

بررسی خواص چوب ارس (مطالعه موردی در کوه‌های هزار مسجد درگز)

رضا بخشی^{۱*}، مجید کیائی^۱

چکیده:

در این تحقیق، خواص فیزیکی، بیومتری و مکانیکی چوب ارس مورد بررسی قرار گرفت. برای این منظور، تعداد سه اصله درخت سالم ارس در کوه‌های هزار مسجد درگز تهیه و سه گرده بینه از ارتفاع برابر سینه، ۳ متر و ۶ متر قطع گردید. تعداد سه نمونه در محور شعاعی درخت از مغز به سمت پوست درخت برای اندازه‌گیری خواص فیزیکی (دانسیته خشک، بحرانی و همکشیدگی حجمی)، بیومتری (طول الیاف، قطر الیاف و ضخامت دیواره سلولی) و مکانیکی (مقاومت خمشی و مدول الاستیسیته) تهیه شد. سپس تاثیر محور عرضی و طولی درختان بر خواص چوب ارس با استفاده از آزمون آماری مورد تجزیه تحلیل قرار گرفت. نتایج نشان داد که میانگین دانسیته، مقاومت خمشی و مدول الاستیسیته در محور های طولی و عرضی کاهش یافت. روند تغییرات طول، قطر و ضخامت دیواره سلولی الیاف در محور عرضی درخت از مغز به سمت پوست صعودی و در محور طولی درخت از پایین به بالای درخت نزولی است. میانگین دانسیته خشک ۰/۴۴ گرم بر سانتیمتر مکعب، دانسیته بحرانی ۰/۴۱ گرم بر سانتیمتر مکعب، همکشیدگی حجمی ۱۰/۸۶ درصد، طول تراکنید ۱/۶۱۲ میلیمتر، قطر تراکنید ۳۰/۷۸ میکرومتر، ضخامت دیواره سلولی ۵/۵۳ میکرومتر، مقاومت خمشی ۴۱/۶۵ مگاپاسگال و مدول الاستیسیته ۴/۵۸ گیگاپاسگال برای چوب ارس تعیین شد.

واژه‌های کلیدی: چوب ارس، فیزیکی، بیومتری و مکانیکی

۱- گروه صنایع چوب و کاغذ، واحد چالوس، دانشگاه آزاد اسلامی، چالوس، ایران

* نویسنده مسئول reza_bakhshi1340@yahoo.com

مقدمه

تراکئیدها و سلولهای پارانشیمی دو عضو مهم در سوزنی‌برگان محسوب می‌شود. نسبت تراکئیدها در سوزنی‌برگان ۸۷-۹۵ درصد است (Panshin, 1980). ابعاد تراکئید، ضخامت دیواره سلولی و تعداد آنها بستگی به موقعیت نمونه در بین حلقه‌های رویشی (محور شعاعی)، سن درختان، موقعیت نمونه در طول ساقه درخت و شرایط اقلیمی در زمان تمایز سلولی دارد (Horaček, 2003)

Toghraei و همکاران (۲۰۰۰) خواص چوب ارس را در منطقه رویشگاهی چهارمحال و بختیاری به‌عنوان بخشی از محدوده جغرافیایی ایران - تورانی بررسی کردند. آنها میانگین جرم ویژه نسبی این گونه چوبی را ۰/۵۲، تخلخل ۶۴ درصد، همشکیدگی حجمی ۱۰ درصد، واکشیدگی حجمی ۱۱/۳ درصد، طول تراکئید ۱/۳ میلی‌متر، قطر تراکئید ۲۳/۹ میکرون، قطر حفره سلولی ۱۶/۳ میکرون و ضخامت دیواره سلولی ۳/۵ میکرون گزارش کردند.

تحقیقات کمی در مورد خواص مختلف چوب ارس در ایران صورت گرفته است. دلیل آن را می‌توان به وسعت کم این گونه در مناطق مختلف ایران و ممنوع قطع بودن آن اشاره کرد. تحقیقات کمی درباره خواص فیزیکی (Toghraei et al., 2000)، گاهشناسی (Pourtahmasi et al., 2008) تشکیل چوب (Sadri et al., 2013) و آناتومی چوب و پوست ریشه درون خاک و بیرون زده از خاک

ارس (نام علمی *Juniperus polycarpus* از خانواده *Cupressaceae*) از معدود سوزنی‌برگان باارزش است که مناطق وسیعی از کشورمان به خود اختصاص داده است. این درختان چنان مقاوم هستند که به ندرت می‌توان پایه‌ای یافت که به دلیل ضعف فیزیولوژیکی و یا آفت‌زدگی، خشکیده باشد (Rostamikia et al., 2013). مهمترین مناطق پراکنش این گونه‌ها در جهان از بخش مرکزی تا جنوب بالکان، کوه‌های آناتولی تا کریمه شروع و تا آسیای مرکزی، جنوب غربی و شرق آفریقا ادامه دارد (Emami et al., 2011; Adamz, 2004). دیر زیستی، استقامت و رسوخ ریشه‌های این گونه در داخل صخره‌های سنگی به منظور دستیابی به رطوبت هر بیننده‌ای را شگفت‌زده می‌کند (Safdari et al., 2012).

حلقه‌های رویشی آن نسبت به تغییرات اقلیمی از جمله دما و بارندگی حساس می‌باشد (Pourtahmasi et al., 2008). چوب ریشه ارس دارای بوی نسبتاً تندی بوده اما در مقایسه با تنه، تندی بوی ریشه به اندازه تنه آن نمی‌باشد (Safdari et al., 2012). به سبب بوی معطر و نافذ، حشرات و سوسک‌ها از این چوب گریزان هستند. چوب آن ارزش صنعتی و ساختمانی بسیار بالایی دارد، فاقد رزین می‌باشد، بسیار خوش‌کار است و پرداخت خوبی دارد، به همین دلیل در صنعت معرق‌کاری، در و پنجره‌سازی کاربرد فراوانی دارد (Karimi et al., 2006).

ماسه سنگ و گاهی کنگلومرا و سنگهای تبخیری است. اقلیم منطقه نیمه خشک سرد و دوره خشکی حدود ۵ ماه است که از خرداد شروع شده تا اوایل مهر ادامه می‌یابد. میانگین حداقل دمای سردترین و میانگین حداکثر دمای گرمترین ماه سال به ترتیب ۴- و ۳۱ درجه سانتی‌گراد و متوسط بارندگی سالانه ۲۶۵ میلی‌متر است (Shirzad and Tabari, 2000).

خواص فیزیکی:

برای محاسبه خواص فیزیکی تعداد سه نمونه در محور شعاعی از مغز به سمت پوست (نزدیک مغز، حد وسط بین پوست و مغز و نزدیک پوست و در چهار جهت جغرافیایی) به ازای هر دیسک (مجموعاً ۱۰۸ نمونه بر اساس استاندارد ISO-3131) تهیه شد. در مرحله اول میزان حجم و وزن نمونه‌ها (پس از برش نمونه) اندازه‌گیری شد. در مرحله دوم نمونه‌ها را در آب به مدت ۴۸ ساعت قرار داده، به طوری که تمام نمونه‌ها به زیر آب بروند و یا به اصطلاح از آب اشباع شوند. سپس وزن و حجم اشباع نمونه‌ها در حالت اشباع با استفاده از ترازوی دیجیتالی (۰/۰۰۱ گرم) و کولیس (۰/۰۰۱ میلی‌متر) تعیین گردید. در مرحله سوم نمونه‌ها در داخل اتوو به مدت ۴۸ ساعت و در دمای 103 ± 2 درجه سانتی‌گراد قرار داده شد تا نمونه‌ها کاملاً خشک شوند، میزان حجم و وزن نمونه‌ها در حالت خشک محاسبه شد. سپس دانسیته بحرانی از تقسیم وزن خشک به حجم

(Safdari et al., 2012) انجام شد. بنابراین تحقیق حاضر با هدف بررسی تاثیر محورهای طولی و عرضی درخت بر خواص فیزیکی، بیومتری و مکانیکی چوب ارس رویش یافته در کوه‌های هزارمسجد درگز صورت پذیرفت.

مواد و روش‌ها

سه اصله درخت سالم ارس، از کوه‌های هزار مسجد درگز در ارتفاع ۲۸۵۰ متری از سطح دریا انتخاب شد. سن درختان ۴۰ سال، قطر ۲۵ سال و ارتفاع درخت ۷ متر بود. از هر درخت سه دیسک یک گرده بینه از ارتفاع برابر سینه، ۳ متر و ۶ متر و تعداد سه نمونه در محور شعاعی درخت (نزدیک مغز، حدوسط مغز و پوست و پوست) قطع شد.

شهرستان درگز از شمال به کشور ترکمنستان، از جنوب به چناران، از غرب به قوچان و از شرق به شهرستان کلات محدود می‌گردد، و بین طول جغرافیایی شرقی ۵۹ درجه ۱۸ دقیقه تا ۵۹ درجه ۲۱ دقیقه و عرض جغرافیایی ۳۷ درجه ۵ دقیقه تا ۳۷ درجه ۱۰ دقیقه قرار دارد. بلندترین ارتفاع منطقه ۳۰۸۵ و پست‌ترین آن ۴۹۱ متر از سطح دریا است. از نظر زمین‌شناسی، منطقه در زون رسوبی کپه‌داغ قرار گرفته است و در آن از ژوراسیک تا میوسن، رسوبات ضخیمی بدون چین‌شناسی مهم ولی بار خساره‌های متنوع بر روی هم انباشته شده است. این رسوبات شامل شیل، آهک، مارن،

سفید رنگ بر روی شیشه لام قابل مشاهده بود. بر روی الیاف خشک شده سفید چند قطره محلول رنگی سفرائین یک درصد چکانده و بر روی آن لامل قراردادده شد. در نهایت ابعاد الیاف (مجموع ۲۷ نمونه و ۳۰ الیاف به ازای هر نمونه) با استفاده از میکروسکوپ نوری (Nikon microscopic, Eclipse 50i, Japan) مورد اندازه‌گیری قرار گرفت (برای طول الیاف از بزرگنمایی ۱۰X و برای قطر الیاف و ضخامت دیواره سلولی ۴۰X).

خواص مکانیکی:

نمونه‌های آزمون برای محاسبه خواص مکانیکی چوب ارس از چوب بالغ (سن ۲۵ سال به بعد) بر اساس استاندارد ASTM D143-94 بریده شد. ابعاد نمونه‌ها در آزمون خمش استاتیک ۴۱×۲/۵×۲/۵ سانتی‌متر (به مجموع ۵۴ نمونه) بود. پس تهیه نمونه بر اساس ابعاد مشخص، نمونه‌ها در هوای آزاد به مدت ۲ ماه برای رسیدن رطوبت تعادل دسته‌بندی شدند. در نهایت آزمون خمش استاتیک (مدول الاستیسته، مدول گسیختگی) مورد محاسبه قرار گرفت.

روش تجزیه تحلیل آماری

مقادیر حاصل از اندازه‌گیری صفات فیزیک، بیومتریک و مکانیکی با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS 16 در قالب طرح آنالیز واریانس دو طرفه و در نهایت مقایسه و گروه‌بندی

اشباع محاسبه شد. همکشیدگی حجمی تحت تاثیر تغییرات رطوبتی چوب در بین دو حد نقطه اشباع فبیر و حالت خشک چوب از طریق رابطه ذیل محاسبه گردید (β_v همکشیدگی حجمی، V_s حجم اشباع و V_0 حجم خشک است):

$$\beta_v = \frac{V_s - V_0}{V_s} \times 100$$

خواص بیومتری

از روش Franklin (۱۹۴۶) برای جداسازی الیاف استفاده گردید. به منظور مشاهده الیاف و همچنین اندازه‌گیری ابعاد آنها (طول، قطر و ضخامت فبیر)، خرده‌های چوب ارس به اندازه خلال کبریت درلوله آزمایشگاهی حاوی مخلوط آب اکسیژنه ۳۰ درصد و اسیداستیک به نسبت ۱ به ۱ در دمای ۶۰ درجه سانتیگراد به مدت ۴۸ ساعت خیسانده شدند. سپس خرده چوبهای سفید شده در یک بشر کوچک قرار گرفته و توسط یک آهن ربا بر روی همزن مغناطیسی الکتریکی کوچک الیاف از یکدیگر جدا شدند و بعد یک تا سه قطره الیاف غلیظ در یک بشر حاوی ۱۰ میلی‌لیتر آب رقیق شده و بعد توسط قطره‌چکان بر روی لامهای تمیز منتقل شدند. لامهای میکروسکوپی مرطوب و حاوی الیاف به مدت ۲۴ ساعت در هوای آزاد بر روی یک میز ثابت و تمیز گذاشته شد تا رطوبت آن به تدریج و در دمای محیط آزمایشگاه تبخیر گردد. پس از تبخیر رطوبت، الیاف چوب به شکل رسوب

در محور طولی از پایین به بالای درخت نزولی بوده، به طوری که میانگین این صفت در ارتفاع برابر سینه از ۰/۴۶ گرم بر سانتی متر مکعب به ۰/۴۳ گرم بر سانتی متر مکعب در ارتفاع زیر تاج درخت کاهش یافت. روند تغییرات دانسیته خشک در محور عرضی درخت از مغز به سمت پوست نیز نزولی بوده به طوری که میانگین این صفت در نمونه نزدیک مغز از ۰/۴۹ به ۰/۴ گرم بر سانتی متر مکعب در نمونه نزدیک پوست کاهش یافت (شکل ۱).

میانگین‌ها به کمک آزمون دانکن در سطح اطمینان ۹۵ درصد انجام شد.

نتایج

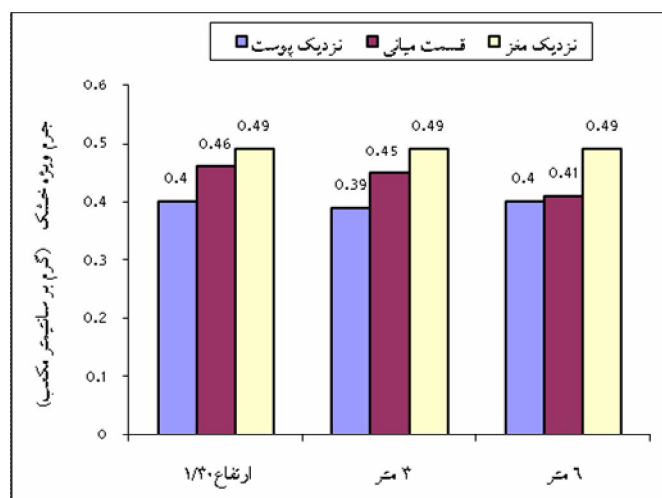
خواص فیزیکی

دانسیته خشک:

آزمون تجزیه واریانس نشان داد که تاثیر محور شعاعی و تاثیر متقابل بین محور طولی و عرضی درخت بر دانسیته خشک معنی دار و تاثیر محور طولی بر دانسیته خشک غیر معنی دار است (جدول ۱). روند تغییرات دانسیته خشک

جدول ۱- آزمون تجزیه واریانس خواص فیزیکی چوب ارس در منطقه هزارمسجد درگز

همکشیدگی حجمی		دانسیته بحرانی		دانسیته خشک		درجه آزادی	منبع
Sig	F	Sig	F	Sig	F		
۰/۰۰۷	۵/۳۱۷	۰/۰۱۱	۵/۹۹۷	۰/۰۶۹	۲/۷۷	۲	ارتفاع درخت
۰/۰۰۱	۵۸/۹۰۲	۰/۰۰۱	۶۷/۵۶۳	۰/۰۰۱	۷۱/۴۹	۲	مقطع عرضی
۰/۰۰۵	۴/۰۷۳	۰/۰۹۷	۳/۹۰۹	۰/۰۲۱	۳/۰۵	۴	ارتفاع × مقطع عرضی

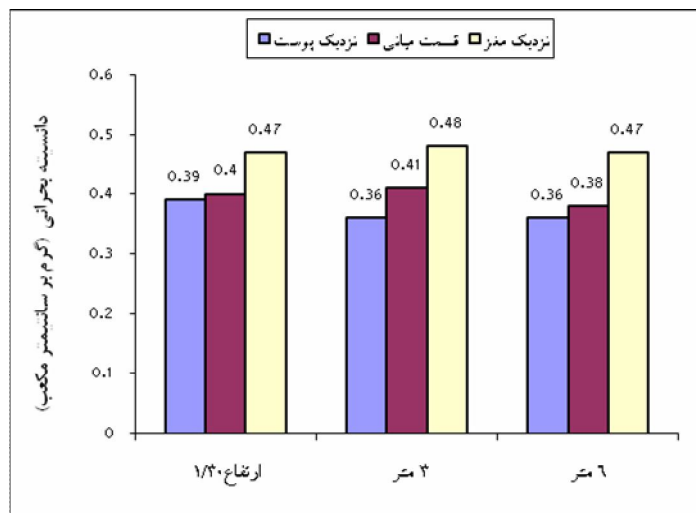


شکل ۱- روند تغییرات جرم ویژه خشک در محورهای طولی و عرضی درخت ارس

دانسیته بحرانی:

۰/۴۰ گرم بر سانتی‌متر مکعب در ارتفاع زیر تاج درخت کاهش یافت. روند تغییرات دانسیته بحرانی در محور عرضی درخت از مغز به سمت پوست نیز نزولی بوده به طوری که میانگین این صفت در نمونه نزدیک مغز از ۰/۴۷ به ۰/۳۷ گرم بر سانتی‌متر مکعب در نمونه نزدیک پوست کاهش یافت (شکل ۲).

آزمون تجزیه واریانس نشان داد که تاثیر محور طولی و عرضی درخت بر دانسیته بحرانی معنی‌دار و تاثیر متقابل بین محورهای طولی و عرضی بر دانسیته بحرانی غیرمعنی‌دار است (جدول ۲). روند تغییرات دانسیته بحرانی در محور طولی از پایین به بالای درخت نزولی بوده، به طوری که میانگین این صفت در ارتفاع برابر سینه از ۰/۴۲ گرم بر سانتی‌متر مکعب به

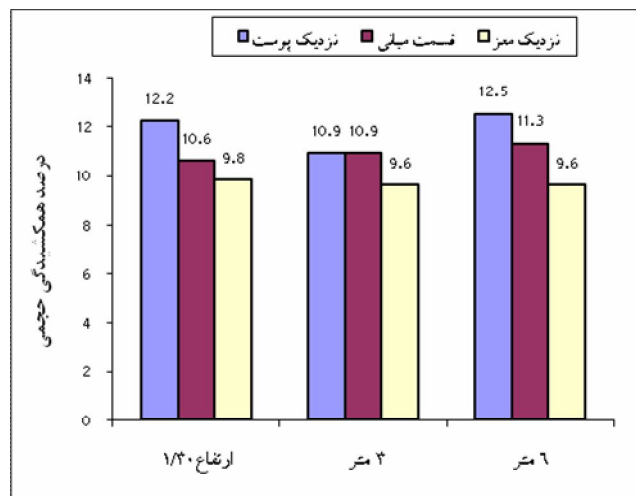


شکل ۲- روند تغییرات جرم ویژه بحرانی در محورهای طولی و عرضی درخت ارس

همکشیدگی حجمی:

سینه از ۱۰/۵۵ درصد به ۱۱/۱۶ درصد در ارتفاع زیر تاج درخت افزایش یافت. روند تغییرات همکشیدگی حجمی در محور عرضی درخت از مغز به سمت پوست نیز صعودی بوده به طوری که میانگین این صفت در نمونه نزدیک مغز از ۹/۷۳ به ۱۱/۸۸ درصد در نمونه نزدیک پوست افزایش یافت (شکل ۳).

آزمون تجزیه واریانس نشان داد که تاثیر محور طولی و عرضی درخت و تاثیر متقابل بین محورهای طولی و عرضی بر همکشیدگی حجمی چوب ارس معنی‌دار است (جدول ۱). روند تغییرات همکشیدگی حجمی در محور طولی از پایین به بالای درخت صعودی بوده، به طوری که میانگین این صفت در ارتفاع برابر



شکل ۳- روند همکشیدگی حجمی در محوره‌های طولی و عرضی درخت ارس

خواص بیومتری

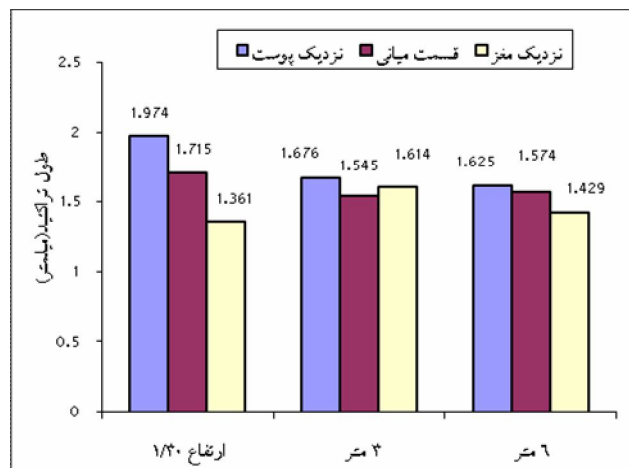
طول تراکتید:

به $1/543$ میلی‌متر در ارتفاع زیر تاج درخت کاهش یافت. روند تغییرات طول تراکتید در محور عرضی درخت از مغز به سمت پوست نیز صعودی بوده به طوری که میانگین این صفت در نمونه نزدیک مغز از $1/468$ میلی‌متر به $1/758$ میلی‌متر در نمونه نزدیک پوست افزایش یافت (شکل ۴).

نتایج آزمون تجزیه واریانس نشان داد که اثر محوره‌های طولی و عرضی و تاثیر متقابل بین محوره‌های طولی و عرضی بر طول الیاف معنی‌دار است (جدول ۲). روند تغییرات طول تراکتید در محور طولی از پایین به بالای درخت نزولی بوده، به طوری که میانگین این صفت در ارتفاع برابر سینه از $1/683$ میلی‌متر

جدول ۲- آزمون تجزیه واریانس خواص بیومتری چوب ارس در منطقه هزارمسجد درگز

منبع		درجه آزادی		طول تراکتید		قطر تراکتید		ضخامت دیواره سلولی	
Sig	F	Sig	F	Sig	F	Sig	F	Sig	F
0/204	1/620	0/001	4/911	0/001	3/91	0/024	3/91	0/204	1/620
0/092	2/461	0/001	20/973	0/001	19/39	0/001	19/39	0/092	2/461
0/018	3/170	0/001	14/95	0/001	3/17	0/018	3/17	0/018	3/170

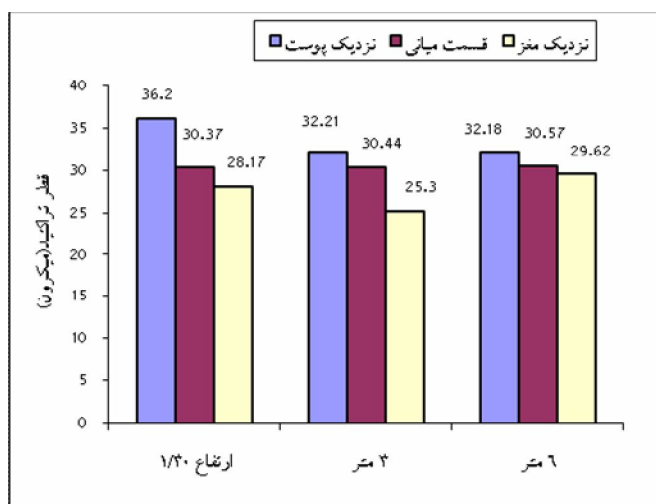


شکل ۴- روند تغییرات طول تراکئید در محورهای طولی و عرضی درخت ارس

قطر تراکئید:

به ۲۹/۳۱ میکرومتر در ارتفاع زیر تاج درخت کاهش یافت. روند تغییرات قطر تراکئید در محور عرضی درخت از مغز به سمت پوست نیز صعودی بوده به طوری که میانگین این صفت در نمونه نزدیک مغز از ۲۷/۶۹ میکرومتر به ۳۴/۲۰ میکرومتر در نمونه نزدیک پوست افزایش یافت (شکل ۵).

نتایج آزمون تجزیه واریانس نشان داد که اثر مستقل محورهای طولی و عرضی و تاثیر متقابل بین محورهای طولی و عرضی بر قطر الیاف معنی دار است (جدول ۲). روند تغییرات قطر تراکئید در محور طولی از پایین به بالای درخت نزولی بوده، به طوری که میانگین این صفت در ارتفاع برابر سینه از ۳۲/۲۵ میکرومتر

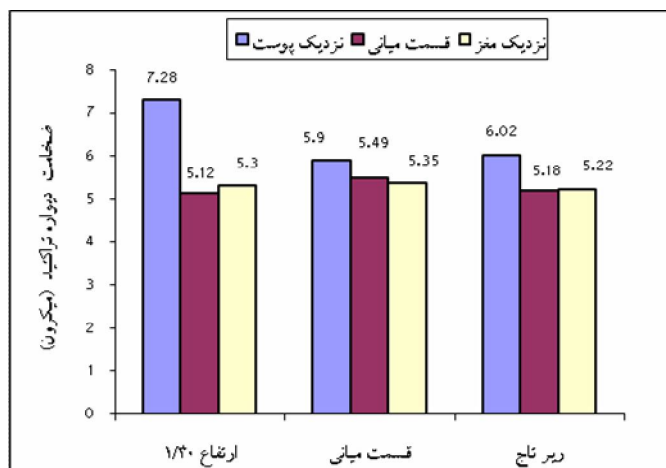


شکل ۵- روند تغییرات قطر الیاف در محورهای طولی و عرضی درخت ارس

ضخامت دیواره تراکتید:

۵/۹۰ میکرومتر به ۵/۲۶ میکرومتر در ارتفاع زیرتاج کاهش یافت. روند تغییرات ضخامت دیواره سلولی در محور عرضی درخت از مغز به سمت پوست نیز صعودی بوده به طوری که میانگین این صفت در نمونه نزدیک مغز از ۵/۱۲ میکرومتر به ۶/۳۲ میکرومتر در نمونه نزدیک پوست افزایش یافت (شکل ۶).

نتایج آزمون تجزیه واریانس نشان داد که اثر مستقل ارتفاع درخت و محور عرضی درخت بر ضخامت دیواره سلولی غیر معنی دار بوده در حالیکه متقابل بین محورهای طولی و عرضی بر آن معنی دار است (جدول ۲). روند تغییرات ضخامت دیواره سلولی در محور طولی از پایین به بالای درخت نزولی بوده، به طوری که میانگین این صفت در ارتفاع برابر سینه از



شکل ۶- روند تغییرات ضخامت دیواره سلولی در محورهای طولی و عرضی درخت ارس

درخت نزولی بوده، به طوری که میانگین این صفت در ارتفاع برابر سینه از ۴/۸۰ گیگاپاسگال به ۴/۳۳ گیگاپاسگال در ارتفاع زیرتاج کاهش یافت. روند تغییرات مدول الاستیسیته در محور عرضی درخت از مغز به سمت پوست نیز نزولی بوده به طوری که میانگین این صفت در نمونه نزدیک مغز از

خواص مکانیکی

مدول الاستیسیته:

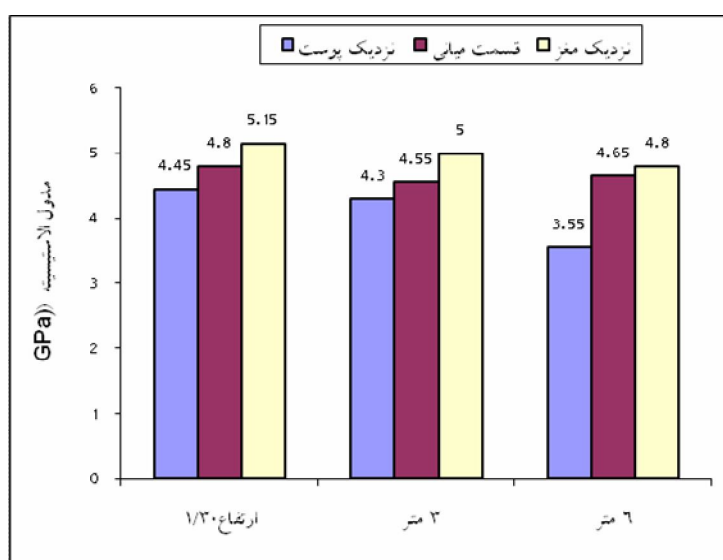
نتایج آزمون تجزیه واریانس نشان داد که اثر مستقل محورهای طولی و عرضی بر مدول الاستیسیته معنی دار در حالیکه اثر متقابل محورهای طولی و عرضی بر آن غیر معنی دار است (جدول ۳). روند تغییرات مدول الاستیسیته در محور طولی از پایین به بالای

۴/۹۸ گیگاپاسگال به ۴/۱۰ گیگاپاسگال در

نمونه نزدیک پوست کاهش یافت (شکل ۷).

جدول ۳- آزمون تجزیه واریانس خواص مکانیکی چوب ارس در منطقه هزارمسجد درگز

مدول گسیختگی		مدول الاستیسیته		درجه آزادی	منبع
Sig	F	Sig	F		
۰/۰۰۱	۵۱/۶۱	۰/۰۰۹	۸/۱۷۸	۲	ارتفاع درخت
۰/۰۰۱	۱۴/۷۹۶	۰/۰۰۱	۲۹/۶۳۰	۲	مقطع عرضی
۰/۲۶۲	۱/۶۱۹	۰/۰۹۲	۲/۷۹۵	۴	ارتفاع × مقطع عرضی

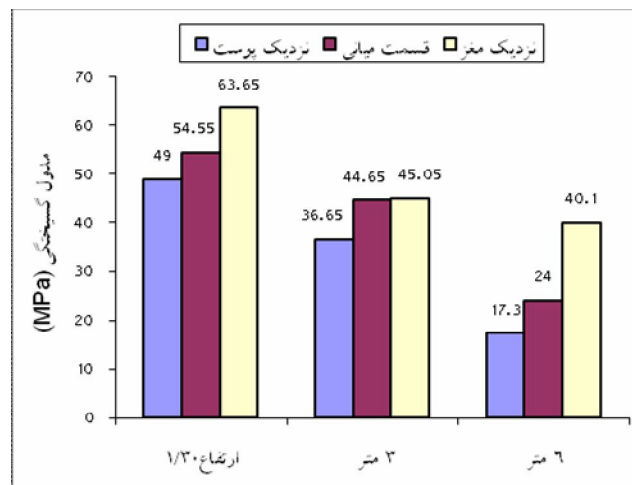


شکل ۷- روند تغییرات مدول الاستیسیته در محورهای طولی و عرضی درخت ارس

مدول گسیختگی:

زیرتاج کاهش یافت. روند تغییرات مدول الاستیسیته در محور عرضی درخت از مغز به سمت پوست نیز نزولی بوده به طوری که میانگین این صفت در نمونه نزدیک مغز از ۴۹/۶۰ مگاپاسگال به ۳۴/۳۱ مگاپاسگال در نمونه نزدیک پوست کاهش یافت (شکل ۸).

نتایج آزمون تجزیه واریانس نشان داد که اثر مستقل محورهای طولی و عرضی بر مدول خمشی معنی دار درحالیکه اثر متقابل محورهای طولی و عرضی بر آن غیرمعنی دار است (جدول ۳). روند تغییرات مدول گسیختگی در محور طولی از پایین به بالای درخت نزولی بوده، به طوری که میانگین این صفت در ارتفاع برابر سینه از ۵۵/۷۳ مگاپاسگال به ۲۷/۱۳ مگاپاسگال در ارتفاع



شکل ۸- روند تغییرات مدول گسیختگی در محورهای طولی و عرضی درخت ارس

۰/۴۴ و ۰/۴۲ گرم بر سانتیمتر مکعب و میانگین جرم ویژه خشک در مقطع عرضی نیز از قسمت پوست به مغز به ترتیب ۰/۴۰ ، ۰/۴۴ و ۰/۴۹ گرم بر سانتیمتر مکعب محاسبه شده است. در سه ارتفاع درخت میانگین جرم ویژه بحرانی به ترتیب از پایین به بالا ۰/۴۲ ، ۰/۴۲ و ۰/۴ گرم بر سانتیمتر مکعب محاسبه و میانگین جرم ویژه بحرانی در مقطع عرضی از قسمت پوست به مغز به ترتیب ۰/۳۷ ، ۰/۴۰ و ۰/۴۷ گرم بر سانتیمتر مکعب تعیین شد. وجود درون چوب در قسمت مرکزی تنه درخت موجب افزایش جرم ویژه چوب شده است که در بررسی کاملاً نمایان است (Quilho et al., 2006; Bektas et al., 1999). با افزایش ارتفاع درخت حجم چوب درون کاهش و مقدار چوب جوان افزایش یافته، که این عوامل دلیل

ارتباط بین دانسیته خشک با مقاومت خمشی و مدول الاستیسیته در چوب ارس نشان می‌دهد که ارتباط مستقیم و مثبت بین دانسیته خشک و مدول خمشی ($R^2 = 0.764$) و دانسیته خشک و مدول الاستیسیته ($R^2 = 0.622$) وجود دارد. ارتباط بین دانسیته با مدول الاستیسیته ضعیفتر از ارتباط بین دانسیته خشک و مدول خمشی است.

بحث و نتیجه گیری:

در این تحقیق، خواص فیزیکی، بیومتری و مکانیکی چوب ارس در منطقه رویشگاهی هزار مسجد درگز مورد بررسی قرار گرفت که نتایج ذیل حاصل گردید:

خواص فیزیکی: با توجه به تحقیقات انجام شده در سه ارتفاع درخت میانگین جرم ویژه خشک به ترتیب از پایین به بالا ۰/۴۶

دیواره سلولی و اندازه قطر حفره سلول بر مقاومت به پارگی، مقاومت به ترکیدن، تاخوردگی و مقاومت کششی کاغذ موثر است (ona et al., 2001; Akgul and Tozluoglu, 2009). میانگین طول الیاف در سه ارتفاع درخت به ترتیب از پایین به بالا ۱/۶۸۳، ۱/۶۱۱ و ۱/۵۴۳ میکرون و میانگین طول الیاف در مقطع عرضی از پوست به مغز به ترتیب ۱/۷۵۸، ۱/۶۱۸ و ۱/۶۶۸ میکرون اندازه‌گیری شد. با توجه به اطلاعات بدست آمده بیشترین میانگین طول الیاف در فیبرهای نزدیک به پوست مشاهده می‌شود.

میانگین قطر الیاف از سه ارتفاع درخت به ترتیب از پایین به بالا ۳۲/۲۵، ۳۰/۷۹ و ۲۹/۳۱ میکرون و میانگین قطر الیاف در مقطع عرضی از پوست به مغز به ترتیب ۳۴/۲، ۳۰/۶۶ و ۲۷/۶۹ میکرون اندازه‌گیری شد، که در هر دو مورد در سطح اعتماد ۹۵ درصد اختلاف معنی دار مشاهده می‌شود.

میانگین ضخامت دیواره الیاف از سه ارتفاع درخت به ترتیب از پایین به بالا ۵/۹۰، ۵/۴۴ و ۵/۲۶ میکرون و میانگین ضخامت دیواره الیاف در مقطع عرضی از پوست به مغز ۶/۳۲، ۵/۹۳ و ۵/۱۲ میکرومتر اندازه‌گیری شد. مقدار طول تراکتید، قطر تراکتید و ضخامت دیواره سلولی رویش یافته در این رویشگاه بیشتر از چوب ارس رشد یافته در منطقه چهارمحال و بختیاری بوده است (طغرایسی و همکاران ۱۳۸۰).

کاهش دانسیته خشک و بحرانی در محور طولی درخت ارس می‌باشد.

اصولاً نوسانات همکشیدگی در نمونه‌های چوبی مختلف یک درخت تحت تأثیر اندازه و شکل نمونه، دانسیته، سرعت خشک شدن و میزان ترکیبات شیمیایی آنها قرار می‌گیرد (Bektas et al., 1999). درصد همکشیدگی حجمی در سه ارتفاع درخت به ترتیب از پایین به بالا ۱۰/۵۵، ۱۰/۸۸ و ۱۱/۱۶ درصد محاسبه شد. دلیل افزایش همکشیدگی حجمی در طول درخت را می‌توان به کاهش درون چوبی شده و مواد استخراجی نسبت داد. میانگین درصد همکشیدگی حجمی در مقطع عرضی از سمت پوست به مغز به ترتیب ۱۱/۸۸، ۱۰/۹۳ و ۹/۷۳ درصد محاسبه شدند. در محور شعاعی درخت از مغز به سمت پوست با حذف درون چوب، همکشیدگی افزایش یافته است زیرا وجود مواد استخراجی در قسمت درون چوب مانع از همکشیدگی و واکشیدگی چوب می‌گردد (Quilho et al., 2006). مقدار همکشیدگی حجمی چوب ارس در رویشگاه مورد تحقیق بیشتر از همکشیدگی حجمی چوب رشد یافته در منطقه رویشگاهی چهارمحال و بختیاری است (Toghraei et al, 2000).

خواص بیومتری: به طور کلی ابعاد الیاف شاخص بسیار مهمی بر کیفیت تولید خمیر کاغذ و محصولات خمیر کاغذ و محصولات چوبی محسوب می‌شود (Panshin and de Zeeuw 1980). طول و قطر فیبر، ضخامت

دانشیته خشک و مدول خمشی توسط Zhang (1997) در گونه‌های سوزنی‌برگ و پهن‌برگ مورد تایید قرار گرفت.

علت افزایش ابعاد الیاف در نزدیکی پوست را می‌توان به فعالیت سلول‌های کامبیوم بالغ در این ناحیه نسبت داد. کاهش ابعاد الیاف در سلول‌های زیر تاج نیز نتیجه فعالیت کامبیوم جوان می‌باشد که با تقسیمات سلولی ابعاد کوتاهتری دارد (Ona et al., 2001; Akgul and Tozluoglu, 2009; Zobel and Van Buijtenen, 1989)

خواص مکانیکی: میانگین مدول الاستیسیته در محور طولی به ترتیب از پایین به بالا ۴/۸، ۴/۶۱ و ۴/۳۳ گیگاپاسکال و میانگین مدول الاستیسیته در مقطع عرضی از پوست به مغز به ترتیب ۴/۱، ۴/۶۶ و ۴/۹۸ گیگاپاسکال می‌باشد. همچنین میانگین مدول گسیختگی از سه ارتفاع درخت به ترتیب از پایین به بالا ۵۵/۷۳، ۴۲/۱۱ و ۳۷/۱۳ مگاپاسکال و میانگین مدول گسیختگی در مقطع عرضی از پوست به مغز به ترتیب ۳۴/۳۱، ۴۱/۰۶ و ۴۹/۶ مگاپاسکال محاسبه شد. مدول الاستیسیته و مدول گسیختگی در محور عرضی از مغز به سمت پوست و در جهت طولی از پایین به بالای درخت کاهش یافت. این ویژگی در نتیجه وجود درون چوب میسر شده است، با درون چوبی شدن قسمت مرکزی درخت، جرم ویژه افزایش یافته، که خود باعث افزایش مقاومت-های مکانیکی می‌گردد (Machado and Cruz, 2005). همچنین ارتباط ضعیفتر بین دانشیته خشک و مدول الاستیسیته نسبت به ارتباط بین

منابع

1. Adams, R.P. 2004. Junipers of the World: *Juniperus* distribution. Trafford Publishing Co. Vancouver, 273p.
2. Akgul, M., and Tozluoglu, A., 2009. Some chemical and morphological properties of juvenile wood from beech (*Fagus orientalis* L.) and Pine (*Pinus nigra* A.) Plantations. Trends in Applied Sciences Research, 4 (2): 116-125.
3. Bektas, I. T Tutus, A., Eroglu, H. 1999. A study of the suitability of calabrian pine (*Pinus brutia*) for pulp and paper manufacture. Turk J Agric for 23:589-599.
4. Emami S.A., Abedindo B.F., Hassanzadeh-Khayat M. [2011]: Antioxidant activity of the essential oils of different parts of *Juniperus excelsa* M. Bieb. subsp. *excelsa* and *J. excelsa* M. Bieb. subsp. *polycarpos* (K. Koch) Takhtajan (Cupressaceae). *Iranian Journal of Pharmaceutical Research* 10: 799–810
5. Franklin FL (1946) A rapid method for softening wood for microtome sectioning. Trop. Woods Yale Univ. Sch For., 88:35-36.
6. Horaček, P., 2003: Wood structure: A tool for evaluating in growing conditions of Norway spruce. *Ekologia* 23(3): 147-162.
7. Karimi, A., Talaei, A., Toutounjanian A. 2006. Atlas of world commercial woods. Aijzh Publication. Pp 362.
8. Machado J.S. Cruz H.P. 2005. Within stem variation of maritime pine timber mechanical properties. *Holz Als Roh-und Werkstoff* 63:154-159.
9. Ona, T., Sonoda, T., Ito, K., Shibata, M., Tamai, Y., Kojima, Y., Ohshima, J., Yokota, S. and Yoshizawa, N., 2001. Investigation of relationship between cell and pulp properties in Eucalyptus by examination of within-tree property variations. *Wood Sci Tech.*, 35: 363–375.
10. Panshin, A. J. and de Zeeuw C., 1980. Textbook of wood technology. Ed.4. McGrawHill Book Company, New York.
11. Pourtahmasi K, Parsapajouh, D, MarviMohajer, M., and Ali-Ahmad-Korouri, S. Evaluation of Juniper trees (*Juniperus polycarpos* C. Koch) radial growth in three sites of Iran by using dendrochronology. *Iranian Journal of Forest and Poplar Research* Vol. 16 No. 2, 2008. 327-342
12. Quilho, T., Miranda, I, and Pereira, H. 2006. Within-tree variation in wood fiber biometry and basic density of the urograndis eucalypt hybrid (*Eucalyptus Grandis* × *E. Urophylla*). *IAWA Bull.* 27(3), 243-254.
13. Rostmikia, Y., Zobeiri, M. 2013. Study on The Structure of *Juniperus excelsa* Beib. Stand in Khakhal Protected Forests. *J. of Wood & Forest Science and Technology*, 19 (4): 151-162.
14. Saderi S.M., Pourtahmasi K., Oladi R., Rathgeber C.B.K. 2013. Wood formation in *Juniperus excelsa* SPP *polycarpos* in high mountains of north-east Iran. *Journal of Tropical Forest Science* 25(3): 421–428 (2013)
15. Safdari, V., Eskini, N., Tajdini, A. and Bayramzadeh, V. 2012. Effect of soil erosion on anatomical characteristics of root and bark of *Juniperus excelsa* Iranian Journal of Wood and Paper Science Research 27 (4): 569-583.
16. Shirzad M.A. and Tabari M. 2000. Effect of Some Environmental Factors on Diversity of Woody Plants in *Juniperus excelsa* Habitat of Hezarmasjed Mountains. *Iranian Journal of ecology* 24 (6): 800-808.
17. Toghraei, N., Hosseinzade, A., Kimosa, Kh., 1380. Wood properties of *Juniperus excelsa* (case study in Irani-Tourani forest). *J. of Wood & Forest Science and Technology*, 15: 19-31
18. Zhang S.Y. 1997. Wood specific gravity-mechanical property relationship at species level. *Wood Sci Tech* 31: 181-191.
19. Zobel, B., and Van Buijtenen, B., 1989. Wood Variation: Its Causes and Control. Springer Verlag, New York.