Transducer

حاصل از همين درختان وجود دارد (Wang et al, 2000 & 2005; Wang & Chuang,2001; Searles & Moore 2009, Moore et al., 2009; Dzbenski & Wiktorski, 2007)، لذا مي‌توان از سرعت موج به عنوان شاخص کيفيت درختان سرپا استفاده نمود. از طرفي ديگر نتايج پژوهش‌ها نشان مي‌دهد که شرايط رويش، روش کاشت و عمليات پرورش جنگل بر کيفيت چوب درختان تاثير دارد که اين تاثير را مي‌توان بوسيله اندازه‌گيري سرعت موج تنشي در درختان سرپا تعيين نمود (Wang et al, 2000 & 2005; Wang & Chuang,2001; Searles & Moore 2009, Moore et al., 2009; Dzbenski & Wiktorski, 2007; Briggs et al., 2007). بر اساس نتايج بدست آمده مي‌توان تاثير عمليات پرورش جنگل را بر خواص چوب از طريق اندازه‌گيري سرعت موج بر درختان سرپا نشان داد. اين يافته‌ها نشان مي‌دهد که روش غير مخرب موج تنشي را مي‌توان براي پيگيري تغيير خواص چوب درختان در اثر تغييرات اقليمي، طبيعي و مديريتي استفاده نمود و به مديران جنگل‌هاي طبيعي و دست کاشت و مزارع چوب در جهت مديريت بهينه براي توليد چوب با خواص دلخواه و کيفيت مورد نظر کمك نمود.

نظر به اينکه درختان صنوبر با روش‌هاي مختلف (مثلا فواصل کاشت مختلف و يا بصورت کشت تلفيقي با گياهان زراعي نظير گندم، يونجه، آفتابگردان،...) کاشته مي‌شوند (Asadi et al., 2001; Duhkia et al., 1989; Misra et al., 1996; Ranasingh & Myhead, 1990) به نظر مي‌رسد که بتوان تاثير اين روش‌هاي مختلف کاشت را بر کيفيت چوب درختان حاصل با روش موج تنشي تعيين و پيگيري نمود بدون اينکه لازم باشد اين درختان را در سنين مختلف قطع نمود. بنابراين هدف از اين تحقيق استفاده از روش غير مخرب موج تنشي در ارزيابي کيفيت چوب درختان صنوبر(*Populus deltoides*) و بررسي اثر کشت تلفيقي (با گندم) و فاصله کاشت بر سرعت موج تنشي (به عنوان شاخصي از کيفيت چوب درختان) در درختان مورد مطالعه مي‌باشد.

مواد و روش‌ها

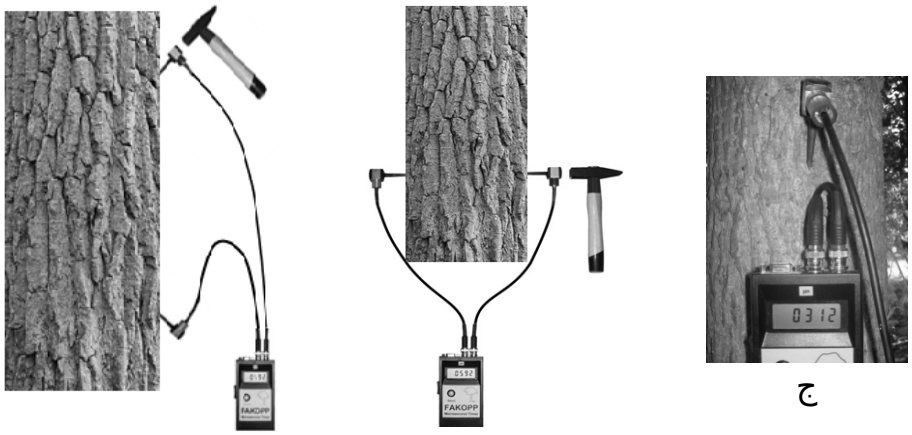
منطقه مورد مطالعه

براي انجام اين پژوهش از درختان صنوبر گونه *Populus deltoides* موجود در طرح اجرا شده مؤسسه تحقيقات جنگلها و مراتع کشور با عنوان "کشت تلفيقي صنوبر با گندم" استفاده شده است. هدف اين طرح پژوهشي که عمليات اجرايي اين طرح از اسفند ماه ١٣٨٢ با کاشت نهال‌هاي صنوبر آغاز شده است، معرفي کشت تلفيقي در منطقه به منظور افزايش قدرت توليد اراضي کشاورزي و افزايش درآمد براي کشاورزان بوده است. محل اجراي طرح ايستگاه بايع کلا در فاصله ١٠کيلومتري شمال شهرستان نکا قرار دارد و موقعيت جغرافيايي آن٣۶ درجه و ۴٣دقيقه عرض شمالي و ۵٢ درجه و١٣دقيقه طول شرقي است و ارتفاع آن از سطح درياي آزاد حدود ١۵ متر مي‌باشد. بر اساس آمار ايستگاه کليماتولوژي بايع کلا ، ميانگين بارندگي سالانه منطقه اجراي طرح ۶٣٠ ميلي متر بوده است . بيشترين ميزان بارندگي در ماه‌هاي آبان، آذر و دي بوده و متوسط درجه حرارت ساليانه ١۶/٨ درجه سانتي گراد مي‌باشد. فصل خشك منطقه از اواسط خرداد ماه شروع و تا اواسط شهريور ادامه مي‌يابد (Sadati et al., 2008). پژوهش مذکور در ٦ تيمار (تيمار گندم بدون صنوبرکاري، تيمار صنوبر بدون گندم کاري با فاصله کاشت ٤×٣ و چهار تيمار کشت تلفيقي صنوبر و گندم با فواصل کاشت ٤×٣، ٦/٦٦×٣، ٨×٣، ١٠×٣ متر) اجرا گرديده است. با توجه به اينکه در تيمار گندم خالص درختي کاشته نشده است بنابراين در پژوهش حاضر، درختان ۵ تيمار ديگر مورد مطالعه قرار گرفتند. لازم به ذکر است در هنگام اجراي پژوهش (تابستان سال ١٣٨٩) سن درختان مورد مطالعه ٧ سال بوده است.

اندازه‌گيري سرعت موج تنشي

براي اندازه‌گيري سرعت موج تنشي در درختان صنوبر، به طور تصادفي در هر تيمار ٢٠ اصله درخت انتخاب و پس از علامت گذاري، قطر برابر سينه آنها به دقت بوسيله

كاليپر اندازه‌گيري شد. لازم به ذكر است درختان موجود در مرز هر پلات به عنوان بافر(حاشيه) در نظر گرفته شده و در نمونه برداري از اين درختان استفاده نشده است. سپس با استفاده از دستگاه موج تنشي (ساخت شركت Fakopp در كشور مجارستان) زمان انتقال موج در جهت شعاعي (در محل قطر برابر سينه) و جهت طولي(با طول مبناي حدود ۱ متر در محور طولي درخت) اندازه‌گيري شد (شكل ۱). هر اندازه‌گيري در هر محل حداقل ۵ بار تكرار و سپس ميانگين زمان انتقال موج در ۵ تكرار محاسبه گرديد. با استفاده از قطر برابر سينه و طول مبنا در محور طولي درخت و زمان‌هاي اندازه‌گيري شده در جهت شعاعي و طولي، سرعت موج به ترتيب در جهت شعاعي و طولي محاسبه گرديد.



الف ب ج

شكل ۱- نحوه اندازه‌گيري سرعت موج تنشي در درختان صنوبر الف) در جهت طولي ؛ ب) در جهت شعاعي ج) زمان انتقال موج بر حسب ميكروثانيه

تجزيه و تحليل نتايج

تجزيه و تحليل نتايج در قالب طرح كاملا تصادفي انجام شده است. از آناليز واريانس يک طرفه براي تعيين اختلاف معني‌دار بين تيمارها و در صورت معني‌داري از آزمون دانكن برا ي گروه بندي ميانگين ها استفاده شده است.

نتايج

قطر درختان

شكل ۲ متوسط قطربرابر سينه (DBH) درختان مورد مطالعه را در تيمارهاي مختلف نشان مي‌دهد. همچنين در جدول ۱ نتايج تجزيه واريانس ويژگي‌هاي اندازه‌گيري شده ارايه شده است. همانطور كه شكل ۲ و جدول ۱ نشان مي‌دهند در فاصله كشت مساوي (۴×۳) انجام كشت تلفيقي تاثير معني‌داري بر قطر درختان صنوبر ندارد. اما در تيمارهاي كشت تلفيقي با افزايش فاصله كشت قطر برابر سينه بطور معني‌داري افزايش مي‌يابد كه حداكثر قطر در فاصله كشت ۱۰×۳ مشاهده مي‌شود.

سرعت موج در جهت طولي درختان

سرعت موج تنشي در جهت طولي(V_L) درختان صنوبر در تيمارهاي مختلف شكل۳ نشان داده شده است. جدول ۱ نيز آناليز تجزيه واريانس اثر نوع تيمار را بر سرعت مذكور نشان مي‌دهد. همانطور كه ملاحظه مي‌شود در فواصل كشت مساوي (۴×۳)، كشت تلفيقي با گندم باعث كاهش معني‌دار سرعت موج تنشي در محور طولي درختان صنوبر شده است.

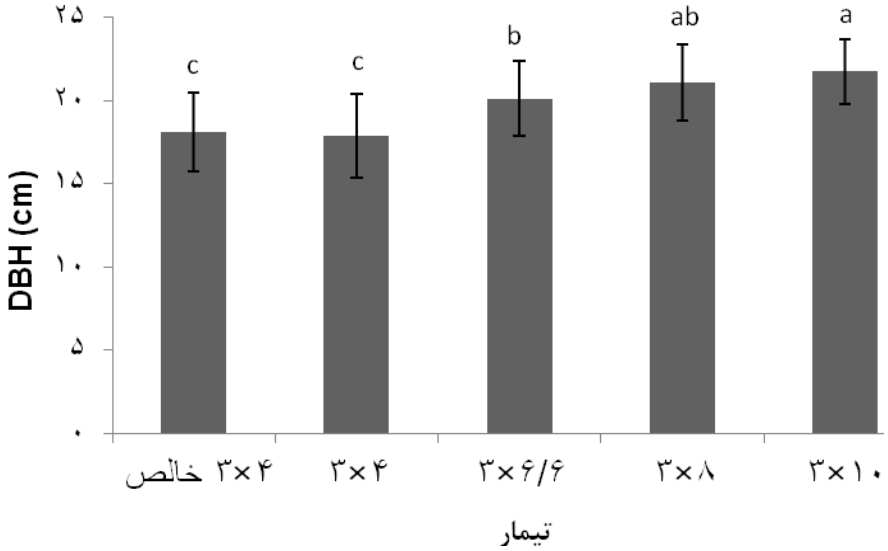
همچنين شكل ۳ نشان مي‌دهد در تيمارهاي كشت تلفيقي، با افزايش فاصله كاشت سرعت موج تنشي در ابتدا افزايش، سپس كاهش و مجددا افزايش مي‌يابد. در

تيمارهاي كشت تلفيقي حداكثر سرعت موج تنشي در تيمار با حداكثر فاصله(١٠×٣متر) و حداقل آن در تيمار با فاصله ٨ متر مشاهده مي‌شود.

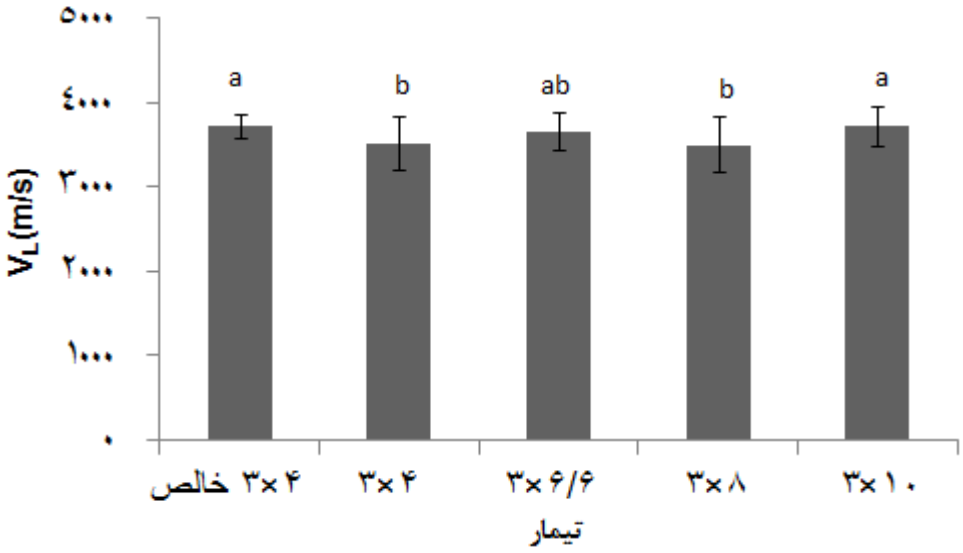
جدول ١- تجزيه واريانس ويژگي‌هاي مورد بررسي در تيمارهاي مختلف

ويژگي	منبع تغييرات	مجموع مربعات	درجه آزادي	ميانگين مربعات	مقدارF	مقدارP
قطر	بين تيمارها	٢۴١/١۴٨	۴	۶٠/٢٨٧	١١/٥٩۶	٠/٠٠٠**
	درون تيمارها	۴٩٣/٨٩٣	٩٥	۵/١٩٩		
	مجموع	٧٣۵/٠۴١	٩٩			
سرعت موج تنشي در جهت طولي	بين تيمارها	٩٧٧٩٨٧/٨١	۴	٢۴۴۴٩۶/٩۵۴	٣/۶٩۴	٠/٠٠٨**
	درون تيمارها	۶٢٨٧٣٠٠/۵	٩٥	۶۶١٨٢/١١٠		
	مجموع	٧٢۶۵٢٨٨/٣	٩٩			
سرعت موج تنشي در جهت شعاعي	بين تيمارها	٨۵٨٨٧۵/۵٩	۴	٢١۴٧١٨/٨٩٨	۶/٧٨۴	٠/٠٠٠**
	درون تيمارها	٣٠٢٣٠۶٢/١	٩٥	٣١٨٢١/٧٠۶		
	مجموع	٣٨٨١٩٣٧/٧	٩٩			

** اختلاف معني‌دار در سطح ٩٩%



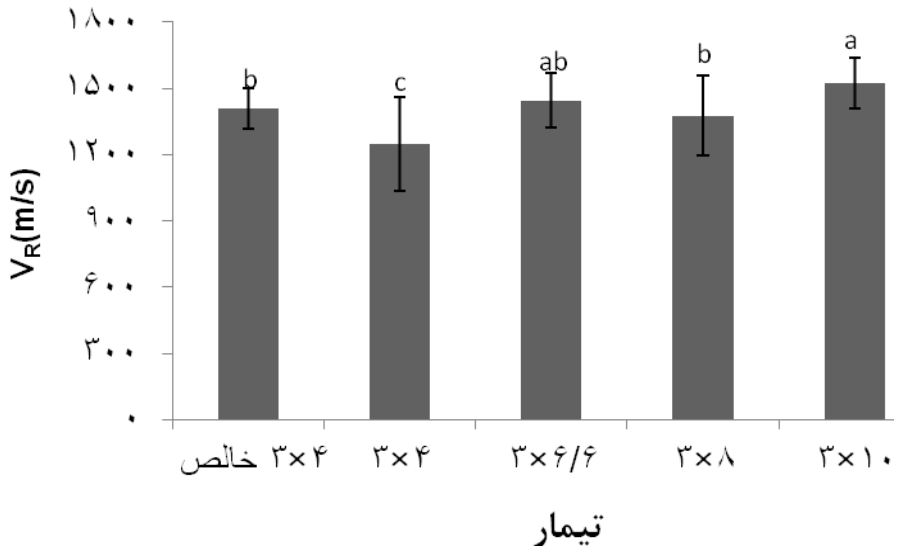
شكل ٢- متوسط قطر برابر سينه درختان مورد مطالعه در تيمارهاي مختلف



شکل ۳- سرعت موج تنشي در جهت طولي درختان صنوبر در تيمارهاي مختلف

سرعت موج در جهت شعاعي درختان

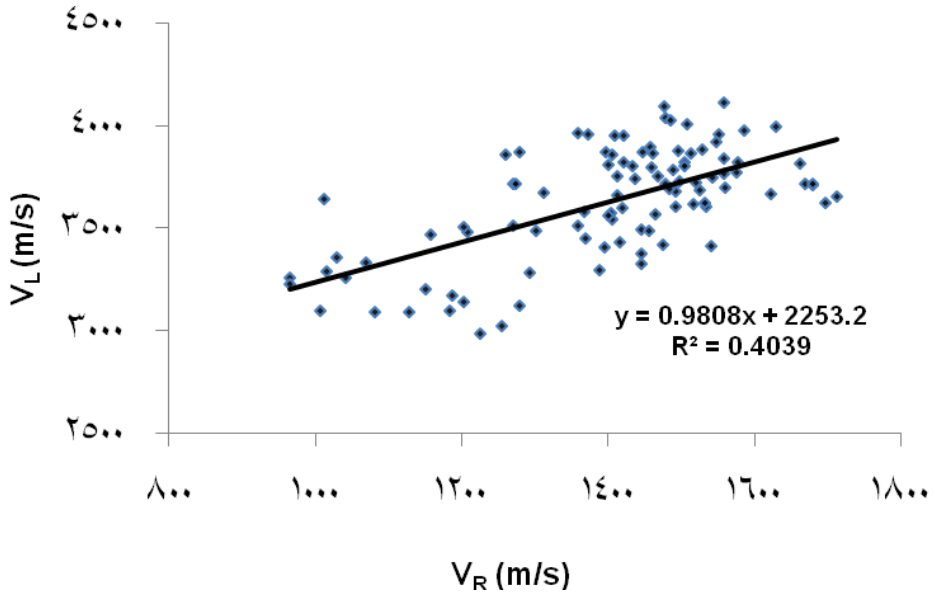
شکل ۴ اثر کشت تلفيقي و فواصل کشت را بر سرعت موج تنشي در جهت شعاعي (V_R) درختان صنوبر مورد مطالعه نشان مي‌دهد. در جدول ۱ نيز نتيجه آناليز واريانس سرعت موج در جهت شعاعي آورده شده است. همانطور که مشاهده مي‌شود مانند سرعت موج در جهت طولي، در يک فاصله کشت معين و برابر (۳×۴)، سرعت موج در جهت شعاعي در تيمار صنوبر خالص به طور معني‌داري بيشتر از تيمار کشت تلفيقي مي‌باشد. در تيمارهاي کشت تلفيقي با افزايش فواصل کاشت سرعت موج در جهت شعاعي به طور معني‌داري افزايش مي‌يابد طوري که بيشترين سرعت موج در فاصله کشت ۱۰ متر مشاهده مي‌شود. شکل ٤ همچنين نشان مي‌دهد سرعت موج در تيمار کشت تلفيقي با فاصله ۱۰ متر به طور معني‌داري بيشتر از تيمار صنوبر خالص است.



شکل ۴- سرعت موج تنشي در جهت شعاعي درختان صنوبر در تيمارهاي مختلف

رابطه بين سرعت موج در جهت طولي و شعاعي

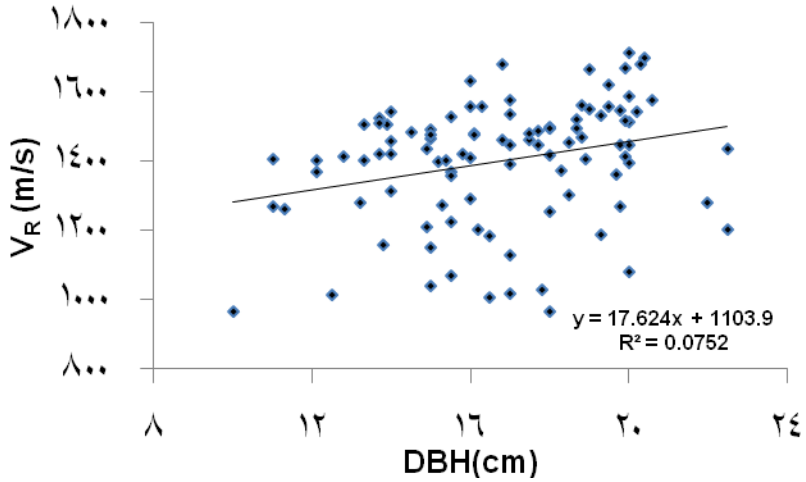
شكل٥ رابطه بين سرعت موج در جهت طولي و شعاعي در درختان صنوبر مورد مطالعه را نشان مي‌دهد كه بصورت خطي و مستقيم است. همانطور كه مشاهده مي‌شود با افزايش سرعت موج در جهت شعاعي، سرعت موج در جهت طولي درختان نيز زياد مي‌شود.



شكل ٥- رابطه بين سرعت موج در جهت طولي و شعاعي درختان صنوبر مورد مطالعه

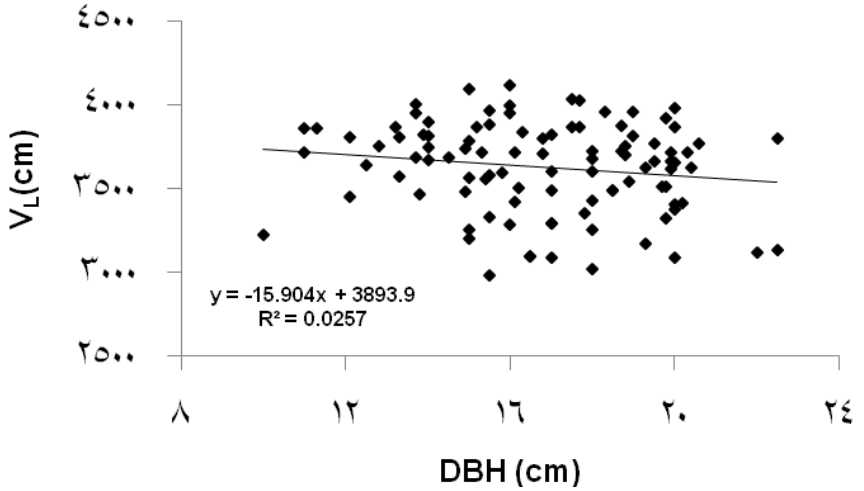
رابطه بين سرعت موج تنشي و قطر درختان

رابطه بين سرعت موج در جهت شعاعي و قطر درختان صنوبر مورد مطالعه در شكل ٦ نشان داده شده است. همانطور كه مشاهده مي‌شود رابطه رگرسيوني بسيار ضعيفي بين سرعت موج در جهت شعاعي و قطر درختان صنوبر وجود دارد.



شكل ٦- رابطه بين سرعت موج در جهت شعاعي و قطردرختان صنوبر مورد مطالعه

شكل ۷ نيز رابطه بين سرعت موج در جهت طولي درخت و قطر برابر سينه را نشان مي‌دهد. هرچند يک روند كاهشي براي سرعت موج با افزايش قطر ديده مي‌شود اما اين رابطه بسيار ضعيف است



شكل ۷- رابطه بين سرعت موج در جهت طولي و قطردرختان صنوبر مورد مطالعه

بحث و نتيجه‌گيري

نتايج حاصل از اين پژوهش نشان داد كه فاصله كاشت و كشت تلفيقي بر سرعت موج تنشي تاثير گذار است كه مي‌توان اين تاثيرگذاري را به تغيير ويژگي‌هاي چوب درختان صنوبر ناشي از اعمال تيمارهاي مذكور (فاصله كاشت و كشت تلفيقي) نسبت داد. مهمترين اين ويژگي‌ها عبارتند از: دانسيته، طول الياف و مدول الاستيسيته. بطور كلي با افزايش هر يک از اين ويژگي‌ها در چوب، سرعت موج تنشي افزايش مي‌يابد. اگرچه اندازه‌گيري خواص مذكور از اهداف اين پژوهش نبوده است اما نتايج پژوهش‌هاي گذشته (Hosseinzadeh et al., 1997; Efhami SiSi, 2008) به‌خوبي مي‌توانند نتايج حاصل از اين پژوهش را توجيه كنند.

در يك فاصله كشت مساوي، كشت تلفيقي باعث كاهش معني‌دار سرعت موج تنشي در جهت طولي و شعاعي شده است. احتمالا دليل اين امر را مي‌توان به كاهش دانسيته چوب درختان صنوبر در تيمار كشت تلفيقي نسبت داد. نتايج پژوهش‌هاي كاملا مشابه (تيمارهايي با همين مشخصات ولي كشت تلفيقي با يونجه) نشان داد كه دانسيته پايه درختان در تيمار كشت تلفيقي با فاصله كاشت ۴×۳ بطور معني‌داري كمتر از درختان تيمار صنوبر خالص مي‌باشد (Efhami SiSi, 2008). Oliveria & Sales (2006) و Walker & Chauhan (2006) نشان دادند كه در يک گونه، سرعت موج تنشي با كاهش دانسيته كاهش مي‌يابد.

نتايج اين پژوهش همچنين نشان داد با افزايش فاصله كاشت در كشت تلفيقي، سرعت موج تنشي طولي و شعاعي بطور معني‌داري افزايش مي‌يابد كه حداكثر آنها در در فاصله كشت۱۰×۳ متر بدست آمده است. نتايج پژوهش‌هاي پيشين نيز نشان مي‌دهد با افزايش فاصله كاشت، دانسيته و طول الياف در درختان صنوبر افزايش مي‌يابد (Hosseinzadeh et al., 1997; Efhami SiSi, 2008) بنابراين حداكثر بودن سرعت موج تنشي در فاصله كشت۱۰×۳ متر را مي‌توان به بالاتر بودن دانسيته و حداكثر بودن طول الياف در اين تيمار نسبت داد. رابطه قوي بين سرعت موج در جهت طولي چوب و طول الياف وجود دارد و با افزايش طول الياف، سرعت موج تنشي در جهت الياف افزايش مي‌يابد (Polge, 1984). لازم به ذكر است اگر چه سرعت موج تنشي در محور شعاعي و طولي درختان صنوبر در كشت تلفيقي با فاصله كشت مساوي،

كمتر از تيمار صنوبر خالص است اما با افزايش فاصله كاشت سرعت موج تنشي افزايش يافته طوري كه موج تنشي در جهت شعاعي و در فاصله كاشت ٣×١٠ بطور معني‌داري بيش از سرعت موج در تيمار خالص صنوبر است.

وقتي سرعت موج در جهت طولي درختان سرپا اندازه‌گيري مي‌شود، در واقع سرعت موج در لايه‌هاي بيروني تنه درخت اندازه‌گيري مي‌شود. بنابراين سرعت اندازه‌گيري شده بيشتر متاثر از ويژگي‌هاي چوب توليده شده در سال‌هاي اخير مي‌باشد، در حالي كه سرعت موج اندازه‌گيري شده در جهت شعاعي درخت، متاثر از ويژگي‌هاي كل چوب توليد شده در حيات درخت مي‌باشد كه اين امر مي‌تواند ضريب همبستگي پايين بين سرعت موج در جهت طولي و شعاعي را توجيه نمايد. بنا براين با توجه به اينكه در گونه صنوبر، سن درخت در ميزان رويش قطري و الگوي رشد تاثيرگذار است (DeBell, et al.2002; Mahdavi et al. 2003) لذا مي‌توان انتظار داشت كه در سال‌هاي مختلف سرعت موج در محور طولي درخت تغيير خواهد كرد و بدين طريق مي‌توان تاثير فاصله كشت و ساير عوامل موثر بر كيفيت چوب درختان صنوبر را با اندازه‌گيري سرعت موج در جهت طولي درخت و در سنين مختلف برآورد كرد.

مقايسه نتايج به دست آمده نشان مي‌دهد كه اثر كشت تلفيقي و فاصله كاشت بر سرعت موج شعاعي بيشتر از سرعت موج طولي است. اين بدان معني است كه به منظور مطالعه تاثير سن درخت بر كيفيت چوب درختان صنوبر، بهتر است از سرعت موج تنشي اندازه‌گيري شده در جهت شعاعي استفاده نمود. همانطور كه پيش‌تر بيان شد سرعت موج در جهت طولي متاثر از كيفيت چوب در لايه‌هاي بيروني تنه درخت است (با توجه به ماهيت روش اندازه‌گيري) بنابراين سرعت موج طولي ابزار مناسبي براي مقايسه كيفيت چوب دوره‌هاي مختلف رويش (مثلا دوره ٢ ساله) مي‌باشد.

بطور كلي با توجه به نتايج بدست آمده و تطابق آن با نتايج پژوهش‌هاي گذشته مي‌توان نتيجه گرفت كه روش موج تنشي مورد استفاده مي‌تواند بطور موفقيت آميزي در پيش بيني كيفيت چوب درختان صنوبر دست كاشت مورد استفاده قرار گيرد. ضمنا روش مناسبي براي بررسي اثر فاكتور هاي مختلف بر كيفيت چوب درختان صنوبر كاشته شده در شرايط گوناگون است بدون اينكه لازم باشد درختان در سنين مختلف قطع شوند، و سپس ويژگي‌هاي فيزيكي و مكانيكي آنها اندازه‌گيري شود.

سپاسگزاري

بدينوسيله از قطب علمي مديريت كاربردي گونه‌هاي چوبي تند رشد در گروه علوم و صنايع چوب و كاغذ دانشگاه تهران به دليل حمايت مالي از اين پژوهش و مؤسسه تحقيقات جنگلها و مراتع كشور و مركز تحقيقات كشاورزي و منابع طبيعي استان مازندران به دليل امكان انجام پژوهش حاضر در طرح اجراء شده "كشت تلفيقي صنوبر با گندم و كلزا" تشكر و قدرداني مي‌گردد.

References

- Asadi, F., Kalagari, M., Ghasemi, R., and Bagheri, R. 2004. Investigation of spacing effect on production of Poplar and Alfalfa in intercropping. Iranian Journal of Forest and Popular Researches 12(4): 455-480.

- Briggs, D. G., Thienel,G., Turnblom, E. C. ,Lowell, E., Dykstra, D., Ross, R. J., Wang, X. and Carter, P., 2007. Influence of Thinning on Acoustic Velocity of Douglas-fir Trees in Western Washington and Western Oregon. 15th International Symposium on Nondestructive Testing of Wood, Duluth, 113-124, USA.

- Bucur, V. 2005. Ultrasonic techniques for nondestructive testing of standing trees. Ultrasonic. 43: 237-239.

-Bucur V. 2006. Acoustics of wood, 2nd ed. *Springer Series in Wood Science*Springer, Berlin, Heidelberg, Germany.

- Chauhan, S.S. and Walker J. C. F. 2006. Variations in acoustic velocity and density with age, and their interrelationships in radiata pine. Forest Ecology and Management 229: 388–394.
- Chuang, S. T. and Wang, S.Y. 2001. Evaluation of standing tree quality of Japanese cedar grown with different spacing using stress-wave and ultrasonic-wave methods. Journal of Wood Science. 47:245-253.
-DeBell, D. S., Keyes, C. R. and Gartner, B. L. 2002. Wood density of *Eucalyptus saligna* grown in Hawaiian plantations: effects of silvicultural practices and relation to growth rate. Australian Forestry. 64(2):106-110.
- DeBell, D. S., Singelton, R. and Harrington, C. A. 2002. Wood density and fiber length in young *Populus* stems: relation to clone, age, growth rings and pruning. Wood and Fiber Science 34(4): 529-539.
- Duhkia, R. S., Ram, S. and Bangarwa, K. S. 1989. Forage productivity of Faba Bean under various species of poplar (*Populus deltoides*) tree in an agroforestry system. FABIS Newsletter, 25: 31-32.
- Dzbeński, W. and Wiktorski, T., 2007. Ultrasonic evaluation of mechanical properties of wood in standing trees. COST E 53 Conference - Quality Control for Wood and Wood Products. Warshow, 21-26, Poland
- Efhami Sisi, D., 2010. Effects of spacing and intercroping on anatomical properties and density of *Populus nigra*, M.Sc. thesis, Natural Resources Faculty, University of Tehran, 88 pp.
- Hosseinzadeh, A., Toghraie, N., Sheikholeslami, M., Sadraie, N., Golbabaei, F.and Hemmati, A. 1998. Effect of spacing on wood properties and yield of two *Populus deltoids* clones in Safrabasteh(Gilan), Pajouhesh and Sazandegi. 11(1):40-46.
- Gao, S., Wang, L. and Wang, Y., 2009. A comparative study on the velocities of stress wave propagation in standing Fraxinus mandshurica trees in frozen and non-frozen states. Frontiers of Forestry in China 4(4): 382–387
- Kazemi Najafi, S., Bolandbakht, F., Najafi A., 2009. Detection of Internal Decay in Standing Beech Trees Using Ultrasonic Technique.16th International Symposium on Nondestructive testing of wood, Beijing, 16-19. China
- Larson, B., Bengtsson, B., Gustafsson, M., 2004. Nondestructive detection of decay in living trees. Tree Physiology. 24: 853-858.
- Leininger, T. D., Schmoldt, D. L., Tainter, F. H., 2001. Using ultrasound to detect defects in trees: Current knowledge and future needs. Proceeding of the first international precision forestry cooperative symposium, Seattle, University of Washington: 99-107, USA.
- Mahdavi S., Faezipour M., Resalati H. and Familian H. 2003. The effects of provenance and age variations on wood properties of eastern cottonwood. Iranian Journal of Natural Resource 56(3): 281-292.
- Misra, K. K., Rai, P. N. and Jaiswal, H. R. 1996. Effect of spacing and plant density on the growth of poplar (*Populus deltoides* Bartr. Ex Marsh), *Indian Forester*, January: 65-68.
- Oliveira F.G.R. and Sales**,** A. 2006**.** Relationship between ultrasonic velocity and density for each species. Bioresource Technology. 97(18): 2443-2446.
- Polge, H. 1984. Essais de caracterisation de la veine verte du merisier. Annales des Sciences Forestieres 41:45-58.
- Ranasingh, O. M. S. H. K. and Mayhead, G. J. 1990. The effect of Intercropping *Populus* ' RAP' With Beans, *Forestry*, 63(3): 271-277
- Sadati, S.E., Arefian, R. and Asadi, F., 2008. Effect of spacing treatment on production of Poplar and Wheat in intercropping. Second National Congress on Poplar and Potential Use in Poplar plantation, Tehran, 158-164, Iran.
- Searles, G. and Moore, J., 2009. Measurement of wood stiffness in standing trees and logs: implications for end-product quality, COST E53 conference - Quality Control for Wood and Wood Products, Bled, 97-101 , Slovenia
- Wang, X., Ross, R. J., McClellan, M., Barbour, M. J., Erickson, J. R., Forsman, J. W.
and McGinnis, G. D., 2000. Strength and stiffness assessment of standing trees using a nondestructive stress wave technique. USDA Forest Service, Forest Products Laboratory Research Paper, FPL-RP-585. Madison, WI. 9 pp.
- Wang, X. , Ross R. J. and Carter, P. 2005. Acoustic evaluation of standing trees: recent research development, Proceedings of the 14th International Symposium on Nondestructive Testing of Wood, Hannover, 157-160, Germany

Effect of Spacing and Intercropping on Stress Wave Velocity of Planted Poplar Trees

S. Kazemi Najafi[1], Gh. Ebrahimi[2], and S. E. Sadati[3]
[1] Associate Prof., Natural Resources Faculty, Tarbait Modares University, Nour, I.R. Iran
[2] Professor, Natural Resources Faculty, University of Tehran, Karaj, I.R. Iran
[3] Senior Research Expert, Agricultural and Natural Resources Research centre of Mazandaran Province, Sari, I.R. Iran
(Received: 26 January 2011, Accepted: 16 May 2012)

Abstract

Nondestrutive evaluation of wood quality of fast growing standing trees such as poplar has an important role in optimal management of wood production with desired quality and properties. Tha aim of this research was the use of stress wave technique for nondestructive evaluation of poplar standing trees (*Populus deltoids)* and to study the effect of intercropping (with wheat) and spacing on wood quality. For this purpose, stress wave velocities were measured in radial and longitudinal directions of poplar trees in four intercropping treatments with different spacing of 3×4 m, 3×6.66 m, 3×8 m, 3×10 m and treatment of net poplar with spacing 3×4 m. The velocities of stress wave in radial and longitudinal directions of poplar trees were determined using stress wave equipment. The results showed that at same spacing (3×4m), the radial and longitudinal velocities of stress wave in net treatment are significantly higher than those of intercropping treatment. The results also showed that increasing spacing in intercropping treatments will increase the stress wave velocities in both directions significantly. A poor regression relationship was obtained between stress wave velocities in radial and longitudinal directions.

Key words: Nondestructive evaluation, Stress wave, Poplar, Spacing, Intercropping

*Corresponding author: Tel: +98 122 6253101 Fax: +98 122 6253499 E-mail: skazemi@modares.ac.ir