

تغییرات ویژگیهای مهندسی چوب گونه ممرز (*Carpinus betulus* L.) در دو منطقه ارتفاعی جنگلهای استان گلستان

فرداد گلبابایی^۱، امیر نوربخش^۱، عباس فخریان^۱ و شاهرخ فلاح دوست^۲

چکیده

در میان گونه‌های مختلف پهن‌برگان جنگلهای شمال ایران، گونه ممرز *Carpinus betulus* L. از مهمترین گونه‌های جنگلی بوده که دامنه انتشار وسیعی دارد و درصد قابل توجهی از سطح جنگلهای شمال را می‌پوشاند. در این بررسی از دو ارتفاع ۷۰۰ و ۱۲۰۰ متری مناطق جنگلی استان گلستان نمونه‌برداری شده و ویژگیهای مقاومتی چوب گونه ممرز با آیین‌نامه D۱۴۳-۵۲ استاندارد ASTM، در دو حالت سبز و خشک (خشک شده در هوای آزاد) اندازه‌گیری شده است و برای تعیین تأثیر عوامل مؤثر رطوبت، جهات جغرافیایی، ارتفاع تنه و ارتفاع رویشگاه، مشاهدات حاصل از آزمایشهای با استفاده از طرح فاکتوریل در قالب بلوکهای کاملاً تصادفی مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفته و با استفاده از گروه‌بندی دانکن گروه‌بندی شدند. با توجه به اندازه‌گیری مقاومت‌های مکانیکی در منطقه استان گلستان در کل دارای مقاومت‌های مکانیکی متوسطی است.

واژه‌های کلیدی: ممرز، *Carpinus betulus* L.، دانسیته، مقاومت، ویژگیهای فیزیکی و مکانیکی، رویشگاه، مقایسه خواص.

۱- اعضاء هیأت علمی مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع، صندوق پستی ۱۱۶-۱۳۱۸۵ تهران، ایران.

E-mail: fardad.golbabaee@gmail.com

۲- تکنسین بخش تحقیقات علوم چوب و کاغذ ایران.

مقدمه

با توجه به تغییرات خواص مکانیکی چوبها با تغییر رویشگاه و ارتفاع منطقه تحقیقی در منطقه رویشگاهی استان گلستان صورت گرفت که مقاله حاضر حاصل نتایج آن می باشد. تحقیقات دیگری در مورد گونه فوق در زمینه های مختلف و در مناطق مختلف صورت گرفته است که به منظور آگاهی به تعدادی از آنها اشاره می شود:

پارساپژوه (۱۳۶۳) دانسیته خشک و در رطوبت ۱۲٪ را برای گونه مرز به ترتیب ۰/۷۹ و ۰/۸۳ اعلام داشته و مقادیر همکشیدگی حجمی، مماسی، شعاعی و محوری آنرا به ترتیب ۱/۸/۸، ۱۱/۵، ۶/۸ و ۰/۵ درصد ذکر نموده است. همچنین وی در آزمایشهای مکانیکی مقاومت به کشش موازی الیاف، مدول الاستیسیته، خمشی و فشار موازی الیاف را به ترتیب ۱۳۵۰، ۱۶۲۰۰، ۱۶۰۰ و ۸۲۰ Kg/cm^2 عنوان نموده است.

حسین زاده و همکاران (۱۳۷۹) در بررسی خواص کاغذدهی گونه مرز، مشخصات آناتومیکی و شیمیایی گونه فوق را اندازه گیری نموده و میانگین طول فیبر، قطر حفره سلولی و ضخامت دیواره را برای گونه فوق به ترتیب برابر با ۱۴۰۰، ۱۸ و ۳/۳۷ میکرون و ترکیبهای شیمیایی آنرا برای سلولز ۴۸/۵٪ و لیگنین ۱۷/۵٪ اعلام داشته اند. این واقعیت بر محققان پوشیده نیست که در واقع خواص آناتومیکی کاملاً با خواص مکانیکی در رابطه است و این خواص آناتومیکی و شیمیایی درخت هستند که مقاومت های مکانیکی را فراهم می سازند.

حسین زاده و همکاران (۱۳۷۹) در بررسی دیگری کلیه خواص مکانیکی گونه مرز را در منطقه ویسر مورد بررسی قرار داده و مقاومت های خمشی استاتیک، مدول الاستیسیته و مقاومت به فشار موازی الیاف را به ترتیب ۱۰۱/۴۷، ۱۴۴۴۹ و ۳۸/۷۵ مگاپاسکال تعیین نموده اند.

گلبابایی و همکاران (۱۳۸۰) در یک بررسی ویژگیهای مهندسی چوب مرز را در ارتفاعات مختلف جنگلهای اسالم گیلان اندازه گیری نموده و مقاومت های خمشی

استاتیک، مدول الاستیسیته و مقاومت به فشار موازی الیاف را در حالت تر به ترتیب ۶۸/۵۱، ۹۰۷۰/۵ و ۲۲/۵۶ مگاپاسکال و در حالت خشک شده در هوای آزاد به ترتیب ۱۳۰/۵۲، ۱۵۶۰۷/۵ و ۴۱/۳۶ مگاپاسکال تعیین نموده‌اند.

حسینی (۱۳۷۰) در بررسی چوب جوان گونه ممرز خواص آناتومیکی آن را که ارتباطی مستقیم با مقاومت مکانیکی و مقاومت کاغذ تهیه شده دارد، میانگین طول الیاف چوب جوان ممرز را ۱/۰۴۷ و میانگین طول کامل چوب را ۱/۸۲۸ اعلام نموده است.

عاقلی (۱۳۷۳) در بررسی خواص آناتومیکی و فیزیکی گونه ممرز درختان دانه زاد و شاخه زاد را مورد مقایسه قرار داده است. وی با اندازه‌گیری ۱۲۰۰۰ الیاف از مغز به پوست و در سه ارتفاع ۵٪، ۳۵٪ و ۶۵٪ طول تنه درختان اعلام می‌دارد که بین درختان دانه‌زاد و شاخه‌زاد از نظر طول الیاف و تعداد الیاف در هر میلیمتر مربع اختلاف معنی داری وجود ندارد.

پالاندژیان^۱ و پینادژیان^۲ (۱۹۷۴) در بررسی خواص فیزیکی و مکانیکی گونه ممرز در رویشگاههای مختلف از نظر رطوبتی مقادیر این خواص را در رویشگاه مرطوبتر برتر یافته‌اند. آنان بررسیهای خود را در دو منطقه با رطوبت نسبی متفاوت و در مورد درختان ممرز ۱۲۰-۴۰ ساله انجام داده‌اند.

پوژیدووا^۳ (۱۹۷۰) در بررسی در مورد درختان گونه ممرز، چوب ممرز را حاوی اشعه چوبی اولیه و آوندهای کاملاً باز بدون تیل معرفی کرده و عنوان می‌کند که اشباع چوب در جهات شعاعی و نیز طولی آسانتر می‌باشد و به‌رغم دانسیته زیاد چوب، تهیه خمیر کاغذ از آن امکان‌پذیر است.

1- Palandzhyan
2- Pinadzhyan
3- Pozhidaeva

پرلیگین^۱ (۱۹۵۳) در بررسی خواص مکانیکی گونه ممرز در آزمایش مقاومت به خروج طول واحد میخ عنوان می‌کند که فرو کردن میخ در حالت تر در جهت مماسی سخت تر از جهت شعاعی آن است.

هویز^۲ (۱۹۶۶) در بررسی امکان اصلاح خواص مکانیکی چوب گونه ممرز آنرا با رزین اوره فرمالدئید با وزن مولکولی کم اشباع نمود و ملاحظه کرد که اشباع چوب با افزایش دانسیته کاهش می‌یابد و با اشباع چوب ممرز خواص کششی، مقاومت به سختی، مدول الاستیسیته و مقاومت خمشی آن افزایش می‌یابد.

بیلسیک^۳ (۱۹۵۶) در تحقیقات خود در مورد مقاومتهای مکانیکی گونه ممرز ملاحظه نمود که دانسیته و درصد چوب تابستانه ممرز از تاج درخت به سمت بن آن سیر صعودی دارد.

مواد و روشها

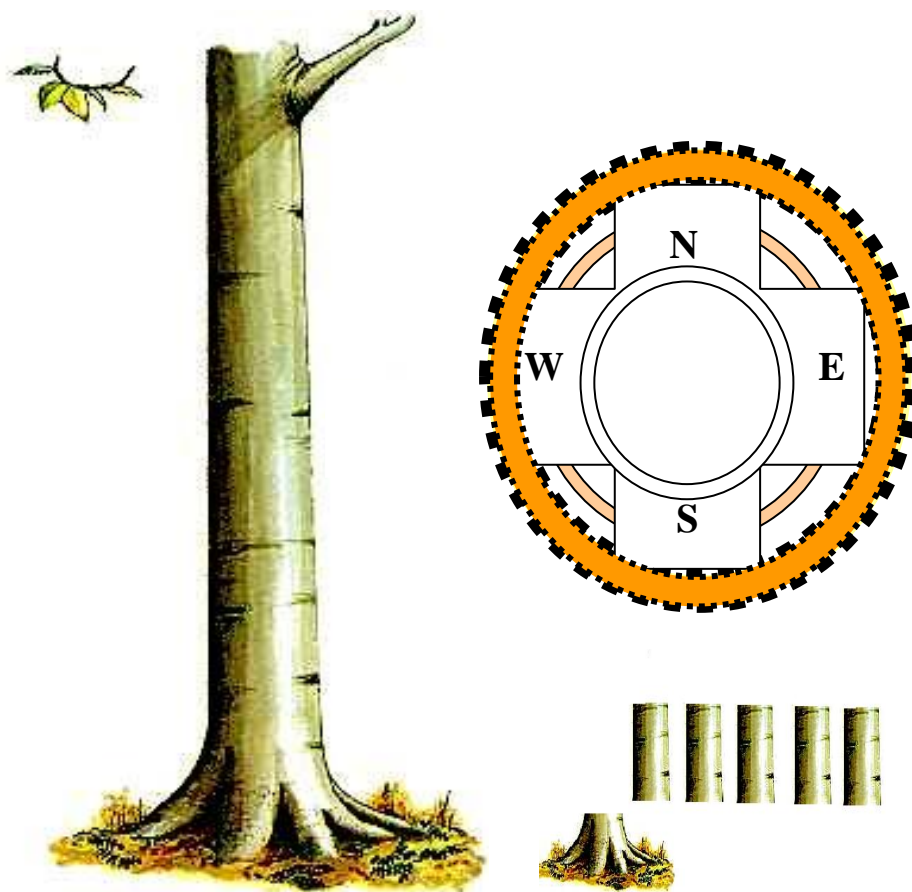
نمونه برداری از جنگلهای استان گلستان در منطقه حوزه فعالیت دو شرکت بهره برداری بزرگ منطقه راش بینه و شرکت بهره برداری شمشک به نامهای لوه و گلستان انجام گردید. جهت تهیه نمونه‌های آزمونی و انجام آزمایشها در این مطالعه از آیین‌نامه D143-52 استاندارد ASTM تبعیت گردید. از گونه ممرز در ارتفاعات میان بند و بالابند، طبق آیین‌نامه فوق، درختان نمونه به‌طور تصادفی انتخاب و با تعیین جهات جغرافیایی بر روی تنه قطع و از هر تنه ۵ گرده بینه به طول ۱/۵ متر در ارتفاعات مختلف تنه جدا نموده به مرکز تحقیقات البرز کرج انتقال یافت. مطابق با شکل شماره ۱ گرده بینه‌ها در جهات جغرافیایی تعیین شده بریده شدند و به‌صورت تخته‌هایی با ضخامت ۵/۵ سانتیمتر تبدیل گردید. به‌منظور بررسی تأثیر عامل رطوبت بر مقاومتهای مکانیکی،

1- Perehygin

2- Hoiz

3- Bielczyk

تخته‌های تهیه شده را به دو دسته تحت عنوان تر و خشک تقسیم نمودند و نمونه‌های خشک به طور اصولی با رعایت نمودن تمام جوانب در خشک شدن در انبار چوب مرکز جهت رسیدن به رطوبت تعادل دسته‌بندی و نمونه‌های تر برای هر آزمایش به ابعاد استاندارد برش داده شده و به سردخانه انتقال یافتند تا رطوبت حالت سبز آنها حفظ شود و در این رطوبت آزمون گردند. نمونه‌های خشک نیز بعد از رسیدن به رطوبت تعادل محیط به ابعاد استاندارد آزمونی تبدیل و مورد آزمایش قرار گرفتند. نتایج بدست آمده از اندازه‌گیری مقاومت‌های مکانیکی با استفاده از طرح آماری فاکتوریل در قالب بلوکهای کاملاً تصادفی مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته و توسط گروه‌بندی دانکن گروه‌بندی شدند.



شکل شماره ۱- طرح شماتیک برش و تبدیل درخت به گردهبینه و تبدیل براساس جهات جغرافیایی

نتایج

خواص فیزیکی: از میان خصوصیات فیزیکی چوب دو خاصیت رطوبت چوب و دانسیته با حجم خشک و تر که بر ویژگیهای مکانیکی تأثیر دارند در این طرح اندازه گیری و نتایج آن در جدول شماره ۱ خلاصه شده است.

جدول شماره ۱- خواص فیزیکی گونه ممرز رویشگاههای شمال

جرم ویژه تر g/cm^3	جرم ویژه خشک g/cm^3	موقعیت	رویشگاه
۰/۶۸	۰/۷۰	پایین بند	اسالم ^۱
۰/۶۹	۰/۷۳	میان بند	
۰/۷۱	۰/۷۹	بالابند	
۰/۶۶۲	۰/۷۳۶	میان بند	ویسر ^۲
-	۰/۷۰۶	میان بند	سنگده ^۳
۰/۶۱۲	۰/۷۱۱	میان بند	گلستان
۰/۶۴۵	۰/۷۲۳	بالابند	

۱- تحقیقات علوم چوب و کاغذ ایران (۷)

۲- تحقیقات علوم چوب و کاغذ ایران (۴)

۳- سازمان جنگلها و مراتع (۸)

خواص مکانیکی: به منظور اندازه‌گیری خواص مکانیکی گونه ممرز آزمایشهای زیر انجام گردید:

آزمایش خمش استاتیک: در این آزمایش مقاومت به خمش استاتیکی، در حد حداکثر بار و حدالاستیک و مدول الاستیسیته گونه ممرز در دو حالت تر و خشک، در ارتفاعهای مختلف تنه درختان و در جهات جغرافیایی مختلف و همچنین در ارتفاعهای میان بند و بالابند رویشگاه اندازه‌گیری شد و میانگین حاصل از این اندازه‌گیری‌ها با استفاده از برنامه آماری مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته است که میانگین‌های آنها در جدولهای شماره ۲ و ۳ ارائه شده‌اند.

آزمایش فشار: مقاومت به فشار موازی و عمود بر الیاف اندازه‌گیری و مورد بررسی قرار گرفته است که جدولهای شماره ۴ و ۵ حاصل این بررسی را نشان می‌دهند.

آزمایش کشش عمود بر الیاف: در آزمایش کشش عمود بر الیاف فقط تنش نهایی اندازه‌گیری شده و در جدولهای شماره ۶ و ۷ آورده شده است.

مقاومت به میخ‌کشی: در مورد آزمایش اتصال‌دهنده‌ها نیز معمولاً قدرت نگهداری و بار جانبی و انتهایی اتصال‌دهنده‌ها اندازه‌گیری می‌شود که قدرت نگهداری به صورت نیروی لازم برای بیرون کشیدن میخ یا سایر اتصالات از چوب به ازای واحد طول نفوذ بیان می‌گردد. نتایج در جدولهای شماره ۶ و ۷ آورده شده است.

آزمایش شکافخوری: در جدولهای شماره ۸ و ۹ میانگین مقاومت به شکافخوری چوب ممرز در حالت تر و خشک و ارتفاعات مختلف منطقه ارائه شده است.

جدول شماره ۲- تأثیر تغییرات رطوبت، و جهات جغرافیایی بر خواص مکانیکی گونه ممرز در منطقه استان گلستان

موقعیت		در حالت تر (رطوبت بیش از ۳۰٪)			در حالت خشک (خشک شده در هوای آزاد)		
رویشگاه	جهات جغرافیایی	مقاومت به خمش در حد الاستیک (MPa)	مقاومت به خمش در حداکثر بار (MPa)	مدول الاستیسیته (MPa)	مقاومت به خمش در حد الاستیک (MPa)	مقاومت به خمش در حداکثر بار (MPa)	مدول الاستیسیته (MPa)
بالا بند	شمال	۳۲/۹۳	۵۹/۷۹	۸۲۹۲/۵	۶۲/۸۳	۱۰۲/۳	۱۰۹۲۰/۸
	جنوب	۳۷/۸۷	۶۸/۰۳	۹۵۱۹/۲	۷۸/۹۷	۱۱۵/۱	۱۰۹۳۶/۹
	غرب	۳۷/۹۰	۶۶/۱۲	۹۱۰۹/۳	۶۵/۴۶	۱۰۷/۵	۱۰۳۶۹/۵
	شرق	۳۱/۲۱	۵۸/۷۹	۸۲۹۲/۲	۵۹/۳۱	۹۱/۳۶	۹۸۱۹/۱
میانگین کل	رویشگاه	۳۴/۹۸	۶۳/۱۸	۸۸۰۳/۳	۶۶/۶۴	۱۰۴/۱	۱۰۵۱۱/۶۵
پایین بند	شمال	۳۶/۷۹	۶۶/۸۱	۹۲۶۵/۴۰	۷۰/۱۹	۱۱۴/۳۰	۱۲۲۰/۲
	جنوب	۴۲/۳۱	۷۶/۰۱	۱۰۶۳۶	۸۸/۲۴	۱۲۸/۶۰	۱۲۲۲۰
	غرب	۴۲/۳۵	۷۳/۷۷	۱۰۱۷۸	۷۳/۱۴	۱۲۰/۰۸	۱۱۵۸۶
	شرق	۳۴/۸۸	۶۵/۹۶	۹۲۶۵	۶۶/۲۶	۱۰۲/۰۸	۱۰۹۷۱
میانگین کل	رویشگاه	۳۹/۰۸	۷۰/۶۳۸	۱۰۰۵۴/۳۵	۷۴/۴۶	۱۱۶/۲۶	۱۱۷۴۴

جدول شماره ۳- تأثیر تغییرات رطوبت، و ارتفاع تنه درخت بر خواص مکانیکی گونه ممرز در منطقه استان گلستان

موقعیت		در حالت تر (رطوبت بیش از ۳۰٪)			در حالت خشک (خشک شده در هوای آزاد)		
رویشگاه	ارتفاع از سطح زمین	مقاومت به خمش در حد الاستیک (MPa)	مقاومت به خمش در حداکثر بار (MPa)	الاستیسیته (MPa)	مقاومت به خمش در حد الاستیک (MPa)	مقاومت به خمش در حداکثر بار (MPa)	مدول الاستیسیته
	۱	۳۸/۹۷	۶۷/۲۰	۹۴۹۷/۷	۷۲/۵۱	۱۲۰/۰۲	۱۱۱۴۰/۱
	۲	۳۶/۴۷	۶۶/۴۵	۹۶۵۴/۴	۷۰/۸۹	۱۱۱/۳۸	۱۰۹۶۵/۵
	۳	۳۴/۹۵	۶۴/۱۰	۹۲۷۰/۴۱	۶۶/۸۴	۱۰۶/۷۶	۱۱۵۴۷/۳
	۴	۳۴/۱۳	۶۳/۲۸	۸۱۷۵/۷	۶۷/۰۱	۹۷/۹۶	۱۰۱۴۴/۸
	۵	۳۴/۳۳	۵۵/۰۹	۷۶۹۳/۴	۵۴/۹۴	۸۴/۴۳	۸۷۵۸/۴۷
میانگین کل	رویشگاه	۳۰/۱۸	۶۳/۲۲	۸۹۹۸/۳	۶۶/۵۱	۱۰۴/۰۶	۱۰۵۱/۲۴
پایین بند	۱	۴۳/۵۴	۷۵/۰۸	۱۰۶۱۲	۸۲/۱۴	۱۳۴/۱۰	۱۲۴۴۷
	۲	۴۰/۷۵	۷۴/۲۵	۱۰۷۸۷	۷۹/۲۱	۱۲۴/۴۵	۱۲۲۵۲
	۳	۳۹/۰۵	۷۱/۶۲	۱۰۳۵۸	۷۴/۶۸	۱۱۹/۲۸	۱۲۹۰۲
	۴	۳۸/۳۶	۷۰/۷۰	۹۹۱۷	۷۴/۸۷	۱۰۹/۱۶	۱۱۳۳۵
	۵	۳۳/۷۲	۶۱/۵۵	۸۵۹۶	۶۱/۳۹	۹۴/۳۳	۹۷۸۶
میانگین کل	رویشگاه	۳۹/۰۸۱	۷۰/۶۴	۱۰۰۵۴	۸۱/۱۲	۱۱۶/۲۶	۱۱۷۴۴

جدول شماره ۴- تأثیر تغییرات رطوبت، و جهات جغرافیایی بر خواص مکانیکی چوب گونه ممرز در منطقه استان گلستان

موقعیت		در حالت تر (رطوبت بالاتر از ۳۰٪)			در حالت خشک (خشک شده در هوای آزاد)	
رویشگاه	جهت جغرافیایی	مقاومت به فشار موازی الیاف (MPa)	مقاومت به فشار عمودبر الیاف (MPa)	مدول الاستیسیته (MPa)	مقاومت به فشار موازی الیاف (MPa)	مدول الاستیسیته (MPa)
بالا بند	شمال	۲۱/۵۱	۶/۱۲	۳۴۸۸/۵	۶۴/۲۶	۷۰۲۲/۵
	جنوب	۲۶/۲۸	۶/۱۷	۴۹۲۸/۴	۶۷/۰۹	۷۵۳۰/۴
	غرب	۲۵/۰۲	۶/۳۸	۵۱۳۲/۵	۶۲/۳۹	۶۹۱۷/۳۰
	شرق	۲۱/۹۷	۶/۳۵	۴۲۰۰/۲	۵۹/۳۵	۶۷۹۵/۷
میانگین کل	رویشگاه	۲۳/۷۰	۶/۲۶	۴۴۳۷/۴	۶۳/۲۷	۷۰۶۶/۵
پایین بند	شمال	۲۴/۰۵	۶/۸۴۱	۳۸۹۷/۸	۷۱/۸۰	۷۸۴۶/۴
	جنوب	۲۹/۳۶	۶/۸۹۸	۵۵۰۶/۶	۷۴/۶۹	۸۴۱۳/۸
	غرب	۲۷/۹۵	۷/۱۳۳	۵۷۳۴/۶	۶۹/۷۱	۷۷۲۸/۸
	شرق	۲۴/۵۵	۷/۰۹۳	۴۶۹۳	۶۶/۳۱	۷۵۹۳
میانگین کل	رویشگاه	۲۴/۳۲	۶/۹۹۱	۴۹۵۸	۷۰/۶۳	۷۸۹۵/۵

جدول شماره ۵- تأثیر تغییرات رطوبت، و ارتفاع تنه درخت بر خواص مکانیکی چوب گونه ممرز در منطقه استان گلستان

موقعیت	در حالت تر (رطوبت بیش از ۳۰٪)		در حالت خشک (خشک شده در هوای آزاد)		ارتفاع تنه از کنده به تاج	رویشگاه
	مقاومت به فشار موازی الیاف (MPa)	مقاومت به فشار عمودبر الیاف (MPa)	مدول الاستیسیته (MPa)	مقاومت به فشار موازی الیاف (MPa)		
	۲۴/۸۳	۶/۳۶	۴۸۳۷/۰۳	۶۵/۰۲	۱	بالا بند
	۲۴/۷۱	۵/۸۴	۳۸۵۸/۴	۶۴/۰۷	۲	
	۲۱/۴۳	۶/۳۴	۴۳۳۸/۹۶	۶۱/۸۴	۳	
	۲۴/۶۲	۶/۶۴	۴۷۲۴/۷	۶۲/۷۹	۴	
	۲۲/۸۹	۶/۱۴	۴۴۲۷/۶	۶۲/۳۵	۵	
میانگین کل رویشگاه	۲۳/۶۹	۶/۲۶	۴۴۳۷/۳	۶۳/۲۱		
	۲۷/۷۴۲	۷/۱۰۹	۵۴۰۴/۵۰	۷۲/۶۴۸	۱	میان بند
	۲۷/۶۱۲	۶/۵۲۵	۴۳۱۱	۷۱/۵۸۷	۲	
	۲۳/۹۴۳	۷/۰۸۷	۴۸۴۸	۶۹/۰۹۳	۳	
	۲۷/۵۰۳	۷/۴۱۶	۵۲۷۹	۷۰/۱۵۳	۴	
	۲۵/۵۷۰	۶/۸۲۱	۴۹۴۷	۶۹/۶۶۳	۵	
میانگین کل رویشگاه	۲۶/۴۷	۶/۹۹۱	۴۹۵۸	۷۰/۶۲۹		

جدول شماره ۶- تأثیر تغییرات رطوبت، و جهات جغرافیایی بر خواص مکانیکی چوب گونه ممرز در منطقه استان گلستان

موقعیت		در حالت تر (رطوبت بیش از ۳۰٪)				در حالت خشک (خشک شده در هوای آزاد)	
رویشگاه	جهت جغرافیایی	مقاومت به	مقاومت به	مقاومت به	مقاومت به	مقاومت به	مقاومت به
		کشش موازی الیاف (MPa)	خروج میخ در جهت جانبی (KN)	خروج میخ در جهت انتهایی (KN)	کشش موازی الیاف (MPa)	خروج میخ در جهت جانبی (KN)	خروج میخ در جهت انتهایی (KN)
بالا بند	شمال	۵/۸۳	۰/۵۰۰	۰/۳۷۸	۴/۷۰	۰/۹۷۵	۰/۳۲۷
	جنوب	۵/۷۸	۰/۵۳۳	۰/۴۱۴	۴/۷۸	۰/۹۰۴	۰/۴۷۲
	غرب	۴/۶۸	۰/۴۷۹	۰/۴۱۱	۴/۸۹	۰/۹۸۹	۰/۴۰۰
	شرق	۴/۶۷	۰/۴۱۹	۰/۳۳۸	۳/۶۷	۰/۸۷۴	۰/۲۸۷
میانگین کل رویشگاه		۵/۲۴	۰/۴۸۳	۰/۳۸۵	۴/۵۱	۰/۹۳۵	۰/۳۷۱
میان بند	شمال	۶/۵۱۶	۰/۵۵۹	۰/۴۲۲	۵/۲۵۶	۱/۰۹۰	۰/۳۶۵
	جنوب	۶/۴۵۷	۰/۵۹۶	۰/۴۶۳	۵/۳۴۳	۱/۰۰۶	۰/۵۲۷
	غرب	۵/۲۳۶	۰/۵۳۶	۰/۴۵۹	۵/۴۵۹	۱/۱۰۶	۰/۴۴۷
	شرق	۵/۲۲۸	۰/۴۶۹	۰/۳۷۸	۴/۱۰۳	۰/۹۷۷	۰/۳۲۱
میانگین کل رویشگاه		۵/۸۵۹	۰/۵۴۰	۰/۴۳۰	۵/۰۴۰	۱/۰۴۵	۰/۴۱۵

جدول شماره ۷- تأثیر تغییرات رطوبت، و ارتفاع تنه درخت بر خواص مکانیکی گونه چوب ممرز در منطقه استان گلستان

موقعیت	در حالت تر (رطوبت بیش از ۳۰٪)			در حالت خشک (خشک شده در هوای آزاد)			رویشگاه
	مقاومت به کشش موازی الیاف (MPa)	مقاومت به خروج میخ در جهت جانبی (KN)	مقاومت به خروج میخ در جهت انتهایی (KN)	مقاومت به کشش موازی الیاف (MPa)	مقاومت به خروج میخ در جهت جانبی (KN)	مقاومت به خروج میخ در جهت انتهایی (KN)	
بالا بند	۱	۵/۳۹۱	۰/۴۹۸	۸/۳۹۱	۶/۲۶۷	۱/۰۴۴	
	۲	۴/۴۸۱	۰/۴۹۰	۸/۷۳۴	۴/۵۱۱	۰/۸۹۷	
	۳	۴/۷۴۹	۰/۴۵۶	۹/۰۱۸	۳/۲۰۱	۰/۹۶۰۳	
	۴	۵/۵۸۸	۰/۴۸۵	۸/۹۸۶	۳/۹۴۲	۰/۸۷۸۹	
	۵	۶/۰۱۱	۰/۴۸۶	۸/۸۲۳	۴/۶۳۳	۰/۸۹۳۲	
میانگین کل رویشگاه	۵/۲۴۴	۰/۴۸۳	۸/۷۹۱	۴/۵۱۱	۰/۹۳۴۹	۰/۳۷۱	
میان بند	۱	۶/۰۲۳	۰/۵۵۷	۰/۴۴۸	۷/۰۰۲	۱/۱۶۷	
	۲	۵/۰۰۷	۰/۵۴۸	۰/۴۳۵	۵/۰۴۱	۱/۰۰۳	
	۳	۵/۳۰۷	۰/۵۰۹	۰/۴۴۱	۳/۵۷۷	۱/۰۷۳	
	۴	۶/۲۴۴	۰/۵۴۲	۰/۴۰۱	۴/۴۰۵	۰/۹۸۲	
	۵	۶/۷۱۶	۰/۵۴۳	۰/۴۲۸	۵/۱۷۷	۰/۹۹۸	
میانگین کل رویشگاه	۵/۸۵۹	۰/۵۴۰	۰/۴۳۰	۵/۰۴۰	۱/۰۴۵	۰/۴۱۵	

جدول شماره ۸- تأثیر تغییرات رطوبت، و جهات جغرافیایی بر خواص مکانیکی گونه ممرز منطقه استان گلستان

موقعیت		در حالت تر (رطوبت بیش از ۳۰٪)		در حالت خشک (خشک شده در هوای آزاد)	
رویشگاه	جهت جغرافیایی	مقاومت به برش موازی الیاف (MPa)	مقاومت به شکافخوری (N.cm)	مقاومت به برش موازی الیاف (MPa)	مقاومت به شکافخوری (N.cm)
بالا بند	شمال	۸/۹۶	۷۴۷/۷۷	۱۷/۸۳	۵۹۸/۵۹
	جنوب	۸/۵۲	۶۷۶/۵۷	۱۴/۹۹	۴۶۶/۷۱
	غرب	۹/۲۹	۶۸۰/۳۹	۱۵/۷۵	۴۷۶/۵۵
	شرق	۸/۴	۷۰۲/۸۹	۱۷/۵۹	۶۰۲/۹۶
میانگین کل	رویشگاه	۸/۷۹	۷۰۱/۹۱	۱۶/۵۴	۵۳۶/۲۰۳
میان بند	شمال	۱۰/۰۱	۸۳۵/۵۰	۱۹/۹۱۶	۶۶۸/۸۲
	جنوب	۹/۵۱۸	۷۵۵/۹۴	۱۶/۷۴۶	۵۲۱/۴۶
	غرب	۱۰/۳۸	۷۶۰/۲۲	۱۷/۵۹۲	۵۳۲/۴۶
	شرق	۹/۳۷۸	۷۸۵/۳۵	۱۹/۶۵	۶۷۳/۷۰
میانگین کل	رویشگاه	۹/۸۲۱	۷۸۴/۵۵۲	۱۴/۴۷۶	۵۹۹/۱۱۰

جدول شماره ۹- تأثیر تغییرات رطوبت، و ارتفاع تنه درخت بر خواص مکانیکی گونه ممرز منطقه استان گلستان

موقعیت		در حالت تر (رطوبت بیش از ۳۰٪)		در حالت خشک (خشک شده در هوای آزاد)	
رویشگاه	جهت جغرافیایی	مقاومت به برش موازی الیاف (MPa)	مقاومت به شکافخوری (N.cm)	مقاومت به برش موازی الیاف (MPa)	مقاومت به شکافخوری (N.cm)
بالا بند	۱	۸/۳۹	۶۹۳/۷۴	۱۵/۱۹	۷۰۳/۳۴
	۲	۸/۷۳	۷۶۶/۶۸	۱۵/۷۳	۴۰۳/۲۷
	۳	۹/۰۲	۷۱۰/۱۷	۱۸/۱۴	۴۸۹/۴۱
	۴	۸/۹۹	۶۳۵/۳۵	۱۵/۳۱	۵۶۰/۳۲
	۵	۸/۸۲	۷۰۳/۵۹	۱۸/۳۱	۵۲۴/۵۸
میانگین کل	رویشگاه	۸/۷۹	۷۰۱/۹۱	۱۶/۵۴	۵۳۶/۲۰
میان بند	۱	۹/۳۷۵	۷۷۵/۱۲۵	۱۶/۹۷۶	۷۸۵/۸۵
	۲	۹/۷۵۹	۸۵۶/۶۲۵	۱۷/۵۷۷	۴۵۰/۷۰
	۳	۱۰/۰۷۶	۷۹۳/۴۸۷	۲۰/۲۶۷	۵۴۶/۸۲۵
	۴	۱۰/۰۴	۷۰۹/۸۸۷	۱۷/۱۰	۶۲۶/۰۵
	۵	۹/۸۵۹	۷۸۶/۱۳۷	۲۰/۴۶۳	۵۸۶/۱۲۵
میانگین کل	رویشگاه	۹/۸۲۱	۷۸۴/۵۲۵	۵/۰۴۰	۵۹۹/۱۱

برش موازی الیاف: در این آزمایش تنش نهایی اندازه‌گیری شده و نتایج آن در جدولهای شماره ۸ و ۹ ارائه شده است.

سختی: در میان گونه‌های مختلف انجیلی و ممرز از نظر سختی بیشترین مقاومت و گونه‌های نمودار و تبریزی کمترین آنرا دارا هستند (۱). در این آزمایش میزان سختی چوب در سطوح جانبی و انتهایی اندازه‌گیری شده که جدولهای شماره ۱۰ و ۱۱ حاصل این اندازه‌گیری می‌باشند.

مقاومت به ضربه: این آزمایش طبق استاندارد ASTM با یک ماشین آزمایشگاهی براساس سیستم پاندولی با ابعاد نمونه $20 \times 20 \times 280$ میلیمتر انجام گردید که بار در وسط دهانه ۲۴ سانتیمتر وارد می‌گردد. نمونه‌ها تحت بار متمرکز در وسط دهانه می‌شکنند و مقاومت به ضربه برحسب ژول بیان می‌گردد. نتایج در جدولهای شماره ۱۰ و ۱۱ آورده شده است.

جدول شماره ۱۰- تأثیر تغییرات رطوبت، و جهات جغرافیایی بر خواص مکانیکی گونه ممرز منطقه استان گلستان

موقعیت		در حالت تر (رطوبت بیش از ۳۰٪)				در حالت خشک (خشک شده در هوای آزاد)	
رویشگاه	جهت جغرافیایی	مقاومت به	مقاومت به	مقاومت به	مقاومت به	مقاومت به	مقاومت به
		ضربه (J)	سختی در جهت جانبی (KN)	سختی در جهت انتهایی (KN)	ضربه (J)	سختی در جهت جانبی (KN)	سختی در جهت انتهایی (KN)
بالا بند	شمال	۳/۳۱	۴/۴۴	۴/۹۱۵	۲/۹۸	۴/۷۱	۴/۹۶
	جنوب	۳/۶۶	۴/۴۱	۴/۸۲۷	۲/۸۹	۴/۸۱	۴/۹۴
	شرق	۳/۲۲	۴۴/۴	۴/۹۰۰	۲/۹۹	۴/۲۷	۴/۹۱
	غرب	۳/۱۳	۴/۵۲	۴/۸۷۸	۲/۸۲	۴/۷۶	۴/۸۸
میانگین کل رویشگاه		۳/۳۳	۴/۴۵	۴/۸۷۹	۲/۹۲	۴/۶۴	۴/۹۲
میان بند	شمال	۳/۷۱	۴/۹۶۲	۵/۴۹۲	۳/۳۳	۵/۳۶۱	۵/۵۴۲
	جنوب	۴/۱۱	۴/۹۲۷	۵/۳۹۳	۳/۲۳	۵/۳۷۶	۵/۵۲۷
	غرب	۳/۶۲	۴/۹۶۳	۵/۴۷۵	۳/۳۵	۴/۷۶۸	۵/۴۸۵
	شرق	۳/۵۲	۵/۰۵۵	۵/۴۵۰	۳/۱۵	۵/۳۱۹	۵/۴۵۰
میانگین کل رویشگاه		۳/۷۲	۴/۹۹۱	۵/۴۵۳	۳/۲۷	۵/۱۸۱	۵/۵۰۱

جدول شماره ۱۱- تأثیر تغییرات رطوبت، و ارتفاع تنه درخت بر خواص مکانیکی گونه ممرز منطقه استان گلستان

موقعیت		در حالت تر (رطوبت بیش از ۳۰٪)			در حالت خشک (خشک شده در هوای آزاد)		
رویشگاه	جهت جغرافیایی	مقاومت به ضربه (J)	سختی در جهت انتهایی (KN)	مقاومت به ضربه (J)	سختی در جهت جانبی (KN)	سختی در جهت انتهایی (KN)	
بالا بند	۱	۲/۸۹	۴/۴۸	۲/۸۲	۴/۷۴	۴/۸۱	
	۲	۳/۰۴	۴/۵۶	۲/۸۱	۴/۸۰	۴/۹۷	
	۳	۲/۹۸	۴/۴۵	۲/۹۲	۴/۷۲	۴/۹۴	
	۴	۳/۳۱	۴/۳۹	۳/۰۱	۴/۱۹	۴/۹۶	
	۵	۳/۱۳	۴/۴۵	۳/۰۷	۴/۷۲	۴/۹۶	
میانگین کل رویشگاه							
میان بند	۱	۲/۲۳	۵/۰۰۵	۳/۱۶	۵/۳۰۰	۵/۳۷۸	
	۲	۳/۴۱	۵/۰۹۷	۳/۱۳	۵/۳۶۶	۵/۵۰۷	
	۳	۳/۳۳	۴/۹۷۶	۳/۲۶	۵/۲۷۵	۵/۵۵۶	
	۴	۳/۷۴	۴/۹۰۹	۳/۳۷	۴/۶۸۷	۵/۵۱۹	
	۵	۳/۵۲	۴/۹۶۸	۳/۴۳	۵/۲۷۸	۵/۵۴۵	
میانگین کل رویشگاه							
		۳/۴۳	۴/۹۹۱	۳/۲۷	۵/۱۸۱	۵/۵۰۱	

بحث

رویشگاه ممرز از ارتفاعات جلگه‌ای ۳۰۰ متری تا ۲۲۰۰ متر از سطح دریا در شمال کشور از جنگلهای پهن‌برگ منطقه غرب گیلان آغاز و تا حوالی جنوب شرقی مازندران کشیده شده است. حبیبی (۱۳۶۳) اثر عوامل رویشگاه را در کیفیت ظاهری تنه درختان ممرز مؤثر دانسته و برحسب ارتفاع ناحیه، رویشگاه آنها را به سه منطقه پایین، میان‌بند و بالابند تقسیم می‌کند. با توجه به اینکه شتاب ثقل برحسب عرض جغرافیایی و ارتفاع از سطح دریا تغییر می‌کند و به همین ترتیب دانسیته نیز تغییر خواهد کرد. دانسیته و رطوبت چوب دو عامل مهم می‌باشند که اساس نیاز مباحث خواص مکانیکی چوب هستند.

ممرز منطقه استان گلستان به‌طور میانگین دارای دانسیته ۰/۷۱۷ گرم بر سانتیمتر مکعب است که در مقایسه با میانگین دانسیته‌های این گونه (جدول شماره ۱) در مناطق اسالم گیلان (۰/۷۴ گرم بر سانتیمتر مکعب)، منطقه ویسر (۰/۷۳۶ گرم بر سانتیمتر مکعب) و در مقایسه با ممرز منطقه سنگده (۰/۷۰۱ گرم بر سانتیمتر مکعب) دارای دانسیته بالاتری می‌باشد. انتظار می‌رود که از نظر مقاومتها نیز بر مقاومت‌های مکانیکی گونه ممرز در منطقه سنگده مازندران برتری داشته باشد. در منطقه استان گلستان تأثیر ارتفاع منطقه نیز بر روی خواص فیزیکی (دانسیته) بررسی شد. نتایج بدست آمده نشان داد که دانسیته چوب ممرز در ارتفاعات حد پایین کمترین مقدار را دارد که این نتایج منطبق با نتایج حاصل از تحقیقات صورت گرفته در منطقه اسالم گیلان است و با افزایش ارتفاع از سطح دریا نیز افزایش می‌یابد. نتایج تحقیق حاضر نشان داد که: میانگین دانسیته گونه ممرز در منطقه استان گلستان با توجه به اینکه آزمایشها در منطقه ارتفاعی میان بند و بالابند انجام گرفته است برابر ۰/۷۱۷ گرم بر سانتیمتر مکعب است و بنابر تقسیم بندی چوبها به لحاظ وزن مخصوص گونه ممرز اسالم جزء پهن‌برگان نیمه سنگین قرار می‌گیرد (پارساپژوه، ۱۳۶۷).

در غالب موارد کاهش رطوبت باعث افزایش قابل توجه مقاومت شده است، از جمله این خواص مقاومت به خمش استاتیک می‌باشد. در این آزمایش میانگین مقاومت‌های خمش استاتیک در حداکثر بار و در حد الاستیک و مدول الاستیسیته به ترتیب برابر با ۸۸/۵۵، ۵۳/۷۹ و ۱۰۳۲۷ مگاپاسکال بوده که در مقایسه با این مقاومتها در منطقه ویسر به ترتیب ۱۰۱/۷۵، ۵۷/۲۴ و ۱۴۴۴۹/۶ مگاپاسکال و منطقه اسالم گیلان ۵۷/۹۲، ۱۰۶۹۴ و ۳۸ مگاپاسکال بیشتر بوده است که با توجه به پیش‌بینی صورت گرفته از تغییرات دانسیته درست می‌باشد. رطوبت عامل بسیار مهمی است و با تجزیه و تحلیل آماری اختلاف کاملاً معنی‌داری بین مقاومتها در دو حالت تر و خشک دیده شده که مقاومت به خمشهای خشک (۷۰/۵۵ مگاپاسکال) به مراتب بیش از مقاومت به خمش در حالت تر (۳۷/۰۳ مگاپاسکال) بوده است. تأثیر محل نمونه‌برداری در ارتفاعات مختلف تنه درخت نیز مد نظر بوده که با افزایش ارتفاع تنه مقاومت نسبت به کنده درختان کاهش می‌یابد. جهات جغرافیایی نیز از عوامل مؤثر هستند که این عامل در ارتفاع بالابند و میان بند خود را نشان داده و در جهت جنوبی مقاومت کاهش یافته است، ولی جهات دیگر نسبت به هم اختلاف معنی‌داری ندارند (جداول شماره ۲ و ۳).

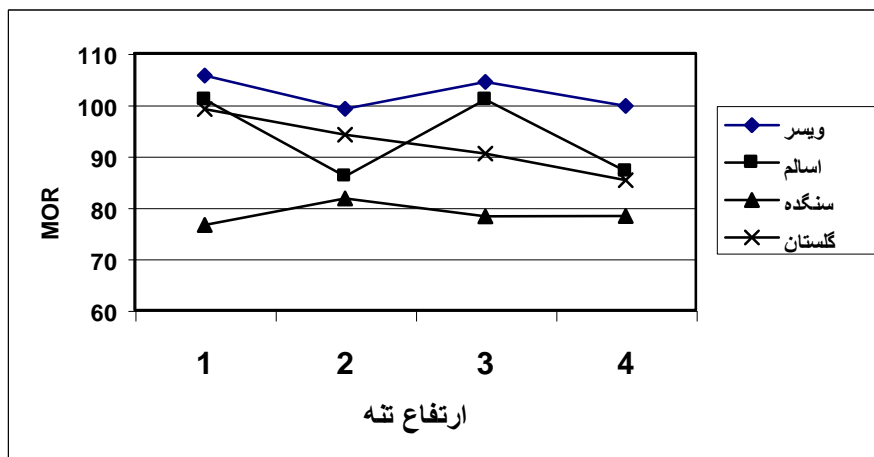
به طور کلی نیروی فشار در چوب به سه صورت موازی با الیاف، عمود بر الیاف و جهت زاویه‌دار با الیاف دیده می‌شود که در این بررسی مقاومت به فشار موازی و عمود بر الیاف اندازه‌گیری و مورد بررسی قرار گرفته است. در حالت فشار موازی الیاف، چوب تحت تأثیر نیروی فزاینده شروع به کوتاه شدن می‌نماید در این آزمایش مقاومت به فشار در حداکثر بار، در حد الاستیک و مدول الاستیسیته طولی مورد اندازه‌گیری قرار گرفته است. میانگین کلی برای این گونه در منطقه استان گلستان، ۳۸/۹۶ مگاپاسکال در حد الاستیک، ۴۶/۰۱ مگاپاسکال در حداکثر بار و مدول الاستیسیته طولی آن ۶۰۸۹ مگاپاسکال بدست آمد. در مقایسه با این مقاومتها در منطقه ویسر استان مازندران در

مقاومت به فشار در حداکثر بار (۴۹/۵۴ مگاپاسکال) کمتر، ولی در تنش حد الاستیک (۳۸/۶۲ مگاپاسکال) از نظر آماری در یک گروه و مدول الاستیسیته (۵۰۲۰ مگاپاسکال) بیشترین مقدار را دارد در مقایسه با ممرز منطقه اسالم و سنگده نیز دارای مقاومتهای بالاتری است. با توجه به اعداد بدست آمده از انتشار حاصل آزمایشهای مرکز تحقیقات تولیدات جنگلی آمریکا میانگین تنش حداکثر آن ۲۸/۸ می باشد که از گونه ممرز منطقه استان گلستان کمتر است.

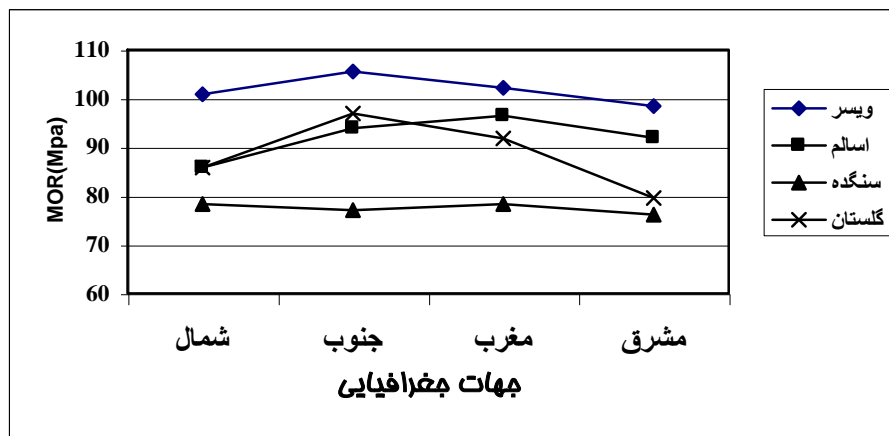
در آزمایش فشار عمود بر الیاف فقط تنش در حد تناسب مورد اندازه گیری قرار می گیرد و در این گونه در منطقه استان گلستان میانگین کلی گونه ممرز برابر ۱۰/۱۶۵ مگاپاسکال بدست آمده که نسبت به مقاومت فشار عمود برالیاف در منطقه اسالم گیلان (۲۲/۹۴ مگاپاسکال) کمتر و نسبت به منطقه ویسر (۹/۳۶۲ مگاپاسکال) و منطقه سنگده (۹/۴۵۹ مگاپاسکال) از نظر آماری اختلافی نداشته و در یک گروه قرار می گیرند. نتایج حاصل آزمایشهای مرکز تحقیقات تولیدات جنگلی آمریکا میزان میانگین تنش حد تناسب ممرز آمریکایی را ۹/۴۱ مگاپاسکال اعلام نموده که مشابه مقاومتهای سه منطقه ویسر، گرگان و سنگده است.

تجزیه و تحلیل آماری نشان می دهد که عوامل جهات جغرافیایی و ارتفاع تنه درخت بر این مقاومت بی تأثیر هستند.

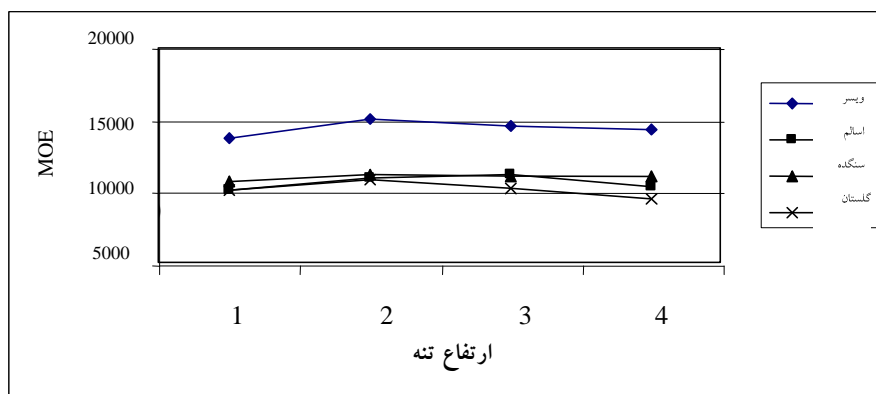
مقادیر سایر مقاومتهای در جدولهای میانگینها آورده شده که همگی مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته اند و در غالب موارد نتایج مشابه بدست آمده (شکلهای شماره ۲ تا ۱۱ با استفاده از منابع ۴، ۷ و ۸ رسم گردیده است). و به طور کلی بیانگر این موضوع هستند که با توجه به اندازه گیری مقاومتهای مکانیکی در منطقه استان گلستان و مقایسه آن با مقاومتهای موجود ممرز آمریکا (۱۰) ممرز منطقه اسالم گیلان و سنگده مازندران در کل دارای مقاومتهای مکانیکی متوسطی است و در صنایع مختلف که نیاز به مقاومتهای بیشتری است ممرز منطقه ویسر بر ممرز منطقه گرگان ترجیح دارد و توصیه می شود.



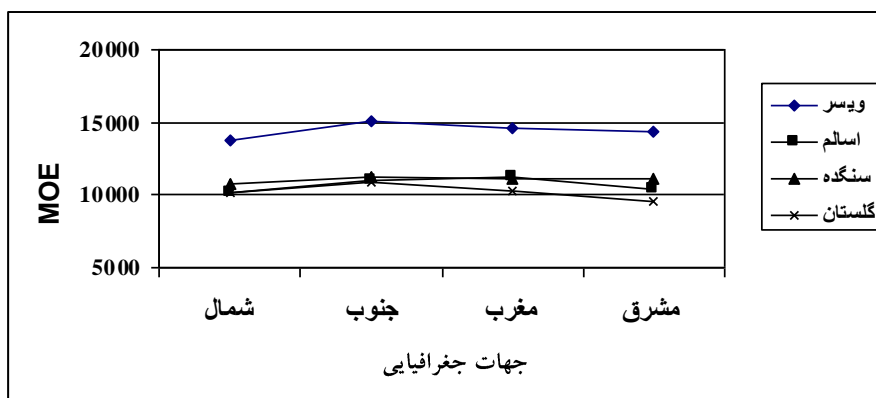
شکل شماره ۲- تغییرات مقاومت به خمش در حداکثر بار با تغییر ارتفاع تنه درخت در مناطق شمالی کشور (Mpa)



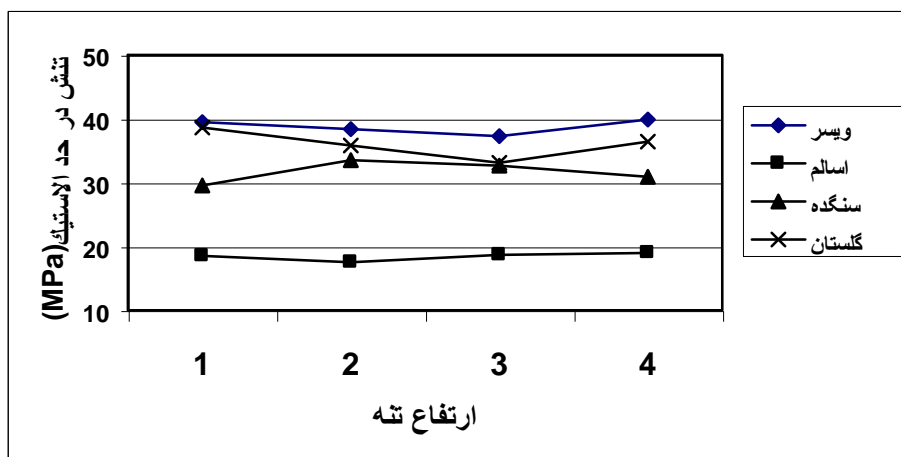
شکل شماره ۳- تغییرات مقاومت به خمش در حداکثر بار با تغییر جهات جغرافیایی در مناطق شمالی کشور (Mpa)



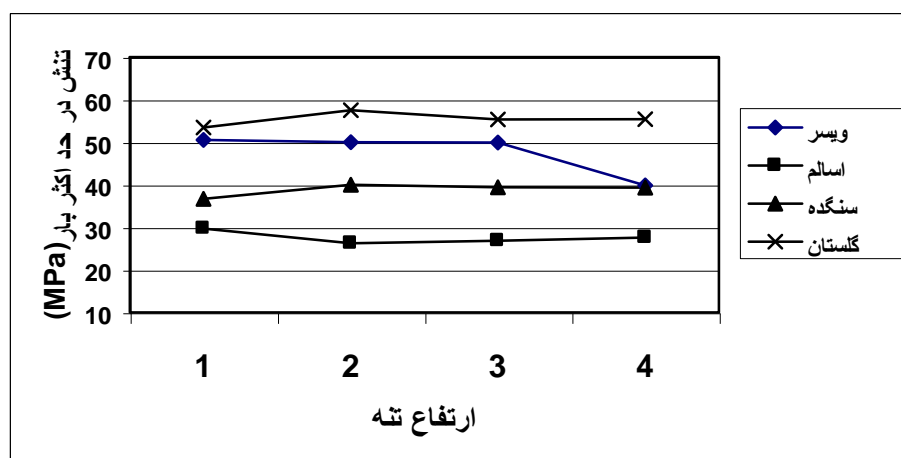
شکل شماره ۴- تغییرات مدول الاستیسیته با تغییر ارتفاع تنه درخت در مناطق شمالی کشور (Mpa)



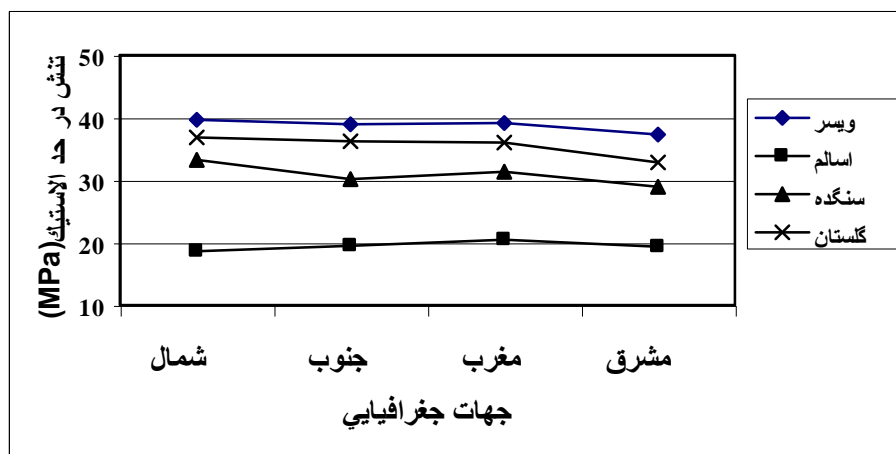
شکل شماره ۵- تغییرات مدول الاستیسیته با تغییر جهت جغرافیایی در مناطق شمالی کشور (Mpa)



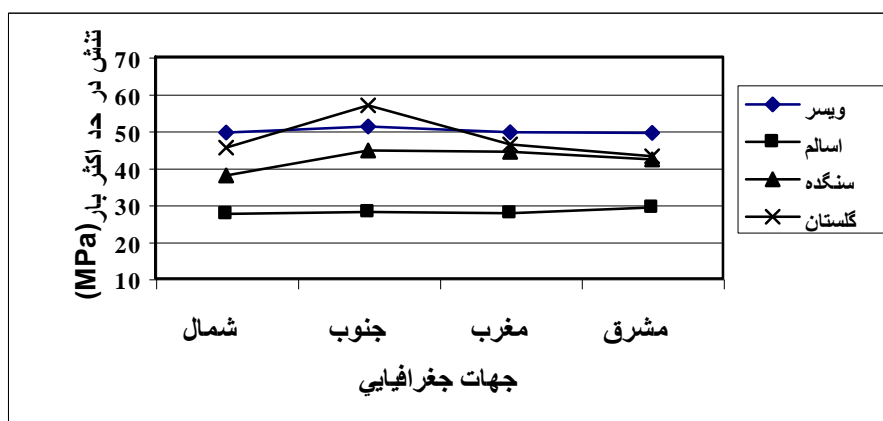
شکل شماره ۶- تغییرات مقاومت به فشار موازی الیاف در حدالاستیک با تغییر ارتفاع تنه درخت در مناطق شمالی کشور



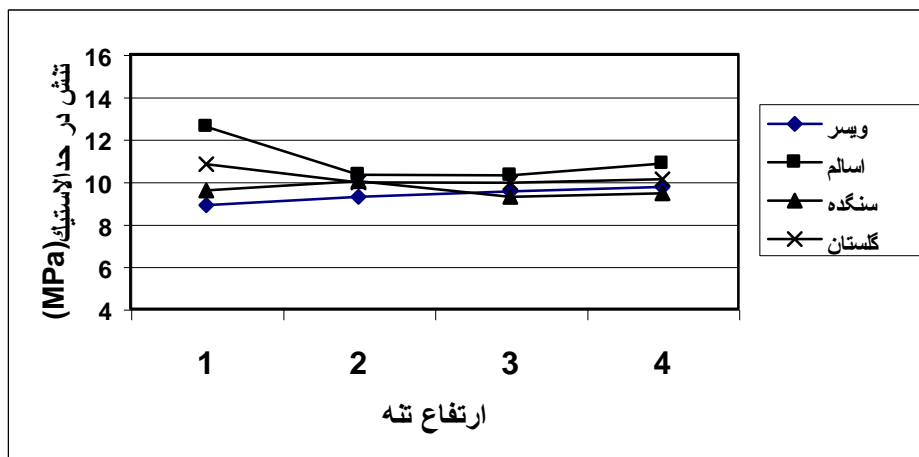
شکل شماره ۷- تغییرات مقاومت به فشار موازی الیاف در حداکثر بار با تغییر ارتفاع تنه درخت در مناطق شمالی کشور



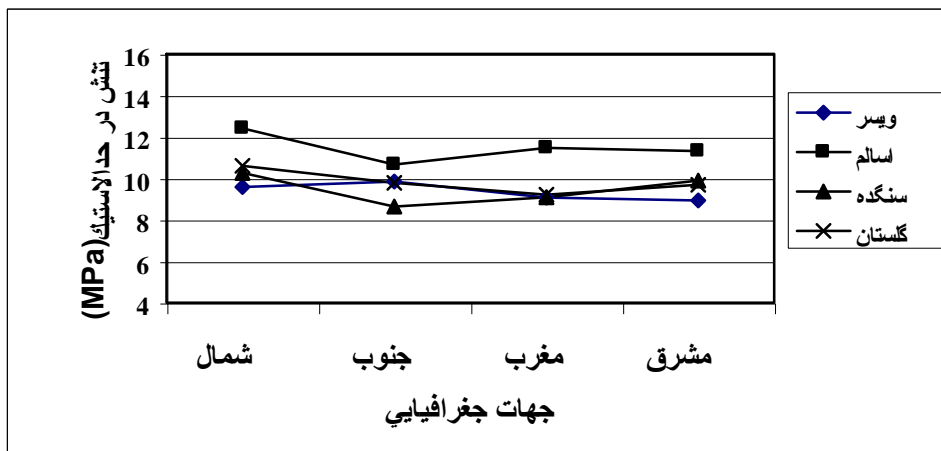
شکل شماره ۸- تغییرات مقاومت به فشار موازی الیاف در حدالاستیک با تغییر جهات جغرافیایی در مناطق شمالی کشور



شکل شماره ۹- تغییرات مقاومت به فشار موازی الیاف در حداکثر بار با تغییر جهات جغرافیایی در مناطق شمالی کشور



شکل شماره ۱۰- تغییرات مقاومت به فشار عمود بر الیاف در حد الاستیک با تغییر ارتفاع تنه درخت در مناطق شمالی کشور



شکل شماره ۱۱- تغییرات مقاومت به فشار عمود بر الیاف در حداکثر بار با تغییر جهت جغرافیایی در مناطق شمالی کشور

منابع مورد استفاده

- ۱- ابراهیمی، ق.، ۱۳۶۸. مکانیک چوب و فرآورده‌های مرکب آن. انتشارات دانشگاه تهران. شماره انتشار، ۲۰۱۳
- ۲- پارساپژو، د.، ۱۳۶۷. تکنولوژی چوب، انتشارات دانشگاه تهران، شماره، ۱۸۵۱
- ۳- حبیبی، ح.، ۱۳۶۳. بررسی راشستانهای شمال ایران و نقش آن در گسترش تپه‌های مختلف راشستان - نشریه شماره ۳۸ دانشکده منابع طبیعی. دانشگاه تهران.
- ۴- حسین‌زاده، ع.، طغرایبی، ن.، گلبابایی، ف. و نوربخش، ا.، ۱۳۷۹. بررسی ویژگیهای فیزیکی و مکانیکی گونه ممرز از رویشگاه ویسر مازندران. تحقیقات علوم چوب و کاغذ ایران. شماره ۹، (۱۰۷-۱۴۹).
- ۵- حسینی، ض.، ۱۳۷۰. اثر چوب جوان، بر روی مقاومت مکانیکی خمیر کاغذ حاصل از چوب صنوبر، ممرز، و توسکای قشلاقی. مجله منابع طبیعی ایران، شماره ۴۵، (۶۰-۴۹).
- ۶- عاقلی، غ.، ۱۳۷۳. بررسی مقایسه‌ای ساختمانهای آناتومیکی، فیزیکی و مکانیکی چوب ممرز جنگلهای شاخه‌زاد و دانه‌زاد منطقه گرگان. پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان.
- ۷- گلبابایی، ف.، حسین‌زاده، ع.، نوربخش، ا.، حسینخانی، ح. و فخریان، ع.، ۱۳۸۰. تغییرات ویژگیهای مهندسی چوب گونه ممرز در سه منطقه ارتفاعی جنگلهای اسالم (گیلان). تحقیقات علوم چوب و کاغذ ایران. شماره ۱۵، (۳۳-۶۰).
- ۸- ناصر نخعی، م.، مختومی، ع.، شفیع‌فر، س.، ۱۳۷۶. طرح تعیین خواص مهندسی کاربردی چوبهای جنگلی ایران «گونه ممرز منطقه سنگده». سازمان جنگلها و مراتع کشور، دفتر بهره‌برداری و صنایع چوب، شماره ۹۹
- 9- Bielczyk, S.1953. Investigations of physical and mechanical properties of wood *Quercus robur* and *Carpinus betulus* originating from a forest community resembling a natural community. Prage Inst. Tech. Drewna 3(3), (92-110).6,
- 10- Hoiz,D.1966.Improving *hornbeam* wood by impregnation with synthetic resin. Hoiztechonl., dresden . 7(3), (197-200)
- 11- Palandzhyan, VA.; Pinadzhyan, TV. 1974. Interrelations between some anatomical and physical and mechanical properties of *Hornbeam* wood. Sb. Tr. Arm. Nil stroit. Materialov I sooruzh. No. 23,122-131.
- 12- Perelygin, LM.; Orlova, EK. 1953. Driving and withdrawal resistance of nails. Trud. Inst. Les. 9(8-371)
- 13- Pozhidaeva, LF. 1970. The anatomical structure of *Hornbeam* wood. Khim. Drev. No. 5,(3-9).