

Investigation of Physical and Mechanical Properties of Cypress (*Cupressus sempervirens* var. *horizontalis*) wood, Sari, Mazandaran Province

Mohammad Najafian Ashrafi^{1*}, Mohammad Ghorbanianfar²

1- Corresponding author, Department of Wood Industry, National University Skills (NUS), Tehran, Iran, E-mail: Najafiana@yahoo.com

2- Ph.D. Student, Department of Wood and Paper Science and Technology, Faculty of Natural Resources, College of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran, Iran

Received: May 2026

Accepted: May 2026

Abstract

Problem definition and objectives: Cypress (*Cupressus sempervirens* var. *horizontalis*) is an evergreen coniferous species reaching 20–30 m in height with a trunk diameter of 60–100 cm. It has a straight trunk and a conical crown. From an ecological standpoint, this species is light-demanding and tolerant. The distribution of the cypress is mainly along the southern shores of the Caspian Sea region, as well as northern Iraq, the eastern Mediterranean, and parts of Italy and Greece. The wood exhibits good natural durability against decay and insects, and its creamy-brown color, suitable density, and favorable quality make it valuable for construction, wooden furniture, and veneer. Due to the high demand for imported fir and pine caused by the lack of sufficient industrial forests in Iran, and considering the widespread usage of softwoods in the country, this study aimed to provide a comprehensive analysis of the physical and mechanical characteristics of the mentioned species. Due to its high drought resistance, this species presents a suitable option for cultivation in diverse areas throughout Iran.

Methodology: Sampling was chosen from cypress trees located in Shahid Zare Forest Park (Mazandaran Province, Iran). Three healthy trees were randomly selected, with an average diameter at breast height of 21 cm and an average age of 24 years. Physical and mechanical tests were performed according to ISO 3129 and ASTM D143 standards, respectively. Physical properties included oven-dry density, basic density, green density, maximum moisture content, and shrinkage/swelling in different anatomical directions. Mechanical properties included bending strength, modulus of elasticity, compression parallel and perpendicular to the grain, tension perpendicular to the grain, shear parallel to the grain, and axial and lateral hardness. Specimens were conditioned at 20°C and 65% relative humidity for four weeks to reach 12% moisture content prior to mechanical testing. Tests were performed using a SANTOM-150 universal testing machine at Imam Mohammad Baqer National and Technical University of Sari.

Results: The green, oven-dry, and basic densities of the cypress wood were 0.96, 0.47, and 0.42 g/cm³, respectively. Longitudinal, radial, tangential, and volumetric shrinkage values were 0.35%, 4.05%, 5.28%, and 9.68%, while swelling values were 0.37%, 4.29%, 5.58%, and 10.24%, respectively. Maximum moisture content reached 115.13%. Mechanical properties included bending strength of 60.07 N/mm², modulus of elasticity of 4978.45 N/mm², compression parallel to the grain of 34.7 N/mm², compression perpendicular to the grain of 10.71 N/mm², tension

perpendicular to the grain of 4.1 N/mm², shear parallel to the grain of 10.05 N/mm², and axial and lateral hardness of 7225.36 N and 4174.37 N, respectively.

Conclusion: Based on the obtained results, cypress from Shahid Zare Park (Mazandaran Province) exhibits medium density, low shrinkage and swelling an advantage for wood utilization and favorable mechanical properties. Therefore, this species is suitable for use in wooden construction, furniture manufacturing, plywood, and veneer production.

Keywords: *Cupressus sempervirens*, physical properties, mechanical properties, wooden construction, wooden furniture, plywood, veneer

بررسی خصوصیات فیزیکی و مکانیکی گونه درخت زربین (*Cupressus sempervirens* var. *horizontalis*) ساری استان مازندران

محمد نجفیان اشرفی^{۱*}، محمد قربانزاد^۲

۱- نویسنده مسئول، مربی گروه مهندسی چوب، دانشگاه ملی مهارت، تهران، ایران، رایانامه: Najafiana@yahoo.com

۲- دانشجوی دکتری، گروه علوم و صنایع چوب و کاغذ، دانشکده منابع طبیعی، دانشکدهگان کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران، تهران، ایران

تاریخ دریافت: اردیبهشت ۱۴۰۵

تاریخ پذیرش: خرداد ۱۴۰۵

چکیده

بیان مساله و اهداف: زربین درختی است سوزنی‌برگ، همیشه سبز، به ارتفاع ۲۰ تا ۳۰ متر، قطر تنه آن می‌تواند ۶۰ تا ۱۰۰ سانتی‌متر برسد. تنه آن راست و تاج مخروطی دارد. از نظر سرشت اکولوژیکی درختی روشنائی پسند و بردبار است. گسترده‌ی گونه زربین عمدتاً در سواحل جنوبی دریای خزر، همچنین در شمال عراق، شرق دریای مدیترانه و در اروپا در ایتالیا و یونان رویشگاه این درخت است. دوام چوب زربین به پوسیدگی و حشرات مناسب بوده و رنگ چوب آن به رنگ سفید شکری مایل به قهوه‌ای است و به علت دانسیته و کیفیت مناسب در ساختمان سازی، صنایع مبلمان چوبی و روکش مورد استفاده قرار می‌گیرد. علاوه بر آن، با توجه به حجم واردات زیاد چوب نراد و کاج به دلیل نبود مقدار کافی جنگل صنعتی در ایران و همچنین کاربرد فراوان چوب سوزنی‌برگان در ایران، لذا ما را بر این وا داشت که پژوهش جامعی از تمام خصوصیات فیزیکی و مکانیکی درخت زربین انجام دهیم. چرا که این گونه می‌تواند به دلیل توانایی بالا در برابر خشک سالی، گزینه مناسبی برای کاشت در مناطق مختلف کشور باشد.

مواد و روشها: در این پژوهش، نمونه‌برداری از گونه زربین محدوده پارک شهید زارع ساری (استان مازندران) انتخاب شد. سه درخت کاملاً سالم از منطقه مشخص شده به طور تصادفی قطع و مورد استفاده قرار گرفت. میانگین قطر برابر سینه ۳ تنه حدود ۲۱ سانتی متر، میانگین سن سه تنه حدود ۲۴ سال اندازه‌گیری شد. از استاندارد ISO 3129 و ASTM D-143 به ترتیب برای انجام تست‌های فیزیکی و مکانیکی مورد استفاده قرار گرفت. ویژگی‌های فیزیکی شامل (دانسیته خشک، دانسیته بحرانی، دانسیته مرطوب، حداکثر رطوبت، هم‌کشیدگی و واکشیدگی) و خواص مکانیکی شامل (مقاومت خمشی، مدول الاستیسیته، فشار موازی و عمود بر الیاف، کشش عمود بر الیاف، برش موازی بر الیاف، سختی محوری و جانبی) بررسی شد. نمونه‌های تهیه شده برای انجام تست‌های مکانیکی به مدت چهار هفته در اتاق کلیما در دمای ۲۰ درجه و رطوبت نسبی ۶۵ درصد قرار گرفتند تا رطوبت کلیه نمونه‌ها در هنگام انجام تست‌های مکانیکی برابر با ۱۲ درصد باشد. جهت انجام تست‌های مکانیکی از دستگاه شرکت SANTOM 150 با لودسل‌های مناسب هرآزمایش واقع در دانشگاه ملی و مهارت امام محمد باقر ساری استفاده شد.

نتایج: نتایج دانسیته مرطوب، خشک و بحرانی گونه زربین حدود پارک جنگلی شهید زارع استان مازندران به ترتیب برابر ۰/۹۶، ۰/۴۷ و ۰/۴۲ گرم بر سانتی‌متر مکعب بدست آمد. همچنین، میزان هم‌کشیدگی طولی، شعاعی، مماسی و حجمی آن به ترتیب برابر با ۰/۳۵، ۰/۰۵، ۴/۲۸ و ۹/۶۸ درصد و واکشیدگی طولی، شعاعی، مماسی و حجمی به ترتیب برابر با ۰/۳۷، ۴/۲۹، ۵/۵۸ و ۱۰/۲۴ درصد و رطوبت ماکزیمم نمونه‌ها ۱۱۵/۱۳ درصد بدست آمد. نتایج مقاومت مکانیکی گونه زربین برای مقاومت خمشی برابر ۶۰/۰۷ نیوتن بر میلی‌متر مربع، مدول الاستیسیته برابر با ۴۹۷۸/۴۵ نیوتن بر میلی‌متر مربع، فشار موازی بر الیاف برابر با ۳۴/۷ نیوتن بر میلی‌متر مربع، فشار عمود بر الیاف چوب ۱۰/۷۱ نیوتن بر میلی‌متر مربع، کشش عمود بر الیاف به ترتیب برابر با ۴/۱ نیوتن بر میلی‌متر مربع، برش موازی بر الیاف برابر با ۱۰/۰۵ نیوتن بر میلی‌متر مربع و سختی محوری و جانبی برابر با ۷۲۲۵/۳۶ و ۴۱۷۴/۳۷ نیوتن اندازه‌گیری شد.

نتیجه‌گیری: با توجه به نتایج بدست آمده گونه زرین حدود پارک شهید زارع ساری (استان مازندران) دارای دانسیته متوسط و از لحاظ هم‌کشیدگی و واکنشیدگی مقدار آن کم بوده که یک مزیت در کاربرد چوب بوده و همچنین از لحاظ خصوصیات مکانیکی نیز با توجه به مقادیر مناسب بدست آمده می‌توان از آن چوب در ساخت ساختمان چوبی، مبلمان، تخته لایه و روکش استفاده کرد.

واژه‌های کلیدی: چوب زرین، خصوصیات فیزیکی، خصوصیات مکانیکی، ساختمان چوبی، مبلمان، تخته لایه و روکش.

مقدمه

چوب، ماده طبیعی بی‌نظیری است که به عنوان یک منبع تجدیدپذیر، نقش اساسی در توسعه اجتماعی و اقتصادی ایفا می‌کند. امروزه، چوب به عنوان یک ماده پیچیده از نظر فناوری در نظر گرفته شده [۱] و ارزش آن بیش از پیش افزایش یافته و برای مبلمان هوشمند و زیبا، صفحات فشرده چوبی، سوخت‌های زیستی، پلاستیک‌های زیستی، مواد شیمیایی و مواد با ارزش بالا مورد استفاده قرار می‌گیرد [۲ و ۳]. به همین دلیل، در حال حاضر علاقه زیادی به چوب وجود دارد و انتظار می‌رود تقاضا برای این ماده در سراسر جهان به طور قابل توجهی افزایش یابد [۴]. زرین درختی است سوزنی‌برگ، همیشه سبز، به ارتفاع ۲۰ تا ۳۰ متر، قطر تنه آن می‌تواند ۶۰ تا ۱۰۰ سانتی‌متر برسد، تنه آن راست و تاج مخروطی دارد و رنگ چوب آن سفید شکری مایل به قهوه‌ای است. از نظر سرشت اکولوژیکی درختی است روشنایی پسند، بردبار حتی روی صخره‌ها و اراضی اهکی کوه‌های البرز از گرگان تا رودبار بصورت منقطع دیده می‌شود. گسترده‌گی گونه زرین عمدتاً در سواحل جنوبی دریای خزر، همچنین در ارسباران، بهبهان، فیروزآباد فارس، دامنه کوه تفتان در باغ ملک خوزستان و در ترکیه، ایتالیا و یونان کاشت شده و به دلیل مقاومت ذاتی در برابر قارچ‌ها و عوامل مخرب زیستی، یکی از گزینه‌های مهم برای داخل ساختمان و سازه‌های سبک به شمار می‌رود [۶ و ۷]. در این میان، چوب زرین یا سرو مدیترانه‌ای (Cupressus semperivirens C. S. var. horizontalis) به دلیل دوام طبیعی بالا، پایداری ابعادی مناسب، دانسیته متوسط و خواص مکانیکی قابل قبول جایگاه ویژه‌ای در صنایع چوب کشورهای مدیترانه‌ای، اروپایی و خاورمیانه به خود اختصاص داده است [۵]. بررسی‌های انجام‌شده در

کشورهای مختلف نشان می‌دهد که خواص فیزیکی و مکانیکی چوب زرین تحت تأثیر عواملی مانند سن درخت، شرایط رویشگاه، موقعیت نمونه‌برداری در تنه و ساختار آناتومیکی قرار دارد. برای مثال، پژوهشی بر روی سرو رشد یافته در ترکیه نشان داد که این گونه دارای دانسیته و مقاومت خمشی متوسط است که آن را در گروه چوب‌های سبک تا متوسط با مقاومت مکانیکی متوسط قرار می‌دهد [۸]. نتایج آن‌ها نشان داد که میانگین مقادیر مقاومت فشار موازی به الیاف، مقاومت خمشی و مقاومت برش موازی به الیاف به ترتیب برابر با ۴۵/۸، ۷۶/۸ و ۶/۵ نیوتن بر میلی‌متر مربع بود. از سوی دیگر، Kiaei (۲۰۱۰) مطالعه‌ای بر روی چوب زرین شمال ایران در منطقه چالوس انجام داد. او گزارش کرد که رابطه مستقیمی بین دانسیته چوب با سختی و مقاومت به میخ خوری چوب وجود دارد [۹]. علاوه بر این، بررسی‌های آناتومیکی انجام‌شده توسط هاشمی بر روی سرو در رامسر نشان می‌دهد که چوب سرو دارای الگوی شعاعی منظم در تغییرات دانسیته و ابعاد تراکئیدها است؛ به‌طوری‌که دانسیته و طول تراکئید از مغز به پوست افزایش می‌یابد و بیشترین دانسیته در قسمت زیرین درخت (قطر برابر سینه) مشاهده می‌گردد. این ویژگی می‌تواند در انتخاب بخش‌های مناسب تنه برای کاربردهای سازه‌ای یا صنعتی مؤثر باشد [۱۰]. آن‌ها همچنین گزارش کردند که هم‌کشیدگی طولی، شعاعی، مماسی و حجمی از امتداد ساقه (قطر برابر سینه) به بالا کاهش یافت. علی‌رغم ویژگی‌های منحصر به فرد این درخت، تحقیقات کمی بر روی خصوصیات‌های این گونه چوبی انجام شده است که آن‌ها به طور کامل به تمام مقاومت‌های فیزیکی و مکانیکی نپرداخته‌اند. لذا هدف اصلی از این تحقیق بررسی جامع از خصوصیات فیزیکی و مکانیکی چوب زرین از محدوده پارک شهید زارع ساری (استان مازندران) بود.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی خصوصیات فیزیکی و مکانیکی گونه زربین، سه درخت سالم به طور تصادفی در محدوده جنگل پارک شهید زارع ساری (استان مازندران) قطع و مورد استفاده قرار گرفت که مشخصات اصلی آن‌ها در جدول ۱ بیان شده است. در مجموع تعداد ۷۰ نمونه برای هر تست فیزیکی و ۱۷۰ نمونه برای تست‌های مکانیکی تهیه شد. نمونه‌ها طبق استاندارد ISO 3129 [۱۱] در ابعاد $20 \times 20 \times 25$ میلی‌متر در جهت شعاعی برش داده شدند تا دانسیته خشک، بحرانی، مرطوب، حداکثر رطوبت، هم‌کشیدگی و واکشیدگی تعیین شود. برای اندازه‌گیری دانسیته مرطوب، ابتدا نمونه‌ها کدگذاری شده و سپس به مدت ۳ هفته در آب مقطر غوطه‌ور شدند تا کاملاً از آب اشباع شوند. پس از آن، وزن تر نمونه‌ها توسط ترازوی دیجیتال (مدل AND، ژاپن) دقت 0.01 گرم اندازه‌گیری شد. ابعاد نمونه‌ها پس از اشباع شدن در

جهات طولی، شعاعی و مماسی توسط کولیس دیجیتال (EK610i، توکیو، ژاپن) با دقت 0.01 میلی‌متر اندازه‌گیری شد. سپس، نمونه‌ها به مدت ۲۴ ساعت در داخل اون با دمای 2 ± 10.3 درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند تا نمونه‌ها به طور کامل خشک شوند، سپس دانسیته خشک طبق استاندارد ISO 3129 اندازه‌گیری شد. در نهایت، دانسیته، هم‌کشیدگی و واکشیدگی با توجه به مقادیر به‌دست‌آمده محاسبه شد. برای انجام تست‌های مکانیکی از استاندارد [۱۲] ASTM D-143 استفاده شد. آزمایش‌ها و ابعاد نمونه‌ها در جدول ۲ بیان شده است. برای انجام تست‌های مکانیکی، نمونه‌ها در اتاق کلیما (دما 20 درجه سانتی‌گراد، رطوبت نسبی 65 درصد) به مدت چهار هفته قرار داده شدند تا رطوبت نمونه‌ها به 12 درصد برسد. از دستگاه SANTOM 150 (ساخت کشور ایران) برای انجام تست‌های مکانیکی استفاده شد.

جدول ۱- ویژگی‌های اصلی درخت زربین مورد مطالعه

اطلاعات	خصوصیات
۴۴	ارتفاع از سطح دریا (متر)
عرض شمالی 40.46993 تا 40.48117 طول جغرافیای شرقی 68.9679 تا 69.0840	موقعیت مکانی در سیستم UTM
آهکی	نوع خاک
۲۴	متوسط سن درخت (سال)
۲۱	متوسط قطر درخت (سانتی‌متر)
مرطوب	آب و هوا
۷۲۸	متوسط بارندگی سالیانه (میلی‌متر)
۱۶/۴	متوسط دمای سالیانه (سلسیوس)

جدول ۲- روش‌های آزمایش چوب زربین

سرعت بارگذاری (میلی متر / دقیقه)	اندازه نمونه‌ها (میلی متر)	نوع	روش آزمایش	استاندارد
-	۲۵×۲۰×۲۰	-	فیزیکی	ISO-3129 (2012)
۱/۳	۴۱۰×۲۵×۲۵	-	مقاومت خمشی	ASTM D143
۱/۳	۴۱۰×۲۵×۲۵	-	مدول الاستیسیته	
۰/۳	۲۰۰×۵۰×۵۰	موازی الیاف	مقاومت فشاری	
۰/۳	۱۵۰×۵۰×۵۰	عمود بر الیاف		
۰/۶	۶۳×۵۰×۵۰	موازی الیاف	مقاومت برشی	
۲/۵	۵۰×۵۰×۵۰	عمود بر الیاف	مقاومت کششی	
۶	۱۵۰×۵۰×۵۰	محوری	سختی	
۶	۱۵۰×۵۰×۵۰	جانبی		

نتایج و بحث

خواص فیزیکی

نتایج خواص فیزیکی گونه زربین در جدول ۳ قابل مشاهده است. آنچنان که مشاهده می‌شود، دانسیته خشک و پایه بدست آمده به ترتیب برابر با ۰/۴۷ و ۰/۴۲ گرم بر سانتی‌متر مکعب بدست آمد. مقادیر بدست آمده برای هم‌کشیدگی حجمی و واکشیدگی حجمی نیز به ترتیب برابر با ۹/۶۸ و ۱۰/۲۴ درصد بود.

نتایج بدست آمده از گونه زربین (ساری) با نتایج سایر محققان مقایسه شد (جدول ۵). تفاوت معنی‌داری بین خصوصیات فیزیکی و مکانیکی گونه زربین در مناطق مختلف مشاهده شد که به دانسیته مختلف آن‌ها نسبت داده شد. چرا که دانسیته مستقیماً بر روی اکثر مقاومت‌های فیزیکی و مکانیکی چوب تاثیر می‌گذارد. به علاوه،

جدول ۳- نتایج خصوصیات فیزیکی چوب زربین در منطقه مازندران

خواص	چوب مورد مطالعه	
	مقدار	ضریب انحراف معیار
دانسیته خشک (g/cm ³)	۰/۴۷	۰/۰۲
دانسیته پایه (g/cm ³)	۰/۴۲	۰/۰۲
دانسیته مرطوب (g/cm ³)	۰/۹۶	۰/۰۴
(%) حداکثر رطوبت	۱۱۵/۱۳	۱۵/۹۲
(%) هم‌کشیدگی طولی	۰/۳۵	۰/۰۹
(%) هم‌کشیدگی شعاعی	۴/۰۵	۰/۳۵
(%) هم‌کشیدگی مماسی	۵/۲۸	۰/۳۹
(%) هم‌کشیدگی حجمی	۹/۶۸	۰/۸۴
(%) واکشیدگی طولی	۰/۳۷	۰/۰۹
(%) واکشیدگی شعاعی	۴/۲۹	۰/۳۶
(%) واکشیدگی مماسی	۵/۵۸	۰/۴
(%) واکشیدگی حجمی	۱۰/۲۴	۰/۹۳

خواص مکانیکی

خصوصیات مکانیکی چوب زربین در منطقه ساری (مازندران) در جدول ۴ بیان شده است. محصولات چوبی نیاز به شناسایی عملکرد مکانیکی و قابلیت اطمینان سازه به ویژه برای مصالح ساختمانی دارند که مقاومت خمشی و مدول الاستیسیته از خصوصیات مکانیکی مهمی از چوب است [۱۴]. نتایج بدست آمده در تحقیق حاضر با نتایج سایر محققان مقایسه شد (جدول ۵). تفاوت معنی‌داری نیز در بین خصوصیات مکانیکی گونه زربین در مناطق مختلف مشاهده شد که به دانسیته مختلف آن‌ها نسبت داده شد. همان‌طور که ملاحظه می‌شود مقادیر ۶۰/۰۷ و

شرایط رشد و عوامل محیطی، به ویژه ارتفاع، آب هوا و سن درخت ممکن است تغییراتی در خواص چوب ایجاد کند [۱۳]. به طور مثال، دانسیته خشک بدست آمده در این پژوهش با مقادیر بدست آمده به میزان ۰/۵ گرم بر سانتی‌متر مکعب برای زربین واقع در رامسر [۱۰] تقریباً برابر بود. با این وجود، برخی محققان مانند Bektas و Kurt (۲۰۱۰) برای چوب زربین در ترکیه مقادیر حدوداً ۰/۵۴ گرم بر سانتی‌متر مکعب گزارش کردند [۸]. مقادیر بالاتر گزارش شده را می‌توان به شرایط جغرافیایی مختلف مانند آب و هوا، ارتفاع از سطح دریا و سن درخت نسبت داد [۱۳]. علاوه براین، مقادیر بدست آمده از این پژوهش مانند هم‌کشیدگی شعاعی، مماسی و حجمی نزدیک به مقادیر گزارش شده توسط Hashemi و Kord (۲۰۱۱) برای زربین واقع در رامسر بود [۱۰].

۴۹۷۸/۴۵ نیوتن بر میلی‌متر مربع به ترتیب برای مقاومت خمشی و مدول الاستیسیته بدست آمد. مقادیر بدست آمده از مقاومت خمشی این پژوهش کمتر از مقادیر گزارش شده برای گونه زربین واقع در ترکیه و برزیل بود [۸]. محققان این اختلاف را به دانسیته بیش‌تر گونه زربین نسبت دادند، چرا که دانسیته مستقیماً بر روی بیشتر مقاومت‌های فیزیکی و مکانیکی چوب تاثیر می‌گذارد [۱۵]. فشار موازی به الیاف و عمود بر الیاف برابر با ۳۴/۷ و ۱۰/۷۱ نیوتن بر میلی‌متر مربع اندازه‌گیری شد. با این وجود، Bektas و Kurt (۲۰۱۰) مقدار ۴۶/۰ نیوتن بر میلی‌متر مربع را برای فشار موازی به الیاف گونه زربین در

وجود، Kiaei (۲۰۱۰) مقادیر ۵۲۷۲/۴ و ۳۸۳۳/۱ نیوتن را به ترتیب برای مقاومت سختی محوری و جانبی برای چوب زربین واقع در منطقه چالوس (ایران) گزارش کردند [۹].

ترکیه گزارش کردند [۸]. همچنین، مقاومت کشش عمود بر الیاف چوب برابر با ۴/۱ نیوتن بر میلی‌متر مربع بدست آمد. مقاومت به برش موازی الیاف ۱۰/۰۵ نیوتن بر میلی‌متر مربع و مقاومت به سختی محوری و جانبی چوب به ترتیب ۷۲۲۵/۳۶ و ۴۱۷۴/۳۷ نیوتن بدست آمد. با این

جدول ۴- نتایج خصوصیات مکانیکی چوب زربین منطقه مازندران

خصوصیات مکانیکی	چوب مورد مطالعه	
	انحراف معیار	مقدار متوسط
مقاومت خمشی (N/mm ²)	۴/۱۱	۶۰/۰۷ (۲۴)
مدول الاستیسیته (N/mm ²)	۶۱۶/۶	۴۹۷۸/۴۵ (۲۴)
فشار موازی به الیاف چوب (N/mm ²)	۲/۷۵	۳۴/۷ (۲۴)
فشار عمود بر الیاف چوب (N/mm ²)	۱/۱۶	۱۰/۷۱ (۲۴)
کشش عمود بر الیاف چوب (N/mm ²)	۰/۵۲	۴/۱ (۱۴)
برش موازی به الیاف چوب (N/mm ²)	۱/۳۳	۱۰/۰۵ (۱۶)
سختی محوری (N)	۷۱۸/۷	۷۲۲۵/۳۶ (۲۲)
سختی جانبی (N/mm ²)	۶۸۹/۶۹	۴۱۷۴/۳۷ (۲۲)

۱. تعداد نمونه های مورد آزمایش

جدول ۵- خصوصیات فیزیکی و مکانیکی چوب زربین مورد مطالعه و سایر مطالعات

خصوصیات	Our results	Chavenetidou et al. 2025	Hashemi et al. 2011	Okino et al. 2011	Bektas and Kurt 2010	Kiaei 2010	Bozkurt 1988
کشور	ساری/ایران	یونان	رامسر/ایران	برزیل	ماراس/ترکیه	چالوس/ایران	آنتالیا/ترکیه
(g/cm ³) دانسیته خشک	۰/۴۷	۰/۵۵	۰/۵	۰/۵۳	۰/۵۴	۰/۵۹	۰/۵۳
(g/cm ³) دانسیته پایه	۰/۴۲	-	۰/۴۵	۰/۴۹	-	۰/۵۴	-
(g/cm ³) دانسیته مرطوب	۰/۹۶	-	-	-	-	-	-
(%) حداکثر رطوبت	۱۱۵/۱۳	-	۱۳۳/۳۳	-	-	-	-
(%) همکشی‌دگی طولی	۰/۳۵	-	۰/۹۶	-	-	-	-
(%) همکشی‌دگی شعاعی	۴/۰۵	-	۳/۲۴	۳/۶۲	-	-	-
(%) همکشی‌دگی مماسی	۵/۲۸	-	۶/۱۲	۵/۴	-	-	-
(%) همکشی‌دگی حجمی	۹/۶۸	-	۱۰/۱۷	۹/۲۱	-	۸/۳۶	-
نسبت همکشی‌دگی مماسی به شعاعی	۱/۳	۱/۴	۱/۸۸	۱/۴۹	-	-	-
(%) واکنشیدگی طولی	۰/۳۷	-	-	-	-	-	-
(%) واکنشیدگی شعاعی	۴/۲۹	-	-	-	-	-	-
(%) واکنشیدگی مماسی	۵/۵۸	-	-	-	-	-	-
(%) واکنشیدگی حجمی	۱۰/۲۴	-	-	-	-	۹/۱۵	-
نسبت واکنشیدگی مماسی به شعاعی	۱/۳	-	-	-	-	-	-
مقاومت خمشی (N/mm ²)	۶۰/۰۷	۴۴/۶	-	۹۱	۷۶/۸	-	۸۶/۴
مدول الاستیسیته (N/mm ²)	۴۹۷۸/۴۵	۳۴۶۸	-	۴۱۰۰	-	-	-
فشار موازی الیاف چوب (N/mm ²)	۳۴/۷	-	-	-	۴۶	-	۴۱
مقاومت به شکاف خوری (N/mm ²)	-	۱۵/۳	-	-	-	-	-
کشش عمود بر الیاف چوب (N/mm ²)	۴/۱	-	-	-	-	-	-
برش موازی الیاف چوب (N/mm ²)	۱۰/۰۵	-	-	-	۶/۵	-	۶/۲
سختی محوری (N)	۷۲۲۵/۳۶	-	-	۶۳۵۷	(N/mm ²)۶۲۳	۵۲۷۲/۴	(N/mm ²)۵۷۰
سختی جانبی (N)	۴۱۷۴/۳۷	-	-	۴۰۳۹	(N/mm ²)۵۲۶/۵	۳۸۳۳/۱	-

نتیجه‌گیری

هدف از پژوهش حاضر، بررسی خصوصیات فیزیکی و مکانیکی گونه زربین حدود پارک شهید زارع ساری (استان مازندران) بود. خصوصیات فیزیکی شامل (دانسیته خشک، بحرانی، مرطوب، حداکثر رطوبت، هم‌کشیدگی و واکشیدگی) و خصوصیات مکانیکی شامل (مقاومت خمشی، مدول الاستیسیته، فشار موازی و عمود بر الیاف، کشش عمود بر الیاف، برش موازی به الیاف، سختی) بود. با توجه به نتایج بدست آمده از این پژوهش و مقایسه آن با مقادیر گزارش شده در تحقیقات گذشته می‌توان گفت که گونه زربین منطقه پارک شهید زارع ساری (استان مازندران) از لحاظ خواص فیزیکی دارای دانسیته متوسط و دارای هم‌کشیدگی و واکشیدگی مناسب است. از لحاظ خواص مکانیکی دارای مقادیر نسبتاً خوبی بوده که می‌توان از این چوب برای ساختمان سازی، تولید تخته لایه، روکش، میلمان چوبی و غیره استفاده کرد [۶]. از آنجا که کشور ایران با کمبود چوب مواجه است بخش اعظم کمبود چوب با واردات چوب‌های سوزنی‌برگ مانند نراد و کاج تامین می‌گردد و از آنجایی که چوب زربین جز معدود سوزنی‌برگانی است که می‌تواند در شرایط مرطوب و نیمه خشک براحتی رشد نماید، گزینه مناسبی برای جنگل‌کاری در ایران محسوب می‌گردد.

منابع

- D., and Sousa, M. E. D. 2010. Technological characterization of *Cupressus* spp. wood. *Floresta e Ambiente*, 17(1), 1-11. <https://doi.org/10.4322/floram.2011.002>
- [6] Chavenetidou, M., Tsiaras, S., Koulelis, P. P., Raptis, D. I. 2025. Evaluating the Wood Quality of Conifer Species in the Greek Forest Sector Using an Integrated Multi-Criteria Decision Analysis (MCDA) Approach. *Forests* 16, 1028. <https://doi.org/10.3390/f16061028>
- [7] Jazirei, M. H. 2002. *Forestation in drylands* (pp. 335–344). University of Tehran Press. (In Persian).
- [8] Bektas, İ., and Kurt, R. 2010. Principal mechanical properties of cypress wood (*Cupressus sempervirens* L.) naturally grown in (Kahramanmaraş) Eastern Mediterranean of Turkey. *Gazi University Journal of Science*, 23(3), 357-362.
- [9] Kiaei, M. 2010. Physical and mechanical properties (Hardness and Nail of Resistance) variation of *Cupressus sempervirens* wood in longitudinal axis of the tree. *World Applied Sciences Journal*, 11(3), 327–329.
- [10] Hashemi, S. K. H., & Kord, B. 2011. Variation of within-stem biometrical and physical property indices of wood from *Cupressus sempervirens* L. *Bioresources*, 6(2), 1843-1857. <https://doi.org/10.15376/biores.6.2.1843-1857>
- [11] International Organization for Standardization. 2019. ISO 3129: Wood — Sampling methods and general requirements for physical and mechanical testing of small clear wood specimens. ISO.
- [12] ASTM International. 2014. ASTM D143: Standard test methods for small clear specimens of timber. ASTM International.
- [13] Standovár, T., Kenderes, K. 2003. A review on natural stand dynamics in beechwoods of East Central Europe. *Applied ecology and environmental research* 1:19-46. <https://doi.org/10.15666/aeer/01019046>
- [14] Yu, L., Liang, Y., Zhang, Y., and Cao, J. 2020. Mechanical properties of wood materials using near-infrared spectroscopy based on correlation local embedding and partial least-squares. *Journal of forestry research* 31:1053-60. <https://doi.org/10.1007/s11676-019-01031-7>
- [15] Lo Monaco, A., Calienno, L., Pelosi, C., Balletti, F., Agresti, G., and Picchio, R. 2015. Technical properties of beech wood from aged coppices in central Italy. *iForest-Biogeosciences and Forestry*, 8(1), 82. <https://doi.org/10.3832/for1136-007>
- [16] Bozkurt, A. Y., and Goker, Y. (1988). The researchings on properties of physical and mechanical of *Cupressus sempervirens* var. *horizontalis*'s wood and its usage areas (TUBITAK-ORUTAR Project). Ankara.
- [1] Demattè, M. L., Zanetti, M., Urso, T., and Cavalli, R. 2022. Wooden indoor environments' restorativeness. *Forests*, 13(12), 2073. <https://doi.org/10.3390/f13122073>
- [2] Tamantini, S., Del Lungo, A., Romagnoli, M., Paletto, A., Keller, M., Bersier, J., and Zikeli, F. 2021. Basic steps to promote biorefinery value chains in forestry in Italy. *Sustainability*, 13(21), 11731. <https://doi.org/10.3390/su132111731>
- [3] Tichi, A. H., Gholamyan, H., Oladi, R., and Khatiri, A. 2024. Investigation of selected physical, biometrical and mechanical properties of persimmon tree (*Diospyros Lotus*) in the Alborz Forest site. *Iranian Journal of Wood and Paper Industries*, Vol. 15, No. 4, Page 411 – 425. <https://doi.org/10.22034/ijwp.2024.2028409.1664>
- [4] Harfouche, A., Romagnoli, M., and Corona, P. 2022. Under the “publish or perish” mantra and the race for grants, insights to catalyze research into wood science. <https://doi.org/10.12899/asr-2407>
- [5] Okino, E. Y. A., Santana, M. A. E., Alves, M. V. D. S., Melo, J. E. D., Coradin, V. T. R., Souza, M. R.