بررسي تغييرات مدول الاستيسيته ويژه و مدول‌هاي برشي چوب *سرو سيمين* به روش آزمون غيرمخرب ارتعاش

مهران روح نيا*[۱]، کاظم دوست‌حسيني[۲]، حبيب‌ا... خادمي‌اسلام[۳]، ژوزف گريل[۴] و ايريس برمو[۵]
[۱] دانش‌آموخته دکتري دانشگاه آزاد اسلامي واحد علوم و تحقيقات و عضو هيات علمي واحد کرج، ايران
[۲] استاد گروه علوم و صنايع چوب و کاغذ، دانشکده منابع طبيعي، دانشگاه تهران، ايران
[۳] استاديار دانشگاه آزاد اسلامي واحد علوم و تحقيقات، ايران
[۴] استاد دانشگاه مون پليه II- فرانسه
[۵] دانشجوي دکتري دانشگاه مون پليه II- فرانسه
(تاريخ دريافت ۸۳/۱۲/۲۴، تاريخ تصويب ۸۴/۸/۱۵)

چکيده

در اين تحقيق مدول الاستيسيته ويژه و مدول‌هاي برشي (مماسي و شعاعي) در جهت شعاعي تنه درخت درگونه سرو سيمين *(Cupressus arizonica)* بررسي شد. نمونه‌برداري از درختان دست‌کاشت واقع در جنگل سرو سيمين دانشکده منابع طبيعي دانشگاه تهران انجام شد و قطعات مورد آزمايش فيزيکي، شيميايي و مکانيکي بر پايه روش استاندارد بين‌المللي ISO و TAPPI در چهار نقطه از مغز تا پوست تهيه شدند. براي اندازه‌گيري مدول الاستيسيته ويژه و مدول‌هاي برشي از روش غيرمخرب ارتعاش آزاد در تير دو سر آزاد استفاده شد. در ادامه، همبستگي بين اين مدول‌ها با پهناي دواير ساليانه، جرم ويژه و درصد مواد استخراجي بررسي شد. نتايج نشان داد که مدول الاستيسيته ويژه از مغز تا پوست به‌طور معني‌داري کاهش مي‌يابد و همبستگي معني‌داري بين اين خاصيت مکانيکي و پهناي دواير ساليانه وجود دارد. بين مقادير مدول برشي شعاعي و مماسي از مغز تا پوست تفاوت معني‌داري مشاهده نشد. اما مقادير مدول برشي شعاعي همبستگي معني‌داري را با جرم ويژه نشان دادند.

واژه‌هاي کليدي: سرو سيمين، آزمون غيرمخرب، خواص مکانيکي، مدول الاستيسيته، ارتعاش آزاد و جرم ويژه

نويسنده مسئول: تلفن: ۰۲۶۱۰-۴۴۰۳۱۴۵ فاکس: ۰۲۶۱-۴۴۰۳۱۲۵ E-mail: mroohnia@yahoo.com

مقدمه

تنوع روزافزون مصارف مواد مركب چوبي، امروزه نياز به مشاهدات مربوط به خواص مكانيكي را افزايش داده است. تنوع گونه‌هاي مورد مصرف و مواد مركب، فرايندهاي جديد توليد، تغيير پيوسته وضعيت منابع توليد چوب و عوامل زياد ديگر موثر در نتايج، در مجموع آزمايش مواد مركب چوبي را مشكل ساخته‌اند. در قبول روش‌هاي آزمايش مانند آزمايش‌هاي ASTM و TAPPI، بايد به كاربرد روش‌هايي كه نتايج حاصل از آنها با نتايج موجود قابل مقايسه باشد، توجه شود و نيز توسعه‌هايي را بايد پذيرفت كه مطلوب باشند (۱). از اين بين روش‌هايي كه به تخريب نمونه مورد آزمايش منجر نشوند، بيشتر مورد توجه قرار مي‌گيرند. آزمون‌هاي غيرمخرب چند سالي است كه در اندازه‌گيري خواص مواد و مصالح جايگاه خوبي باز كرده‌اند و در اين تحقيق نيز مورد استفاده قرار گرفته است.

تعيين مدول الاستيسيته خمشي و مدول‌هاي برشي را مي‌توان بر اساس شناسايي و تفسير طيف فركانس ويژه برگرفته از ارتعاشات طبيعي مورد مطالعه قرار دارد. در اين شناسايي و تفسير از مدل‌هاي برنولي (مدلي ساده تر ولي بدون محاسبه مدول‌هاي برشي) و تموشنكو (مدل پيچيده تر) استفاده مي‌شود (۱۰، ۳، ۲).

- مدل تموشنكو:

براي فركانس k امين مد ارتعاش:

(۱)

$$(E/\rho)_k = [(4\pi^2 l^2 f_k^2)/\alpha X_k]\,[1+\alpha F_{1k}(m_k) + (\alpha.E.F_{2k}.m_k) / KG]$$

با در نظر گرفتن پارامترهاي a_k و b_k، مقدار مدول الاستيسيته ويژه (E/ρ) از روي رگرسيون خطي برآورد مي‌شود:

$$a_k = (E/\rho) - (E/KG)\, b_k \qquad (۲)$$

$$b_k = (4\pi^2 l^2 f_K^2 f_{2k}) / X_k \qquad (۳)$$

$$a_k = (4\pi^2 l^2 f_k^2 (1+\alpha F_{1k})) / \alpha X_k \qquad (۴)$$

$$\alpha = I / Al^2 \qquad (۵)$$

كه در آن I ممان اينرسي، A ، سطح مقطع و l، طول نمونه است.

براي مقاطع مستطيل: $I = bh^3/12$

K: ضريب ثابت شكل مي‌باشد كه در اينجا حدود ۰/۹ است.

G: مدول برشي

ρ: جرم ويژه

f_k: فركانس kامين مد ارتعاش پس از تبديل سريع فوريه (FFT)

$$X_k = m_k^3 \qquad (۶)$$

m_k : kامين پاسخ معادله $\cos(m)\, \text{coshyp}(m) = 1$

مقادير F_{1k} و F_{2k} در رابطه‌هاي ۳ و ۴ به روش زير محاسبه مي‌شوند:

$$F_{1k} = \Theta^2 (m_k) + 6\Theta(m_k) \qquad (۷)$$

$$F_{2k} = \Theta^2 (m_k) - 2\Theta(m_k) \qquad (۸)$$

(۹)

$$\Theta(m_k) = [m_k \tan (m_k)\, \text{tanhyp} (m_k)] / [\tan (m_k) - \text{tanhyp}(m_k)]$$

نتايج تحقيقات نشان مي‌دهند كه چوب از حيث خواص مكانيكي بسيار ناهمگن است و در جهات طولي، مماسي و شعاعي خواص مختلفي دارد. اين نكته مربوط به ساختمان سلولي و سازمان فيزيكي زنجير سلولز در ديواره سلول است(۱۳). وجود رابطه خطي بين جرم ويژه و خواص مكانيكي چوب، توسط دانشمندان بسياري گزارش شده است (۱۱). همچنين بين محدوده جرم ويژه‌اي كه در بيشتر گونه‌ها ديده مي‌شود و خواص مكانيكي، به‌طور مشابه رابطه خطي مشاهده مي‌شود (۱۷). در چوب كاملا سالم، با تغيير ۰،۰۲ در مقدار جرم ويژه, مقدار مدول گسيختگي حدود ۷۰ كيلوگرم بر سانتيمتر مربع تغيير مي‌كند (۹)، از طرف ديگر جرم ويژه اثر ضعيفي بر مدول الاستيسيته و ضرايب سفتي چوب دارد و رابطه معني‌داري

بين آنها مشاهده نمي‌شود (۱۷). به علاوه، جرم ويـژه بـراي سفتي ديواره سلولي شاخص ضعيف و نامناسبي است (۴).

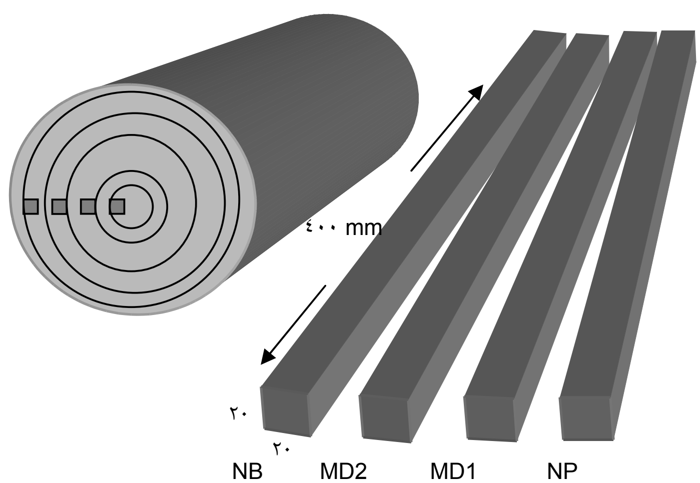
مواد استخراجي اثر به‌سزايي بر مقدار جرم ويژه در چوب دارد، به‌طوري‌كه چوب با مواد استخراجي بيشتر، جرم ويژه بيشتري در مقايسه با چوب مشابه ولي با مواد استخراجي كمتر دارد (۳). بدين‌سان مقدار مواد استخراجي مي‌تواند در مدول الاستيسيته ويژه مؤثر باشد، چراكه جرم ويژه بخشي از فرمول رياضي مدول الاستيسيته ويژه است كه مي‌تواند تحت تاثير مقدار مواد استخراجي قرار گيرد.

سرو سيمين يا *Cupressus arizonica*، گونه‌اي بومي آمريكاست كه در رويشگاه‌هاي دست‌كاشت ايران رشد خوبي داشته است. سرو سيمين در جنگل‌هاي سوزني‌برگ يافت مي‌شود و روي خاك‌هاي زبر و صخره‌اي مي‌رويد (۵). در مورد چوب اين گونه بويژه بر روي خواص مكانيكي آن مطالعات چنداني صورت نگرفته كه آشنايي با برخي خواص فيزيكي و مكانيكي اين چوب مي‌تواند مفيد باشد.

در مقاله حاضر، از بين خواص مكانيكي چوب، مدول الاستيسيته ويژه و مدول‌هاي برشي شعاعي و مماسي چوب سرو سيمين و برخي عوامل موثر بر آنها بررسي شد. چرا كه دانستن اين عوامل در توليد چوب و روش‌هاي اصلاحي جنگلداري و نيز انتخاب چوب از روي مشخصات ظاهري بسيار موثر خواهد بود.

مواد و روش‌ها

به منظور نمونه‌برداري، ۵ پايه سالم و مناسب از جنگل دست‌كاشت سرو سيمين دانشكده منابع طبيعي انتخاب شده و قطع شده و پس از كدگذاري از هر پايه يك بينه ۱۵۰ سانتيمتري از ارتفاع بالاتر از سينه تهيه شد. در هر بينه در جهت شعاعي از سمت مغز به پوست چهار منطقه در نظر گرفته شد (شكل و جدول ۱).



شكل ۱- مكان نمونه‌هاي انتخابي چوب سرو سيمين در جهت شعاعي تنه درخت

جدول ۱- مكان نمونه‌هاي انتخابي چوب سرو سيمين در جهت شعاعي تنه درخت

كد حرفي	كد عددي	شرح
NP	١	نزديك مغز، درون‌چوب داخلي
MD۱	٢	ميانه ديسك مكان اول، درون‌چوب مياني
MD۲	٣	ميانه ديسك مكان دوم، درون‌چوب خارجي
NB	٤	نزديك پوست، برون‌چوب

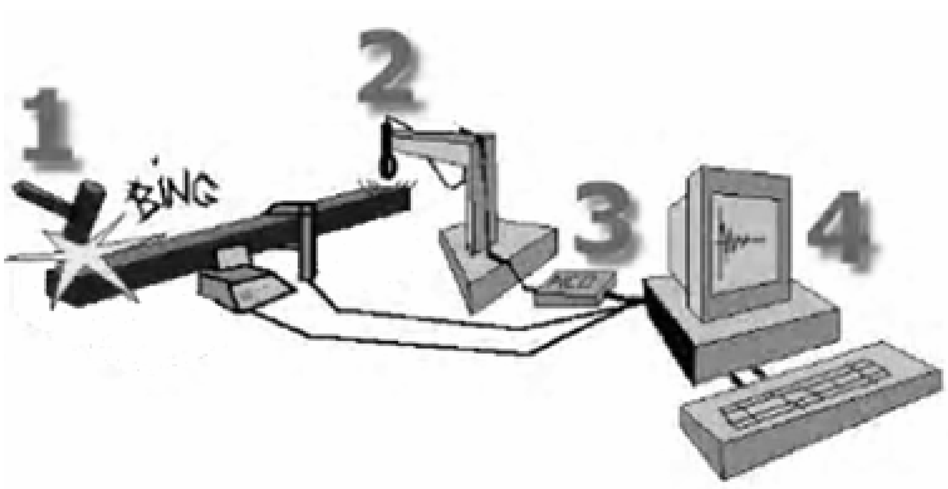
از هر بينه دو ديسك به ضخامت ۱۵ سانتيمتر به منظور اندازه‌گيري مقدار مواد استخراجي, تعداد و پهناي دواير ساليانه جدا شد، سپس همچنين از حيث يكنواختي و عدم حضور چوب واكنشي بررسي شدند. اندازه‌گيري كل مواد استخراجي در اين چوب‌ها بر اساس دستورالعمل TAPPI انجام شد.

براي اندازه‌گيري و شمارش دواير ساليانه از بينوكولار متصل به رايانه و نرم‌افزار MOTIC استفاده شد. با اين روش ميانگين پهناي دواير ساليانه در هر مكان مندرج در جدول ۱ اندازه‌گيري شد.

پس از آن از هر بينه باقيمانده تيرهاي مورد آزمون خواص مكانيكي نيز مطابق شكل ۱ تهيه شد. تيرهاي مورد آزمون به مدت ۲ هفته در اتاق كليما با دماي ۲۲ درجه سانتيگراد و ٦٥ درصد رطوبت نسبي كلماتيزه شده و براي اندازه‌گيري خواص مكانيكي (در همان اتاق كليما) به‌كار گرفته شدند.

براي اندازه‌گيري مدول الاستيسيته ويژه و مدول‌هاي برشي مماسي و شعاعي در اين تيرها از آزمون غيرمخرب "ارتعاش آزاد در تير دو سر آزاد" به روش بوردونه (Bordonnè) (۲) استفاده شد (شكل ۲).

مدول الاستيسيته خمشي و مدول‌هاي برشـي از تجزيـه و تحليل طيف ارتعـاش طبيعـي قطعـه چـوب مـورد آزمـون به‌دست آمد. در اين فرايند فركانس‌هاي ويـژه تيـر از روي پاسخ پالس وارد شده از يك سر كه تمام مـدهاي ارتعاشـي آن را موجب مي‌شود, تعيين شد. ابزار اين آزمون كه از ابتدا براي نمونه‌هاي نرمال طراحي شـده اسـت، قابليـت كـار بـا قطعات چوبي با ابعاد مختلف را نيز دارد.



شكل ۲- سيستم آزمون غيرمخرب بوردونه بر پايه ارتعاش آزاد تير دوسر آزاد
(آزمايشگاه موسسه تحقيقات جنگل **CIRAD**، مون پليه - فرانسه)

۱- ضربه به قطعه چوب مستقر بر روي تكيه‌گاه لاستيكي (ارتعاش آزاد)؛

۲- دريافت سيگنال از ميكروفون (مستقر در انتهاي تير در شكل) يا شتاب‌سنج (مستقر در وسط تير در شكل)؛

۳- تبديل سيگنال آنالوگ به ديجيتال توسط كارت ويژه اكسترنال كه به پورت موازي كامپيوتر متصل است؛

٤- تجزيه و تحليل داده‌ها توسط نرم‌افزاري كه فرايند زير را به انجام برساند؛

- برگردان داده‌هاي ثبت‌شده توسط كارت ويژه اكسترنال؛
- تبديل سريع فوريه (FFT)؛
- تجزيه و تحليل طيف: انتخاب دستي يا خودكار مدهاي ارتعاش.

اصول عملكرد اين سيستم مي‌تواند به چهار قسمت تقسيم شود (شكل ۲).

اين روش براي تعيين عادي مدول الاستيسيته خمشي و دو مدول برشي براي چوب، فراورده‌هاي مركب و بسياري مواد سخت استفاده مي‌شود.

ابعاد اسمي نمونه‌ها بايد ۲۰×۲۰×۳٤۰ ميليمتر (T×R×L) باشد (مي‌تواند اندكي بزرگ‌تر يا كوچك‌تر باشد)، اما نسبت حداقل ۱۷ بايد بين طول و عرض نمونه برقرار باشد (به دليل اثر تغيير شكل برشي). ابعاد اسمي نمونه‌هاي مورد استفاده در اين تحقيق ۲۰×۲۰×٤۰۰ بود كه از نواحي مختلف جهت شعاعي تنه درخت سرو سيمين مطابق جدول ۱ تهيه شدند.

ابتدا نمونه‌ها وزن شده و ابعاد آنها تعيين شد. نمونه‌ها روي تكيه گاه نرم (كش لاستيكي) مستقر و مطابق، شكل ۱ در يك انتها مورد اصابت ضربه قرار گرفتند تا ارتعاش خمشي جريان يابد. سيگنال در انتهاي ديگر نمونه توسط ميكروفن ثبت شد. پس از تبديل سريع فوريه، ۳ مد اول ارتعاش جدا شده و توسط رگرسيون براساس اين ۳ مد ارتعاش و در نظر گرفتن اثر تغيير شكل برشي، مدول الاستيسيته‌طولي، به‌دست آمد. در اين آزمون جرم ويژه (Specific gravity)، مدول الاستيسيته ويژه خمشي، مدول‌هاي برشي و نسبت مدول الاستيسيته به مدول برشي (E/KG) قابل محاسبه است.

پس از اندازه‌گيري خواص مكانيكي، همبستگي بين داده‌هاي جمع‌آوري شده توسط آزمون همبستگي پيرسون و برازش مدل رگرسيوني بررسي شد. براي انجام آزمون‌هاي آماري از نرم‌افزار SPSS ver. 11.5 و براي رسم خط رگرسيون از نرم‌افزار MS EXCEL استفاده شد.

نتايج

نتايج اندازه‌گيري‌هاي اين تحقيق در جدول ۲ نشان داده شده است. بسيار جالب خواهد بود اگر بتوان رابطه تجربي معني‌داري بين اين خواص پيدا كرد.

مدول الاستيسيته ويژه (MOE/ρ)

شكل‌هاي ۳ و٤ مدول الاستيسيته ويژه را بر پايه مقدار مواد استخراجي و پهناي دواير ساليانه نشان مي‌دهند. توسط آزمون پيرسون همبستگي معني‌داري بين مدول الاستيسيته ويژه و پهناي دواير ساليانه مشاهده شد؛ اين همبستگي توسط مدل رگرسيون خطي در شكل ٤ نشان داده شده است. بر خلاف انتظار همبستگي معني‌داري بين درصد مواد استخراجي و مدول الاستيسيته ويژه مشاهده نشد كه مي‌توان علت آن را در عدم همبستگي مقدار مواد استخراجي با جرم ويژه در نمونه‌هاي مورد آزمون جست‌وجو كرد.

توزيع آماري باقيمانده‌هاي مدول الاستيسيته ويژه نرمال بود، همچنين توسط آزمون آناليز واريانس معني‌دار بودن مدل رگرسيوني ارائه شده مورد تاييد قرار گرفت.

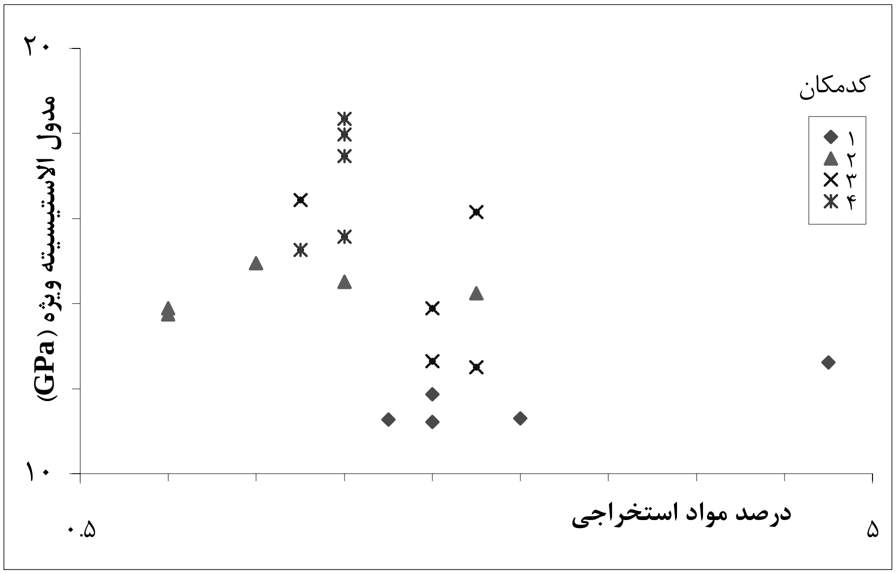
ميانگين مدول الاستيسيته ويژه و پهناي دواير ساليانه در مكان‌هاي مختلف از نزديك مغز تا نزديك پوست در چوب اين گونه بررسي شد كه در نتيجه تفاوت معني‌داري از اين حيث بين مكان‌هاي مختلف مشاهده شد. مقدار مدول الاستيسيته ويژه از مغز به سمت پوست افزايش مي‌يابد (شكل‌هاي ۳ و ٤) ولي آزمون چنددامنه‌اي دانكن نشان داد كه مقادير مربوط به مكان‌هاي ۲ و ۳ در يك زيرگروه قرار مي‌گيرند. پهناي دواير ساليانه از مغز به پوست كاهش

مي‌یابد و آزمون چنددامنه‌اي دانکن میانگین‌هاي مربوط به مکان‌هاي ۳ و ۴ را در یک زیرگروه قرار داد (شکل ۴).

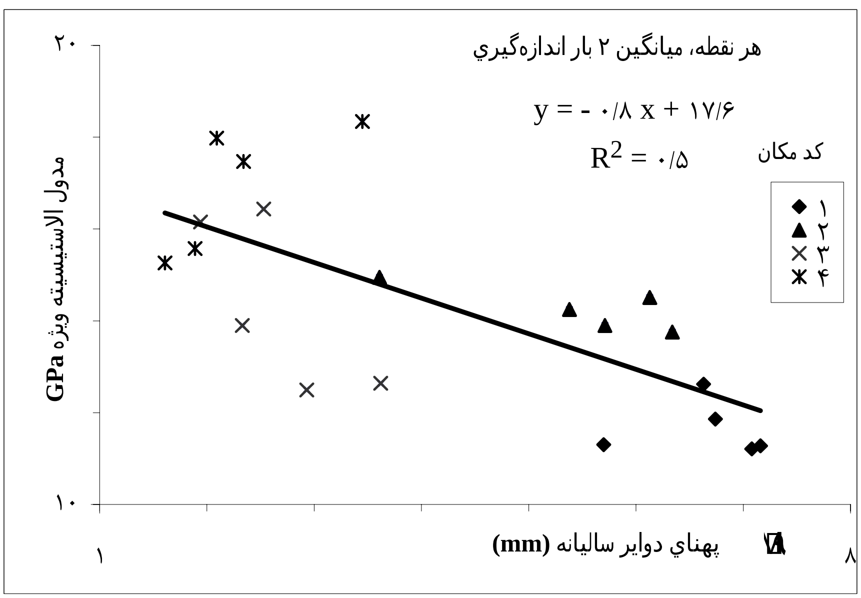
جدول ۲- داده‌هاي مورد تجزیه و تحلیل در گونه سرو سیمین

شماره مشاهده	کد درخت[1]	کد مکان[2]	درصد مواد استخراجي[3]	پهناي دوایر سالیانه (mm)	جرم ویژه[4]	مدول الاستیسیته دینامیک (GPa)	مدول برشي شعاعي (GPa)	مدول برشي مماسي (GPa)	مدول الاستیسیته ویژه GPa
۱	۱	۱	۲/۲۵	۷/۱۶	۰/۴۳۵	۴/۹	۱/۴	۱/۷	۱۱/۳
۲	۲	۱	۳	۵/۷	۰/۴۰۱	۴/۵	۰/۹	۱/۲	۱۱/۳
۳	۳	۱	۲/۵	۷/۰۸	۰/۴۰۸	۴/۶	۰/۸	۰/۹	۱۱/۲
۴	۴	۱	۲/۵	۶/۷۴	۰/۴۵۱	۵/۴	۱/۴	۱/۶	۱۱/۹
۵	۵	۱	۴/۷۵	۶/۶۳	۰/۴۷۷	۶	۱/۹	۱/۴	۱۲/۶
۶	۱	۲	۱/۵	۳/۶۱	۰/۳۸۲	۵/۷	۰/۹	۰/۸	۱۴/۹
۷	۲	۲	۱	۶/۳۴	۰/۳۸۱	۵/۲	۱	۰/۹	۱۳/۸
۸	۳	۲	۱	۵/۷۱	۰/۴۲۱	۵/۹	۱/۱	۱	۱۳/۹
۹	۴	۲	۲	۶/۱۳	۰/۵۰۳	۷/۳	۱/۴	۱/۲	۱۴/۵
۱۰	۵	۲	۲/۷۵	۵/۳۸	۰/۵۰۹	۷/۳	۱/۷	۱/۳	۱۴/۲
۱۱	۱	۳	۱/۷۵	۲/۵۳	۰/۴۱۵	۶/۸	۱/۲	۰/۷	۱۶/۴
۱۲	۲	۳	۲/۵	۲/۳۳	۰/۴۲۰	۵/۸	۰/۹	۱	۱۳/۹
۱۳	۳	۳	۲/۵	۳/۶۲	۰/۴۲۴	۵/۴	۱/۳	۰/۹	۱۲/۶
۱۴	۴	۳	۲/۷۵	۱/۹۴	۰/۵۳۴	۸/۶	۱/۴	۱/۳	۱۶/۲
۱۵	۵	۳	۲/۷۵	۲/۹۳	۰/۴۱۹	۵/۲	۱/۳	۱/۴	۱۲/۵
۱۶	۱	۴	۲	۳/۴۵	۰/۴۸۹	۹	۰/۷	۰/۳	۱۸/۳
۱۷	۲	۴	۲	۲/۰۹	۰/۴۴۵	۸	۱	۱	۱۸
۱۸	۳	۴	۱/۷۵	۱/۶۱	۰/۴۵۷	۷	۱/۶	۱/۴	۱۵/۳
۱۹	۴	۴	۲	۱/۸۹	۰/۵۶۴	۸/۹	۱/۵	۱/۲	۱۵/۶
۲۰	۵	۴	۲	۲/۳۴	۰/۴۴۳	۷/۷	۰/۹	۱	۱۷/۵

۱- کد درخت: هر درخت یك تکرار
۲- کد مکان: کد عددي مندرج در جدول ۱
۳- مواد استخراجي: محلول در الکل و استن
۴- جرم ویژه: Specific Gravity بدون واحد



شكل ۳- مقادير مدول الاستيسيته ويژه بر پايه مقدار مواد استخراجي در مكان‌هاي متفاوت از مغز تا پوست در چوب سرو سيمين



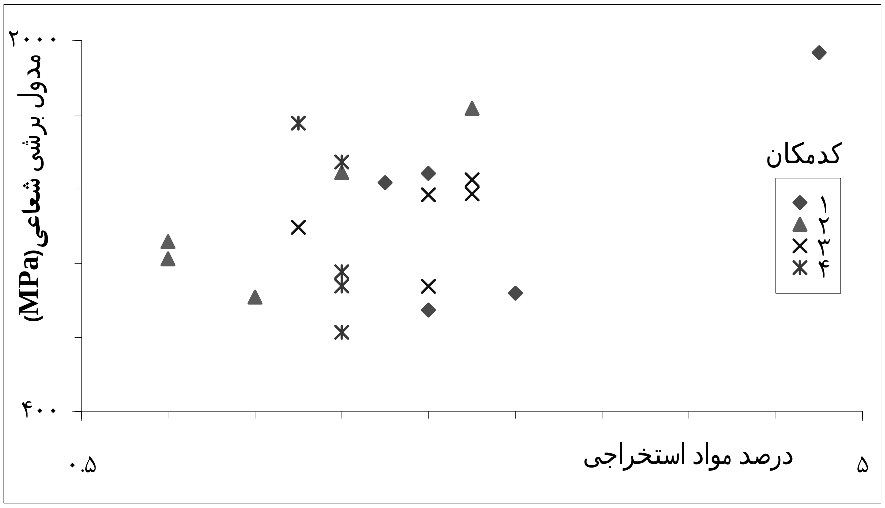
شكل ٤- مقادير مدول الاستيسيته ويژه بر پايه پهناي دواير ساليانه در مكان‌هاي متفاوت از مغز تا پوست در چوب سرو سيمين

مدول برشي شعاعي (RG): شكل‌هاي ٥، ٦ و ٧ مدول برشي شعاعي را بر پايه پهناي دواير ساليانه، مقدار مواد استخراجي و جرم ويژه در مكان‌هاي متفاوت از مغز تا پوست چوب نمونه‌هاي سرو سيمين مورد مطالعه نشان مي‌دهند. آزمون پيرسون تنها همبستگي معني‌دار بين مدول برشي شعاعي و جرم ويژه نشان داد كه اين همبستگي به صورت رگرسيون خطي در شكل۷ نشان داده شده است.

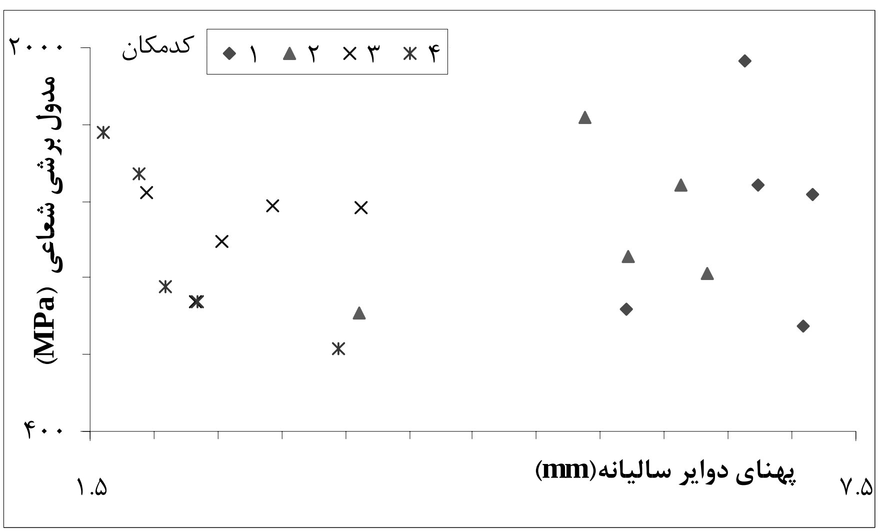
توزيع آماري باقيمانده‌هاي مدول برشي شعاعي نرمال بود، همچنين توسط آزمون آناليز واريانس معني‌دار بودن مدل

رگرسيوني ارائه‌شده بدون حضور عرض از مبدا، مورد تاييد قرار گرفت.

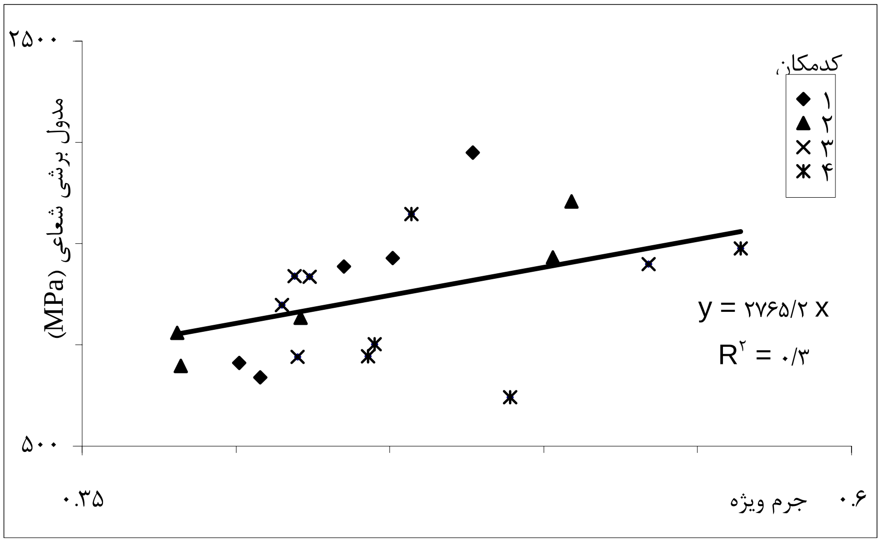
ميانگين مدول برشي شعاعي و همچنين جرم ويژه در مكان‌هاي متفاوت از مغز تا پوست بررسي شد كه بين اين مكان‌ها تفاوت معني‌داري از اين حيث مشاهده نشد.



شكل ۵- مقادير مدول برشي شعاعي بر پايه مقدار مواد استخراجي در مكان‌هاي متفاوت از مغز تا پوست در چوب سرو سيمين

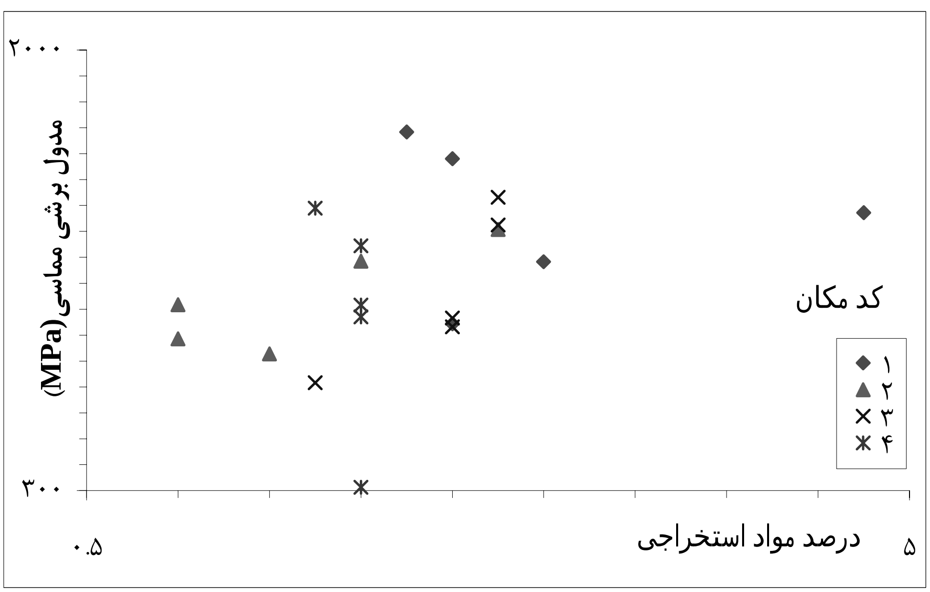


شكل ٦- مقادير مدول برشي شعاعي بر پايه پهناي دواير ساليانه در مكان‌هاي متفاوت از مغز تا پوست در چوب سرو سيمين

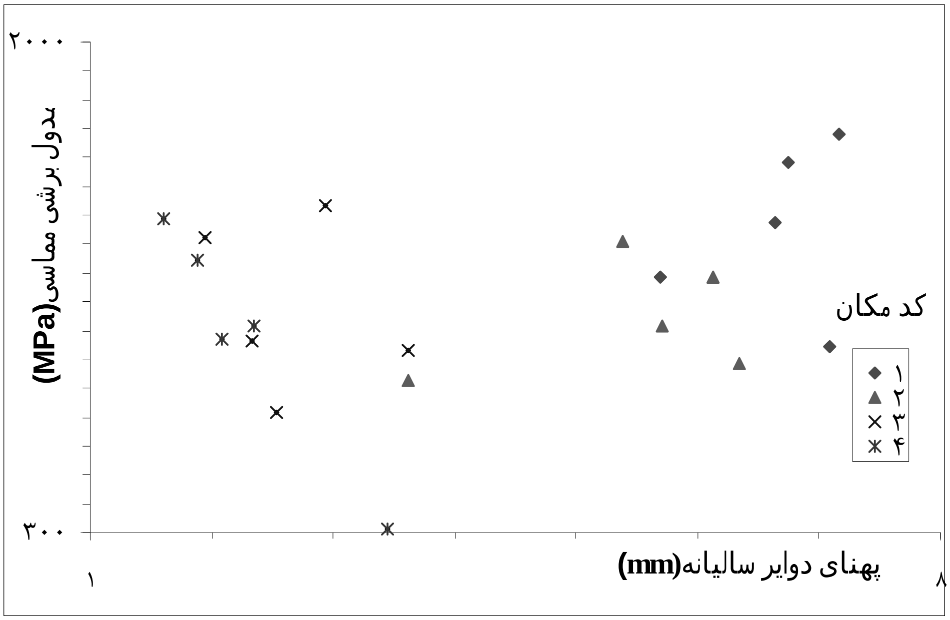


شكل ۷- مقادير مدول برشي شعاعي بر پايه جرم ويژه در مكان‌هاي متفاوت از مغز تا پوست در چوب سرو سيمين

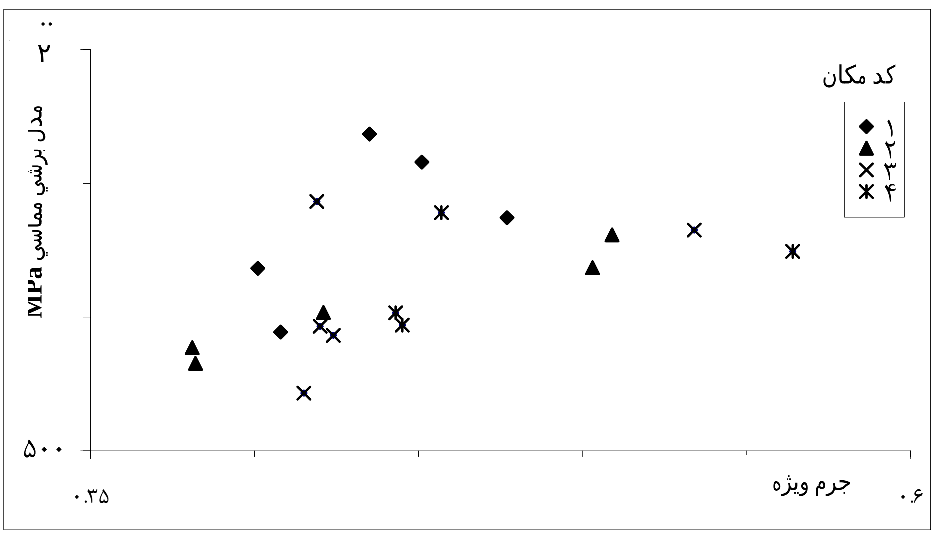
مدول برشي مماسي (TG): شكل‌هاي ۸، ۹ و ۱۰ مقادير مدول برشي مماسي را بر پايه پهناي دواير ساليانه، مقدار مواد استخراجي و جرم ويژه در مكان‌هاي متفاوت از مغز تا پوست چوب نمونه‌هاي سرو سيمين مورد مطالعه نشان مي‌دهند. آزمون پيرسون هيچ‌گونه همبستگي معني‌داري بين مدول برشي مماسي و عوامل ديگر مورد مطالعه نشان نداد.



شكل ۸- مقادير مدول برشي مماسي بر پايه مقدار مواد استحراجي در مكان‌هاي متفاوت از مغز تا پوست



شكل ۹- مقادير مدول برشي مماسي بر پايه پهناي دواير ساليانه در مكان‌هاي متفاوت از مغز تا پوست



شكل ۱۰- مقادير مدول برشي مماسي بر پايه جرم ويژه در مكان‌هاي متفاوت از مغز تا پوست

بحث

مدول الاستيسيته ويژه در چوب گونه سرو سيمين كاشته‌شده در كرج تحت تاثير پهناي دواير ساليانه است. با افزايش پهناي دواير ساليانه مقدار مدول الاستيسيته ويژه كاهش مي‌يابد. قطعات چوبي تهيه‌شده از نواحي نزديك مغز با دواير ساليانه پهن‌تر، مقادير مدول الاستيسيته ويژه پايين‌تر و چوب‌آلات تهيه‌شده از نواحي نزديك پوست با دواير ساليانه باريك‌تر، مقادير مدول الاستيسيته ويژه

بالاتري دارند. بين ميانگين مدول الاستيسيته ويژه در مكان‌هاي مياني ديسك تفاوت معني‌داري مشاهده نشد.

به‌طور كلي در سوزني‌برگان با باريک شدن دواير ساليانه، جرم ويژه نيز كاهش مي‌يابد (۱۸) كه در مورد سرو سيمين مورد مطالعه به‌دليل معني‌دار نبودن تفاوت جرم ويژه از مغز تا پوست، تاثير تغييرات پهناي دواير بر مدول الاستيسيته ويژه نمي‌تواند به دليل ايجاد تغيير در جرم ويژه باشد. از سوي ديگر، در سوزني‌برگان با افزايش پهناي دواير ساليانه از درصد چوب پايان كاسته مي‌شود كه تاثير به‌سزايي بر مدول الاستيسيته خواهد داشت (۱۸) و پيش‌بيني مي‌شود با كاهش پهناي دواير، مدول الاستيسيته اين چوب افزايش يافته و در نتيجه موجب افزايش مدول الاستيسيته ويژه شده است.

مدول برشي شعاعي در چوب اين گونه مطابق همبستگي برآورد شده متاثر از جرم ويژه است كه با افزايش جرم ويژه، مدول برشي شعاعي نيز افزايش مي‌يابد. در ضمن از بين عوامل اندازه‌گيري‌شده، عامل مشخص مؤثري بر مدول برشي مماسي مشاهده نشد. بين ميانگين مقادير اين دو مدول در مكان‌هاي مختلف از مغز تا پوست تفاوت معني‌داري مشاهده نشد كه مي‌تواند به علت معني‌دار نبودن تفاوت ميانگين‌هاي جرم ويژه در اين مكان‌ها باشد.

مقدار مواد استخراجي به طور معمول تاثير مستقيم چنداني بر خواص مكانيكي چوب ندارد و فقط با ايجاد تغيير در جرم ويژه مي‌تواند در خواص مكانيكي ظاهر شود (۱، ۱۸)، كه در اين مطالعه به دليل عدم تفاوت در مقادير جرم ويژه از مغز تا پوست نتوانسته است در مدل تجربي خواص مكانيكي مورد مطالعه حضور يابد.

نتايج اين تحقيق فقط براي چوب گونه سرو سيمين مورد مطالعه معتبر است، ازاين‌رو پيشنهاد مي‌شود اين تحقيق در مورد چوب سرو سيمين رويشگاه‌هاي ديگر نيز تكرار شود و نتايج آنها با اين تحقيق مورد مقايسه قرار گيرد.

در پايان با توجه به اثر پهناي دواير ساليانه و جرم ويژه بر مدول‌هاي الاستيسيته و برشي اين چوب، پيشنهاد مي‌شود در فرايندهاي اصلاحي جنگلداري، اين جنبه كاربردي مد نظر قرار گيرد.

منابع

۱- ابراهيمي، ق. ۱۳٦۸, مكانيك چوب و فراورده‌هاي مركب آن (ترجمه)، انتشارات دانشگاه تهران

2. Bordonnè, P. A. 1989 : "Module dynamique et frottement intérieur dans le bois: Mesures sur poutres flottantes en vibrations naturelles." Thèse de doctorat de l'INP de Lorraine soutenue à Nancy.154 p.

3. Brancheriau, L. Bailleres, H. 2002, Natural vibration analysis of clear wooden beams: a theoretical review, Wood Science and Technology, Springer-Verlag Vol. 36, 7p.

4. CAVE, I.D. and J.C.F. Walker. (1994). Stiffness of wood in fast-grown plantation softwoods: the influence of micro fibril angle. Forest Products Journal 44(5):43-48.

5. Gilman, E. F. Watson, D. G. 1993, Cupressus arizonica var. arizonica (Arizona Cypress), Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida, 3p.

6. Guitard, D. 1987, Mechanic du materiau bois et composites, In Coll. Nabla, CepaduesEditions, Toulouse, 485p.

7. Kretschmann, D. E. 2002, Micro mechanical Measurement of Wood Substructure Properties, University of Wisconsin-Madison Press. 8p.

8. Labbe,N. De Jeso,B. Lartigue,J.C. Daude,G. Petraud,M. Ratuer,M. 2002, Moisture Content and Extractive Materials in Maritime Pine Wood by Loww Field HNMR.-Holzforschung/ Vol.56/No.1. 8p.

9. Mitchell, H.L. 1963, Specific gravity variation in North American conifers. IUFRO Sect 41 Committee on Fiber Characteristics, Melbourne, Australia, vol. 2, 15 pp.

10. Nakao, T. Okano, T. Asano, I. 1985, Theoretical and experimental analysis of flexural vibration of the viscoelastic Timoshenko beam, Journal of Applied Mechanics Vol.52, p728-731.

11. O'SULLIVAN, P. 1976, The influence of initial espacement and thinning regime upon wood density in Sitka spruce (Picea sitchensis (Bong.) Carr). M.Agr.Sc. Thesis, University College Dublin. 141p.

12. Roohnia, M. 2004, Variations of linear shrinkage in *Cupressus arizonica* wood from plantations in Karaj (Iran), International Symposium on Wood Sciences, IAWA,CIRAD and IAWS, Montpellier-France.

13. Schniewind, A.P. 1989, Concise encyclopaedia of wood and wood-based materials. Pergamon press, pp248.

14. Simpson, W. T. 1993, Specific garvity, moisture content and density relationship for wood, General technichal report FPL-GTR-76, 13p.

15. Tappi Test Method – 1992 – 93 – Tappi Press.

16. Tarcisio, J. Oliveira, S. 2003, Radial variation of shrinkage and specific gravity in Eucalyptus saligna, Revista Arvore Vol.27 no.3.

17. Treacy, M. Evertsen, J. & Dhubháin, A. 2000, A comparison of mechanical and physical wood properties of a range of Sitka spruce provenances. COFORD, the National Council for Forest Research and Development, 28p.

18. Tsoumis, G.1991, Science and technology of wood, Van Nostrand Reinold, 494p.

19. Wood – Determination of Density for Physical and Mechanical tests – 1975 – 11 – 01 - International Standard ISO 3131.

20. Wood - Sampling Methods and General Requirements for Physical and Mechanical Tests – 1975 – 11 – 01 - International Standard ISO 3129.

A Study on Variations of Specific Modulus of Elasticity and Shear Moduli in Arizona Cypress Wood, using Vibration Method

M. Roohnia*[1], K. Doosthosseini[2], H. Khademi eslam[3], J. Gril[4] and I. Bremaud[5]

[1] Ph.D. Academic Staff, Islamic Azad University, Karaj Branch, I.R. Iran

[2] Professor, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, I.R. Iran

[3] Assistant Professor, Islamic Azad University, I.R. Iran

[4] Professor, Research Branch Research Director, University of MontpellierII

[5] Ph.D. Student, University of MontpellierII

(Received 14 March 2005, Accepted 6 November 2005)

Abstract

In this research, specific modulus of elasticity and two shear moduli of *Cupressus arizonica* wood from pith to bark were investigated. Sampling was done, and samples provided from plantations in faculty of natural resources, University of Tehran, Karaj. Physical, chemical and mechanical specimens were prepared from four different locations from pith to bark, in accordance with ISO-International and TAPPI test method. For specific modulus of elasticity and shear moduli measurements, the NDT method was "Free vibration on free-free bar". Correlations between these moduli and ring-width, specific gravity and extractives content were studied. Results showed that specific modulus of elasticity decreases significantly from pith to bark and also there exists a significant correlation between this property and ring-width. There were no significant differences observed between shear moduli from pith to bark, but radial shear modulus did have a significant correlation with specific gravity.

Keywords: Arizona cypress, NDT, Mechanical properties, Modulus of elasticity, Vibration, Specific gravity

* Corresponding author: Tel: 0261-4403145 , Fax: 0261-4403125 E-mail: mroohnia@yahoo.com