تاثیر ارتفاع از سطح دریا بر خواص فیزیکی، زیست‌سنجی و ریخت‌شناسی چوب گونه ممرز (*Carpinus betulus*)

مجید کیائی[1*] و محمد طلائی‌پور[2]

۱) گروه تخصصی علوم و صنایع چوب و کاغذ، دانشگاه آزاد اسلامی واحد چالوس، چالوس، ایران. * رایانامه نویسنده مسئول: mjd_kia59@yahoo.com

۲) دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، گروه تخصصی صنایع چوب و کاغذ، تهران، ایران.

تاریخ دریافت: ۸۹/۱۰/۲۹ تاریخ پذیرش: ۹۰/۰۹/۲۱

چکیده

تاثیر ارتفاع از سطح دریا بر خواص فیزیکی، زیست‌سنجی و ریخت‌شناسی چوب ممرز در این مطالعه مورد بررسی قرار گرفت. تعداد ۹ اصله درخت سالم ممرز برای این منظور از سه کلاسه ارتفاعی از سطح دریا (۳۰۰، ۷۵۰ و ۱۳۵۰ متر) از طرح جنگلداری ماشلک واقع در شهرستان نوشهر، مازندران نمونه‌برداری شده و خواص فیزیکی و زیست‌سنجی چوب آنها به ترتیب با استفاده از استاندارد ISO-3131 و روش فرانکلین اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد که ارتفاع از سطح دریا تاثیر معنی‌داری بر خواص فیزیکی چوب ممرز ندارد. ($p<0.05$). این در حالی است که خواص زیست‌سنجی چوب ممرز به شکل معنی‌داری تحت تاثیر ارتفاع از سطح دریا قرار دارد، به طوری که شاهد افزایش در میزان هم‌کشیدگی حجمی، جرم ویژه خشک، ضخامت دیواره سلولی و ضریب رانکل با افزایش ارتفاع از سطح دریا و در مقابل کاهش مقادیر طول الیاف، قطر الیاف، قطر حفره سلولی، ضریب درهم‌رفتگی و ضریب انعطاف‌پذیری چوب ممرز بودیم.

واژه‌های کلیدی: ممرز، خواص فیزیکی چوب، ویژگی‌های زیست‌سنجی.

مقدمه

استفاده مطلوب از چوب گونه‌های بومی کشور نیازمند بررسی‌های جامعی در زمینه شناخت و تعیین خواص کاربردی آنها است، زیرا خواص مهندسی گونه‌های مختلف از شاخص‌های مهم کاربرد چوب در صنایع چوب می‌باشد. بر این اساس شناخت ویژگی چوب‌ها و تغییرات آنها در جهت استفاده بهینه از منابع تجدیدشونده از اهمیت به سزایی در اقتصاد کشور برخوردار است. چوب ماده‌ای طبیعی، هیگروسکوپیک، آنیزوتروپ، ناهمگن و پلیمری است که از سلولز، لیگنین و دیگر مواد آلی و حتی معدنی تشکیل شده و عکس‌العمل‌های متفاوتی را در برابر عوامل مختلف مانند منطقه رویشگاهی، ارتفاع از سطح دریا، پهنی حلقه رویش، روش‌های جنگلداری، شرایط اقلیمی و غیره نشان می‌دهد.

جنگل‌های شمال ایران از جمله مناطقی هستند که بسیاری از متغیرهای محیطی را در خود جای داده‌اند،

به طوری که گونه ممرز با پوشش حدود ۳۳ درصد از کل حجم جنگلی و ۲۵ درصد از جنگل‌های شمال ایران به شدت تحت تاثیر این عوامل قرار گرفته است. بنابراین لزوم شناسایی دقیق این عوامل و نحوه تاثیر آنها بر خواص مختلف چوب ممرز از اهمیت زیادی برخوردار بوده و راهنمای مناسبی برای کارشناسان این رشته می‌باشد، تا با کاربرد صحیح از فرآورده‌های چوبی حاصله، استفاده بهینه از این گیاه به عمل آمده و ضایعات آن به حداقل ممکن کاهش یابد.

تحقیقات مختلفی طی سالیان اخیر در زمینه ویژگی‌های مختلف درخت ممرز انجام گرفته و نتایج به نسبت مناسبی نیز حاصل شده است. پارساپژوه و دوست‌حسینی (۱۳۷٦) در بررسی خواص فیزیکی و تغییرات طول الیاف چوب ممرز از منطقه رویشگاهی خیرود کنار در محورهای شعاعی (از مغز به پوست) و طولی درخت (از پایین به بالای درخت) در منطقه نوشهر دریافتند که تغییرات رطوبت چوب ممرز در جهت طولی و شعاعی از نظر آماری تفاوت معنی‌داری داشته و با تغییرات رطوبت چوب در محور طولی از زمین به سمت تاج صعودی و همراه با نوسان‌هایی است. همچنین میزان جرم ویژه در محور شعاعی از مغز به سمت پوست و در محور طولی از بن به سمت تاج روند نزولی داشته است. میانگین جرم ویژه خشک ممرز در این بررسی ۰/۷۵۲ گرم بر سانتی‌متر مکعب محاسبه شده است. نامبردگان تغییرات طول الیاف را از مغز به سمت پوست و از تاج درخت به طرف بن درخت افزاینده محاسبه نمودند. میانگین دانسیته خشک ۰/۷۵۲ گرم بر سانتی‌متر مکعب، طول الیاف ۱/٤۷ میلی‌متر و هم‌کشیدگی حجمی آن برابر ۱۷/٥٤ درصد تخمین زده شده است. این در حالی است که حسینی (۱۳۷۰) میانگین طول الیاف چوب جوان گونه ممرز را به‌ترتیب ۱۰٤۷ و ۱۸۲٤ میکرومتر اعلام کرد. همچنین حسین زاده و همکاران (۱۳۷۹) میزان جرم ویژه چوب ممرز از منطقه رویشگاهی ویسر مازندران را ۰/۷۳٦ گرم بر سانتی‌متر مکعب و میزان هم‌کشیدگی مماسی، شعاعی و حجمی را به ترتیب برابر ۱۰/٦، ٦/۷۸ و ۱۷/٦٤ درصد تعیین کردند. عاقلی (۱۳۷۳) در بررسی خواص آناتومیکی و فیزیکی، درختان ممرز دانه‌زاد و شاخه‌زاد را مورد مقایسه قرار داده و با اندازه‌گیری ۱۲۰۰۰ الیاف در محور طولی (۵، ۳۵ و ٦۵ درصد) و شعاعی (مغز به سمت پوست) این درخت اظهار داشت که اختلاف معنی‌داری بین درختان دانه‌زاد و شاخه‌زاد از نظر طول الیاف وجود ندارد.

گلبابایی و حسین‌زاده (۱۳۸۰) در بررسی تغییرات ویژگی‌های مهندسی چوب ممرز در سه منطقه ارتفاعی جنگلهای اسالم گیلان، میزان جرم ویژه خشک در منطقه پایین‌بند (منطقه رویشگاهی شاندرمن)، میان‌بند (منطقه رویشگاهی چفرود) و بالابند (منطقه رویشگاهی ناو اسالم) را به‌ترتیب ۰/۷، ۰/۷۳ و ۰/۷۹ گرم بر سانتی‌متر مکعب و میزان جرم ویژه بحرانی را در این مناطق به‌ترتیب ۰/٦۸، ۰/٦۹ و ۰/۷۱ گرم بر سانتی‌متر مکعب بیان کردند. این پژوهشگران اظهار داشتند که هر قدر وزن مخصوص چوب افزایش یابد مقاومت چوب در برابر نیروهای خمشی، کششی و فشاری زیاد شده و درجه سختی آن بالا می‌رود.

حسین‌زاده و شیخ اسلامی (۱۳٦۳) در بررسی تغییرات طول فیبر و پهنای دوایر سالیانه گونه ممرز در سه منطقه ارتفاعی جنگلهای اسالم دریافتند که ارتفاع از سطح دریا در این جنگل‌ها تاثیر چندانی بر اندازه طول فیبر درختان نداشته است. اختلاف طول فیبر درختان در هریک از این مناطق در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بوده است. همبستگی مثبتی نیز بین طول فیبر با سن درخت دیده شد، در حالی که میان طول فیبر با پهنای حلقه دایره سالیانه درختان یک

همبستگی مثبت یا منفی در سطح احتمال یک درصد با توجه به هر منطقه ارتفاعی به دست آمد. آنان میانگین طول الیاف را ۱/۷۱ میلی‌متر و در مناطق مختلف پایین بند، میان‌بند و بالابند به‌ترتیب ۱/۷۹، ۱/٦۹ و ۱/٦٦ میلی‌متر اندازه‌گیری کردند.

گلبابایی و نوربخش (۱۳۸۳) میزان جرم ویژه خشک در جنگل‌های گلستان را در ارتفاع بالابند و میان‌بند برابر ۰/۷۱۱ و ۰/۷۲۳ گرم بر سانتی‌مترمکعب و میزان جرم ویژه بحرانی را در این مناطق به ترتیب ۰/٦۱۲ و ۰/٦٤٥ گرم بر سانتی‌متر مکعب تعیین کردند. مهدوی و حبیبی (۱۳۸۳) نیز میزان طول الیاف چوب گونه ممرز منطقه شصت کلاته گرگان را در قسمت تنه برابر ۱/۷۱٤ میلی‌متر و در قسمت شاخه مساوی با ۱/٤۲۹ میلی‌متر اندازه‌گیری کرده و بیان نمودند که میزان طول فیبر تنه در قسمت‌های پایین چوب تنه و در مجاورت پوست افزایش می‌یابد. Polandzhyan و Pinadzhyan (۱۹۷٤) در بررسی خواص فیزیکی و مکانیکی چوب ممرز ٤۰ تا ۱۲۰ ساله در رویشگاه‌های مختلف به این نتیجه رسیدند که این خواص در رویشگاه‌های مرطوب‌تر از برتری بیشتری برخوردار هستند.

توجه به مطالعات صورت گرفته در ایران نشان می‌دهد که تمرکز بیشتر مطالعات روی گونه ممرز در مناطقی از استان‌های گیلان و گلستان و قسمت‌هایی از شهرستان ساری بوده است و تحقیقات کمتری در مناطق مرکزی نوار شمالی رشته کوه البرز انجام شده است. لذا پژوهش حاضر به بررسی اثر ارتفاع از سطح دریا بر خواص فیزیکی، زیست‌سنجی و ریخت‌شناسی چوب گونه ممرز در طرح جنگلداری ماشلک واقع در شهرستان نوشهر به عنوان یکی از مناطق مرکزی جنگل‌های نوار شمالی رشته کوه البرز پرداخت.

مواد و روش‌ها

تعداد ۹ اصله درخت سالم ممرز (۳۵ ساله) از سه کلاسه ارتفاعی ۳۰۰، ۷۵۰ و ۱۳۵۰ متری از سطح دریا در طرح جنگلداری ماشلک، شهرستان نوشهر، مازندران به منظور بررسی خواص فیزیکی و زیست‌سنجی گونه ممرز انتخاب شدند. اطلاعات مربوط به هر یک از کلاسه ارتفاعی در جدول شماره ۱ نشان داده شده است. سپس سه دیسک ۵ سانتی‌متری از ارتفاع برابر سینه، ۵۰ و ۷۵ درصد تنه از هر درخت تهیه و برای مطالعه خصوصیات ریخت‌شناسی و زیست‌سنجی مورد استفاده قرار گرفتند.

جدول ۱. مشخصات درختان قطع شده در سه کلاسه ارتفاعی از سطح دریا واقع در شهرستان نوشهر

ارتفاع از سطح دریا (متر)	۳۰۰	۷۵۰	۱۳۵۰
بارش سالیانه (میلی‌متر)	۱۳٤٥/۳	۱۳۰۰	۱۳۰۰
میزان رطوبت (درصد)	۸۳	۸۳	۸۳
دما (درجه سانتی‌گراد)	۷-۲۵	۷-۲۵	۷-۲۵
سن درختان (سال)	۳۵	۳۵	۳۵

ویژگی‌های فیزیکی

نمونه‌های آزمونی برای اندازه‌گیری خواص فیزیکی چوب از مغز درخت در محور شعاعی به سمت پوست مطابق با استاندارد ISO-3131 تهیه شد. آزمایش‌ها پس از تهیه نمونه‌ها به ابعاد استاندارد (۲×۲×۲ سانتی‌مترمکعب) شامل توزین و اندازه‌گیری ابعاد صورت گرفت. میزان حجم تر در مرحله اول

توسط کولیس با دقت ۰/۰۱ میلی‌متر و وزن تر با کمک ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۰۱ میلی‌گرم اندازه‌گیری شدند. نمونه‌ها در مرحله دوم به مدت ٤٨ ساعت در آب قرار گرفتند تا به طور کامل از آب اشباع شوند. سپس وزن و حجم اشباع نمونه‌ها با استفاده از ترازوی دیجیتال و کولیس اندازه‌گیری گردید. در مرحله سوم نمونه‌ها به مدت ٤٨ ساعت داخل اتو در دمای ۲±۱۰۳ درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند تا کاملاخشک شوند. سپس میزان حجم و وزن نمونه‌ها در حالت خشک با استفاده از کولیس و ترازوی دیجیتال تعیین گردید. جرم ویژه خشک به عنوان یکی از مهمترین خواص مکانیکی و فیزیکی چوب از تقسیم وزن خشک به حجم خشک به دست به دست آمد (Panshinn & Dezeeuw, 1980). جرم ویژه بحرانی نیز به عنوان یکی از مهمترین خواص ذاتی چوب با تقسیم وزن خشک به حجم اشباع به دست آمد (Panshinn & Dezeeuw, 1980). هم‌کشیدگی و واکشیدگی نمونه‌های چوب شامل تغییر ابعاد چوب تحت تاثیر پدیده‌های گوناگون نظیر تغییرات رطوبتی چوب در حد فاصل نقطه اشباع از آب و خشک فیبرها از طریق روابط ذیل به دست آمد (Panshinn & Dezeeuw, 1980):

$$\text{درصد هم‌کشیدگی حجمی} = \frac{\text{حجم اشباع} - \text{حجم خشک}}{\text{حجم اشباع}} \times 100$$

$$\text{درصد واکشیدگی حجمی} = \frac{\text{حجم اشباع} - \text{حجم خشک}}{\text{حجم خشک}} \times 100$$

خصوصیات زیست‌سنجی

تعداد ۳ نمونه از محور شعاعی نمونه‌های انتخابی ممرز برای محاسبه خواص زیست‌سنجی، از مغز به سمت پوست تهیه شد. سپس الیاف هر نمونه طبق روش Frnaklin (1954) با کمک اسید استیک و آب اکسیژنه با نسبت ۱:۱ از یکدیگر جدا شدند. ابتدا نمونه‌ها چوبی به ابعاد ۱×۰/۲×۰/۲ سانتی‌متر مکعب برای این منظور داخل میکروکوانت قرار گرفته و مخلوط اسید استیک و آب اکسیژنه به وسیله پیپت مدرج روی نمونه‌ها چوبی ریخته شد. میکروکوانت به مدت ٤٨ ساعت در یک اتو با حرارت ٦٤ درجه سانتی‌گراد قرار گرفت. نمونه‌ها پس از سفید شدن در میکروکوانت توسط آب مقطر برای ٤ تا ٥ نوبت تا زمانی شسته شدند که بوی آب اکسیژنه و اسید استیک کاملاً از بین برود. اندازه‌گیری شاخص‌های زیست‌سنجی توسط دستگاه آنالیز تصویری استفاده شده است.

ویژگی‌های ریخت‌شناسی

خواص ریخت‌شناسی شامل ضرایب انعطاف-پذیری، ضریب درهم‌رفتگی و ضریب رانکل نیز در این مطالعه تعیین گردید. ضریب انعطاف پذیری شامل مقاومت در برابر گیسختگی و ترکیدگی از تقسیم قطر حفره بر قطر الیاف به دست آمد. ضریب درهم‌رفتگی نیز که بیانگر میزان مرغوبیت کاغذ حاصله خواهد بود از تقسیم طول الیاف بر قطر الیاف تعیین شد. همچنین ضریب رانکل که نشان‌دهنده مقاومت کاغذ در برابر پارگی می‌باشد با تقسیم ضخامت دو دیواره به قطر الیاف به دست آمد (حسینی، ۱۳۷۰ و ۱۳۷۹). الیاف زیادی به ازای هر یک از نمونه‌های آزمایشی رویت گردید که تعداد ۳۰ فیبر برای محاسبه ویژگی‌های ریخت‌شناسی استفاده شد.

تجزیه و تحلیل آماری

اثرات مستقل و متقابل ارتفاع از سطح دریا و محور طولی به عنوان دو متغیر بر خواص فیزیکی و زیست‌سنجی چوب ممرز در این تحقیق بررسی شدند. طرح آماری مورد استفاده شامل آزمون فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی بوده و از آزمون چند دامنه‌ای دانکن برای مقایسه میانگین‌ها با کمک نرم‌افزار SPSS 18 استفاده گردید.

نتایج

میانگین دانسیته خشک و هم‌کشیدگی حجمی در محور طولی درخت ممرز در هر یک از کلاسه ارتفاعی در جدول ۲ نشان داده شده است. نتایج آزمون تجزیه واریانس نشان داد که تاثیر مستقل ارتفاع از سطح دریا، محور طولی و اثرات متقابل ارتفاع از سطح دریا و محور طولی درخت بر هم‌کشیدگی حجمی غیرمعنی‌دار است. همچنین تاثیر ارتفاع از سطح دریا بر دانسیته خشک غیرمعنی‌دار و اثر محور طولی درخت و اثرات متقابل ارتفاع از سطح دریا و محور طولی بر دانسیته خشک معنی‌دار است (جدول ۳)، به طوری‌که میزان دانسیته خشک و هم‌کشیدگی حجمی با افزایش ارتفاع از سطح دریا افزایش ناچیزی می‌یابد. ضمن اینکه روند تغییرات دانسیته خشک و هم‌کشیدگی حجمی در محور طولی درخت نیز نزولی است (جدول ٤).

همچنین میانگین خواص زیست‌سنجی چوب ممرز در محور طولی درخت در هر یک از کلاسه ارتفاعی از سطح دریا در جدول ۵ نشان داده شده است. نتایج آزمون تجزیه واریانس نشان داد که اثرات مستقل ارتفاع از سطح دریا و محور طولی درخت ممرز و اثرات متقابل آن بر طول، قطر الیاف و ضخامت دیواره سلولی معنی‌دار بود (جدول ٦)، به طوری که با افزایش ارتفاع از سطح دریا، میزان طول الیاف، قطر الیاف، قطر حفره سلولی کاهش و مقدار ضخامت دیواره سلولی افزایش می‌یابد. علاوه براین روند تغییرات صفات زیست‌سنجی چوب در محور طولی از پایین به بالای درخت نزولی است (جدول ۷). شایان ذکر است که اثر مستقل ارتفاع از سطح دریا و اثر متقابل ارتفاع از سطح دریا و محور طولی درخت بر قطر حفره سلولی معنی‌دار و اثر محور طولی بر میزان این صفت غیرمعنی‌دار است.

جدول ۲. نتایج خواص فیزیکی در محور طولی درخت ممرز در هر یک از کلاسه‌های ارتفاعی

		ارتفاع برابر سینه	۵۰ درصد تنه درخت	۷۵ درصد تنه درخت
ارتفاع ۳۰۰ متری	دانسیته خشک (گرم بر سانتی‌متر مکعب)	۰/٦۹۹±۰/۰۵۳ [a]	۰/٦۹۸±۰/۰۵۳ [a]	۰/٦۲۳±۰/۰۷۵ [b]
	هم‌کشیدگی حجمی (درصد)	۱٦/۹۱±۳/٦٦ [a]	۱٦/۱۰±٤/۳۱ [a]	۱٤/۳٤±٤/۳۹ [b]
ارتفاع ۷۵۰ متری	دانسیته خشک (گرم بر سانتی‌متر مکعب)	۰/٦۹۱±۰/۰٦٦	۰/٦۸۱±۰/۰٦۷	۰/٦۷۵±۰/۰٦۷
	هم‌کشیدگی حجمی (درصد)	۱٦/۲۲±٤/۲٤	۱٦±٤/۲۸	۱٤/۹۷±٤/۲٦
ارتفاع ۱۳۵۰ متری	دانسیته خشک (گرم بر سانتی‌متر مکعب)	۰/۷۱۲±۰/۰۷۲	۰/٦۹۳±۰/۰٤۸	۰/٦۸٦±۰/۰٦۲
	هم‌کشیدگی حجمی (درصد)	۱٦/٦۹±٤/۹۷	۱٦/۳۳±٤/۲۵	۱٦/۱۱±۳/۹۹

حرف انگلیسی متفاوت در هر ردیف بیانگر اختلافات معنی‌دار در ارتفاعات مختلف است.

جدول ۳. نتایج آزمون تجزیه واریانس خواص فیزیکی چوب ممرز در سه کلاسه ارتفاعی و محور طولی در گونه ممرز

صفت	متغیر	درجه آزادی	F	سطح معنی‌دار
دانسیته خشک	ارتفاع از سطح دریا	۲	۲/۵۵۷	۰/۰۷۸
	محور طولی	۲	۲/٤٤۷	۰/۰۰۱
	اثرات متقابل	٤	۲/٦۱۹	۰/۰۳٦
هم‌کشیدگی حجمی	ارتفاع از سطح دریا	۲	۰/٤۹۷	۰/٦۰۹
	محور طولی	۲	۰/٤٦۷	۰/٦۲۸
	اثرات متقابل	٤	۱/۱۹۳	۰/۳۱۵

حرف انگلیسی متفاوت در هر ستون بیانگر اختلافات معنی‌دار در ارتفاعات مختلف است.

جدول ۴. نتایج خواص فیزیکی در محور طولی درخت و کلاسه ارتفاعی در گونه ممرز

کلاسه ارتفاعی (متر)	دانسیته خشک (گرم بر سانتی‌متر مکعب)	هم‌کشیدگی حجمی (درصد)
ارتفاع از سطح دریا		
۳۰۰	۰/۶۷۳	۱۵/۷۸
۷۵۰	۰/۶۸۲	۱۵/۷۳
۱۳۵۰	۰/۶۹۷	۱۶/۳۷
محور طولی درخت		
ارتفاع برابر سینه	۰/۷۰۱ a	۱۶/۶۰
۵۰ درصد تنه درخت	۰/۶۹۱ a	۱۶/۱۴
۷۵ درصد تنه درخت	۰/۶۶۱ b	۱۵/۱۴

حرف انگلیسی متفاوت در هر ستون بیانگر اختلافات معنی‌دار در ارتفاعات مختلف است.

خواص ریخت‌شناسی چوب ممرز در سه کلاسه ارتفاعی و محور طولی درخت در جدول ۸ آمده است. نتایج نشان داد که مقادیر ضریب درهم‌رفتگی و ضریب انعطاف‌پذیری با افزایش ارتفاع از سطح دریا، کاهش و مقدار ضریب رانکل افزایش می‌یابد. همچنین روند تغییرات ضریب درهم‌رفتگی و ضریب انعطاف‌پذیری در محور طولی از پایین به بالای درخت صعودی و ضریب رانکل نزولی است.

جدول ۵. نتایج خواص زیست‌سنجی در محور طولی درخت ممرز در هر یک از کلاسه ارتفاعی

	متغیر	ارتفاع برابر سینه	۵۰ درصد تنه درخت	۷۵ درصد تنه درخت
ارتفاع ۳۰۰ متری	طول الیاف (میلی‌متر)	۱/۸۰±۰/۲۰ a	۱/۶۹±۰/۱۸ b	۱/۶۱±۰/۲۲ c
	قطر الیاف (میکرومتر)	۳۳/۶۷±۴/۸۰ a	۲۸/۸۶±۳/۱۹ b	۲۶/۵۰±۱/۶۷ c
	ضخامت دو دیواره سلولی (میکرومتر)	۱۱/۴۵±۳/۳۲ a	۹/۱۴±۱/۶۷ b	۸/۷۰±۲/۱۶ c
	قطر حفره سلولی (میکرومتر)	۲۲/۲۱±۶/۱۸ a	۱۹/۷۱±۳/۶۱ b	۱۷/۸۰±۲/۱۶ c
ارتفاع ۷۵۰ متری	طول الیاف (میلی‌متر)	۱/۵۴±۰/۲۴۴ a	۱/۵۱±۰/۲۴۱ a	۱/۳۸±۰/۲۵۰ b
	قطر الیاف (میکرومتر)	۲۶/۹۱±۱/۹۶ a	۲۶/۷۴±۳/۱۴ a	۲۵/۳۲±۲/۵۰ b
	ضخامت دو دیواره سلولی (میکرومتر)	۱۲/۰۷±۱/۵۰ a	۱۰/۷۶±۱/۳۷ b	۸/۸۸±۱/۴۱ c
	قطر حفره سلولی (میکرومتر)	۱۴/۸۴±۱/۴۴ a	۱۵/۹۷±۳/۱۹ b	۱۶/۴۳±۲/۶۹ c
ارتفاع ۱۳۵۰ متری	طول الیاف (میلی‌متر)	۱/۲۰±۰/۱۷۷ a	۱/۰۷±۰/۱۷۴ b	۹۱۹±۰/۲۱۰ c
	قطر الیاف (میکرومتر)	۲۴/۶۰±۲/۲۵ a	۲۲/۹۴±۲/۱۳ b	۲۱/۱۷±۲/۲۶ c
	ضخامت دو دیواره سلولی (میکرومتر)	۱۶/۷۴±۱/۵۲ a	۱۴±۱/۷۰ b	۱۱/۱۶±۱/۴۷ c
	قطر حفره سلولی (میکرومتر)	۷/۸۵±۲/۵۸ a	۸/۹۴±۲/۰۷ b	۱۰/۰۱±۲/۳۲ c

حرف انگلیسی متفاوت در هر ردیف بیانگر اختلافات معنی‌دار در ارتفاعات مختلف است.

جدول ۶. نتایج آزمون تجزیه واریانس خواص زیست‌سنجی چوب ممرز در سه کلاسه ارتفاعی و محور طولی

	متغیر	درجه آزادی	F	سطح معنی‌داری
طول الیاف	ارتفاع از سطح دریا	۲	۱۸۵۶/۷۸	۰/۰۰۰
	محور طولی	۲	۲۶۲/۲۱۰	۰/۰۰۰
	اثرات متقابل	٤	۵/۵۰۸	۰/۰۰۰
قطر الیاف	ارتفاع از سطح دریا	۲	۱۱۷۸/٦۵	۰/۰۰۰
	محور طولی	۲	٤۲٦/۳٦٤	۰/۰۰۰
	اثرات متقابل	٤	۷۹/٤۲۷	۰/۰۰۰
ضخامت دیواره سلولی	ارتفاع از سطح دریا	۲	۱۱۳۰/٦٦	۰/۰۰۰
	محور طولی	۲	۸۳۹/۹۵٤	۰/۰۰۰
	اثرات متقابل	٤	۵٤/۳٦۸	۰/۰۰۰
قطر حفره سلولی	ارتفاع از سطح دریا	۲	۲٤۳۲/٤۷	۰/۰۰۰
	محور طولی	۲	۱/۰۲۱	۰/۳٦۰
	اثرات متقابل	٤	۸۸/۳۷۳	۰/۰۰۰

جدول ۷. نتایج خواص زیست‌سنجی در سه کلاسه ارتفاعی و محور طولی درخت ممرز

ارتفاع از سطح دریا				
کلاسه ارتفاعی (متر)	**طول الیاف (میلی‌متر)**	**قطر الیاف (میکرومتر)**	**ضخامت دو دیواره سلولی (میکرومتر)**	**قطر حفره سلولی (میکرومتر)**
۳۰۰	۱/۷۰ [a]	۲۹/٦۸ [a]	۹/۷٦ [a]	۱۹/۹۱ [a]
۷۵۰	۱/٤۸ [b]	۲٦/۳۲ [b]	۱۰/۵۷ [b]	۱۵/۷۵ [b]
۱۳۵۰	۱/۰٦ [c]	۲۲/۹۱ c	۱۳/۹۷ [c]	۸/۹۳ [c]
محور طولی درخت				
ارتفاع برابر سینه	۱/۵۱ [a]	۲۸/٤۰ [a]	/٤۲ ۱۳ [a]	۱٤/۹۷ [a]
۵۰ درصد تنه درخت	۱/٤۲ [b]	۲٦/۱۸ [b]	۱۱/۳۰ [b]	۱٤/۸۸ [a]
۷۵ درصد تنه درخت	۱/۳۰ [c]	۲٤/۳۳ c	۹/۵۸ c	۱٤/۷٤ [a]

حرف انگلیسی متفاوت در هر ستون بیانگر اختلافات معنی‌دار در ارتفاعات مختلف است.

جدول ۸. میانگین خواص ریخت‌شناسی چوب ممرز در سه کلاسه ارتفاعی از سطح دریا و محور طولی درخت ممرز.

ارتفاع از سطح دریا			
کلاسه ارتفاعی (متر)	**ضریب درهم‌رفتگی**	**ضریب انعطاف‌پذیری (درصد)**	**ضریب رانکل (درصد)**
۳۰۰	۵۷/۲۷	٦۷/۰۸	٤۹/۰۲
۷۵۰	۵٦/۲۳	۵۹/۸٤	٦۷/۱۱
۱۳۵۰	٤٦/۲٦	۳۸/۹۷	۱۵٦/٤۳
محور طولی درخت			
ارتفاع برابر سینه	۵۳/۱٦	۵۲/۷۱	۸۹/٦٤
۵۰ درصد تنه درخت	۵٤/۲۳	۵٦/۸۳	۷۵/۹٤
۷۵ درصد تنه درخت	۵۳/٤۳	٦۰/۵۸	٦٤/۹۹

بحث و نتیجه‌گیری

پژوهشگران بر این باور هستند که الگوی معینی در مورد تغییرات جرم ویژه در محور طولی درخت پهن‌برگان به دلیل ساختمان پیچیده آنها وجود ندارد (Panshin & De Zeeuw, 1980). نتایج این تحقیق نشان داد که الگوی تغییرات جرم ویژه خشک از پایین به بالای درخت در گونه ممرز با افزایش ارتفاع کاهش می‌یابد که می‌تواند به دلیل کاهش ضخامت دو دیواره سلولی، ماده چوبی بیشتر در دیسک اول نسبت به سایر دیسک‌ها و جوانتر بودن چوب دیسک‌های بالاتر نسبت به دیسک اول باشد.

میانگین کلی جرم ویژه خشک گونه ممرز در سه کلاسه ارتفاعی از جنگل‌های شهرستان نوشهر در این مطالعه برابر ۰/٦٨٤ گرم بر سانتی‌متر مکعب بود که با یافته‌های به دست آمده از مناطق ویسر مازندران (۰/۷۳٦ گرم بر سانتی‌متر مکعب؛ حسین‌زاده و همکاران، ۱۳۷۹)، منطقه سنگده ساری (۰/۷۰۱ گرم بر سانتی‌متر مکعب؛ ناصر نخعی و همکاران، ۱۳۷٦)، منطقه اسالم گیلان (۰/۷٤ گرم بر سانتی‌متر مکعب؛ گلبابایی و حسین‌زاده، ۱۳۸۰)، خیرودکنار نوشهر (۰/۷۵۲ گرم بر سانتی‌متر مکعب؛ پارساپژوه و دوست‌حسینی، ۱۳۷٦) مطابقت دارد. گونه ممرز بر اساس تقسیم‌بندی چوب‌ها به لحاظ جرم ویژه جزء پهن‌برگان نیمه‌سنگین قرار دارد (پارساپژوه و دوست‌حسینی، ۱۳۷٦).

طول سلول‌ها در یک درخت و میان درختان یک گونه متفاوت است، هرچند که به نحو نیرومندی توسط خصوصیات ژنتیکی کنترل شده و با تغییر الگوی رشد در جنگل‌داری نیز قابل تغییر است (Zobel & Van Bujitene, 1989). امروزه از فیبرهای کوتاه و بلند به شکل گسترده‌ای در صنعت کاغذسازی استفاده می‌شود. اندازه‌گیری فیبرهای تشکیل‌دهنده خمیر و تعیین ارتباط مستقیم بین خواص خمیر کاغذ از اهمیت زیادی برخوردار است. افزایش طول فیبرها برای مثال بر خواص مقاومتی کاغذ تاثیر مثبت دارد (Kirci, 2000). نتایج این پژوهش نشان داد که طول الیاف با افزایش ارتفاع از سطح دریا کاهش می‌یابد، به طوری که میزان طول الیاف در جنگل‌های پایین‌بند نوشهر بیشتر و در منطقه بالابند کمتر است. همچنین روند تغییرات طول الیاف در محور طولی از پایین به بالای درخت نزولی است. به طورکلی دوایر سالیانه واقع در مرکز تنه حاوی کوتاه‌ترین فیبرها در تمام طول درخت ممرز بوده و با افزایش سن درخت بالا می‌رود (مهدوی و حبیبی، ۱۳۸۱).

الیاف از نظر طولی در سه طبقه شامل الیاف کوتاه با طول کمتر از ۰/۹ میلی‌متر، الیاف متوسط با طول بین ۰/۹ تا ۱/۹ میلی‌متر و الیاف بلند با طول بیشتر از ۱/۹ میلی‌متر تقسیم می‌شود (صالحی، ۱۳۷۷). الیاف چوب ممرز بر اساس این دسته‌بندی در کلاسه دوم (الیاف متوسط) قرار می‌گیرد. میانگین کلی طول فیبر گونه ممرز در کلاسه ارتفاعی ۳۰۰ متری از سطح دریا برابر ۱/۷ میلی‌متر (۱۷۰۰ میکرومتر) است که این میزان نسبت به میانگین طول الیاف رویشگاه خیرود کنار نوشهر با طول ۱٤۷۰ میکرومتر (پارساپژوه و دوست‌حسینی، ۱۳۷٦) بیشتر و تقریبا مشابه با رویشگاه اسالم (۱۷۱۰ میکرومتر) و شصت کلاته گلستان (۱۷۱٤ میکرومتر) است (حسین‌زاده و شیخ‌الاسلامی، ۱۳٦۳؛ مهدوی و حبیبی، ۱۳۸۱).

ضخامت دیواره سلولی یکی از فاکتورهای مهم در تعیین مقاومت کاغذ می‌باشد، به طوری که کاغذ ساخته شده از الیاف با دیواره سلولی نازک از مقاومت به پارگی کمی برخوردار هستند. الیاف با دیواره خیلی ضخیم دارای مقاومت کمی بوده و کاغذهای پرحجمی تولید می‌کند، در حالی که الیاف با طول بلند و ضخامت دیواره سلولی نازک نقش مهمی در مقاومت فیزیکی کاغذ دارند (Kirci, 2000). چهار گروه برای

طبقه‌بندی فیبر از نظر ضریب انعطاف‌پذیری وجود دارد ۱- فیبرهای خیلی الاستیک که مقدار ضریب انعطاف‌پذیری آن بیش از ۷۵ باشد، ۲- فیبرهای الاستیک با ضریب بین ۵۰-۷۵، ۳- فیبرهای سخت و سفت با نسبت بین ۳۰-۵۰ و ٤- فیبرهای با سفتی بالا که میزان ضریب آن کمتر از ۳۰ باشد (Istas et al., 1954; Bektas et al., 1999). میزان ضریب انعطاف‌پذیری گیاه ممرز مطابق با این طبقه‌بندی در ارتفاع ۳۰۰ و ۷۵۰ متر در گروه دوم و در ارتفاع ۱۳۵۰ متری در گروه سوم قرار دارد. زیرا فیبرهای گروه سوم با ضریب انعطاف‌پذیری بین ۳۰ تا ۵۰ برای تولید کاغذ قابل استفاده نبوده و بیشتر در تولید مقوا کاربرد دارد (Istas et al., 1954؛ Bektas et al., 1999). همچنین مقدار قابل قبول ضریب درهم‌رفتگی برای صنایع کاغذسازی بیش از ۳۳ درصد است (Xu et al., 2006) که درخت ممرز از نظر مقدار این ضریب در سه کلاسه ارتفاعی از سطح دریا، مطلوب صنعت کاغذسازی است.

مقادیر بالاتر از ۱ برای ضریب رانکل بیانگر ضخامت بالای دیواره سلولی فیبرها بوده و نشان می‌دهد که سلولز به دست آمده از این نوع فیبر کمتر در صنعت کاغذ استفاده می‌شود. در مقابل زمانی‌که ضریب رانکل برابر یا کمتر از ۱ باشد فیبرها دارای دیواره سلولی متوسطی بوده و سلولز به دست آمده از این نوع فیبر برای تولید کاغذ مناسب خواهد بود (Eroglu, 1980; Xu et al., 2006). مقدار ضریب رانکل درخت ممرز در کلاسه ارتفاعی ۳۰۰ و ۷۵۰ متری این تحقیق بر اساس الگوی فوق دارای دیواره سلولی نازک و در کلاسه ارتفاعی ۱۳۵۰ متری از سطح دریا دارای دیواره سلولی ضخیم است.

منابع

پارساپژوه، د. و دوست‌حسینی، ک. (۱۳۷٦) تغییرات خواص فیزیکی و طول الیاف گونه ممرز در محورهای شعاعی و طولی درخت. مجله منابع طبیعی ایران، ۵۰: ٦۹-۷۹.

حبیبی، ح. (۱۳٦۳) بررسی خاک راشستان‌های شمال ایران و نقش آن در گسترش تیپ‌های مختلف راشستان. مجله منابع طبیعی ایران، ۳۸: ۱۵-۲٦.

حسین‌زاده، ع. و شیخ‌الاسلامی، م. (۱۳٦۳) بررسی تغییرات طول فیبر و دوایر رویش سالیانه ممرز در سه ارتفاع جنگل‌های اسالم. نشریه شماره ۳٦، موسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع، ۳٤ صفحه.

حسین‌زاده، ع. طغرایی، ن. گلبابایی، ف. و نوربخش، ا. (۱۳۷۹) بررسی ویژگی‌های فیزیکی و مکانیکی گونه ممرز از رویشگاه ویسر مازندران. مجله تحقیقات علوم چوب و کاغذ، ۱٤۹: ۹-۱۰۹.

حسینی، ض. (۱۳۷۰) اثر چوب جوان بر روی مقاومت مکانیکی خمیر کاغذ حاصل از چوب صنوبر، توسکا قشلاقی و ممرز. مجله منابع طبیعی ایران، ٤۵: ٤۹-٦۰.

حسینی، ض. (۱۳۷۹) مورفولوژی الیاف در چوب وکاغذ، انتشارات دانشگاه گرگان، ۲۸۸ صفحه.

صالحی، ک. (۱۳۷۷) بررسی و تعیین ویژگی‌های خمیر کاغذ شیمیایی - مکانیکی بازده بالا از باگاس (APMP، CTMP-CMP). پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشکده مهندسی چوب و کاغذ، دانشکده علوم کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه گرگان. ۱۰۳ صفحه.

عاقلی، غ. (۱۳۷۳) بررسی مقایسه‌ای ساختمان‌های آناتومیکی، فیزیکی و مکانیکی چوب ممرز در جنگل‌های شاخه‌زاد و دانه‌زاد منطقه گرگان پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان. ۱٥٤ صفحه

گلبابایی، ف. و حسین‌زاده. (۱۳۸۰) در سه منطقه ارتفاعی جنگل‌های اسالم گیلان، مجله تحقیقات علوم چوب و کاغذ، ۱۵: ۳۳-٦۰.

مهدوی، س. و حبیبی، م. (۱۳۸۳) بررسی مقایسه‌ای ابعاد فیبر چوب تنه با شاخه گونه ممرز. مجله پژوهشی تحقیقات علوم چوب و کاغذ ایران. ۱۹(۲) : ۲۴۳-۲۵۸.

ناصرنخعی، م. مختومی، ع. و شفیعی‌فر، س. (۱۳۷۶) طرح تعیین خواص مهندسی کاربردی چوب‌های جنگلی ایران، گونه ممرز منطقه سنگده ساری. سازمان جنگل‌ها و مراتع کشور، دفتر بهره‌برداری و صنایع چوب، شماره ۹۹. ۸۹ صفحه.

Bektas, I., Tutus, A., and Eroglu, H. (1999) A study of the suitability of *Calabrian pine* (*Pinus Brutiaten*.) for pulp and paper manufacture. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 23: 589-599.

Bielczyk, S. (1956) Investigation of physical and mechanical properties of wood *Quercus Robur* and *Carpinus Betulus* originating from a forest community resembling a natural community. Prace Inst. Tech. Drewna 3(3): 92-110.

Eroglu, H. (1980) Investigating possibilities of obtaining wood pulp from wheat straw by O_2-naoh method. Ph.D Thesis, Karadeniz Technical University.

Franklin, G. (1954) A rapid method of softening wood for microtome sectioning, Tropical woods 88: 36-88.

Istas, J.R., Heremansm, R., and Roekelboom, E.L. (1954) Caracteres Generaux De Bois Feuillus Du Congo Belge En Relation Avec Leur Utilization Dans I 'industrie Des Pates A Papier: Etude Detaillee De Quelques Essences. Gembloux: INEAC (Serie Technique, No. 43).

Kirci, H., (2000) Wood pulp industry lecture notes. Karadeniz technical University, Forest Faculty Publication, Trabzon.

Panshin, A.J., and dezeeuw, C. (1980) Textbook of wood technology, four edition, Mc Graw hill, New York.

Polandzhyan, V.A., and Pinadzhyan, T.V. (1974) Interrelations between some anatomical and physical and mechanical properties of hornbeam wood. Sb. Tr. arm. nll strorit. materialov I sooruz. 23: 122-131.

Tsoumis, G., (1991) Science and technology of wood. Van nostrand reinhold، New York.

Xu, F., Zhong, X.C., Sun, R.C., and Lu, Q. (2006) Anatomy, ultra structure, and lignin distribution in cell wall of *Caragana Korshinskii*. Industrial Crops and Production 24: 186-193.

Zobel, B.J., and Van Buijtnem, P., (1989) Wood variation. Its causes and control، Spring-Verlag.

Effects of altitude on the wood physical, biometrical, and morphological properties of Hornbeam (*Carpinus betulus*)

Majid Kiaei[1*] and Mohammad Taleaipour[2]

1) Department of Wood and Paper Science and Technology, Chaloos Branch, Islamic Azad University, Chaloos, Iran. * Corresponding Authors Email Address: mjd_kia59@yahoo.com

2) Department of Wood and Paper Science and Technology, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

Abstract

The effect of altitude of sea level on physical, biological and morphological properties of hornbeam (*Carpinus betulus*) is studied in this paper. Some 9 normal hornbeam trees were sampled for this purpose from three different altitudes of sea level (*i.e.* 300, 750 and 1350 m) from Mashelak Forestry Project (Noshahr, Mazandaran, Iran). Physical and biological properties of their woods were measured using ISO-3131 standard and Franklin method, respectively. The results showed that the altitude of sea level has no significant effect on the physical properties of hornbeam wood ($p<0.05$). On the other hand, the biological properties of the hornbeam wood are significantly affected by the altitude of sea level. Thereby, increasing the altitude of sea level as well as reduction of length and diameter of the fibers, lumen width, slenderness ratio and flexibility ratio of the hornbeam wood will add to volumetric shrinkage, dried wood density, cell wall thickness and Runkel's ratio.

Keywords: *Carpinus betulus*, wood physical properties, biometrical characteristics.