مجله پژوهش‌های علوم و فناوری چوب و جنگل
جلد هجدهم، شماره سوم، 1390
www.gau.ac.ir/journals

بررسی ویژگی‌های بیومتری، فیزیکی، شیمیایی و مکانیکی چوب اکالیپتوس (*E. camaldulensis*) در منطقه سیستان

محمد دهمرده قلعه‌نو [1]

[1] مربی گروه علوم و صنایع چوب و کاغذ دانشگاه زابل

تاریخ دریافت: 89/5/4 ؛ تاریخ پذیرش: 90/11/23

چکیده

به‌منظور تعیین ویژگی‌های بیومتری (طول، قطر، قطر حفره و ضخامت دیواره الیاف)، فیزیکی (میزان جرم ویژه و واکشیدگی حجمی)، شیمیایی (مقدار سلولز، لیگنین، مواد استخراجی و خاکستر) و مکانیکی (مدول گسیختگی، مدول الاستیسیته، فشار موازی الیاف، فشار عمود بر الیاف، برش موازی الیاف، سختی و میخ کشی انفصالی) چوب اکالیپتوس کاملدولنسیس، تعداد پنج اصله درخت انتخاب و مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که ابعاد الیاف در تنه درخت، از مغز به پوست افزایش و از پائین به بالا کاهش داشت. واکشیدگی حجمی در محور شعاعی، از مغز به پوست و در محور طولی، از پائین به بالا کاهش نشان داد. مقدار سلولز چوب درون و چوب برون و مقدار خاکستر چوب درون و چوب برون در سطح 5 درصد خطای آزمایش اختلاف معنی‌دار آماری ندارند. مقدار لیگنین چوب درون و چوب برون و مقدار مواد استخراجی چوب درون و چوب برون در سطح 5 درصد دارای اختلاف معنی‌داری می باشند. ویژگی‌های مکانیکی چوب در دو حالت تر و خشک نیز اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد مقدار ویژگی‌های مکانیکی نمونه‌های‌تر به‌طور معنی‌داری کم تر از نمونه‌های خشک می‌باشند.

واژه‌های کلیدی: اکالیپتوس کاملدولنسیس، بیومتری، خواص فیزیکی، خواص شیمیایی، خواص مکانیکی

* مسئول مکاتبه: mmdahmardeh@yahoo.com

www.SID.ir
Archive of SID

مقدمه

در ایران به‌دلیل کمبود سطح جنگل‌ها و وجود زمین‌های خشک، کم آب و فقیر، درختان بردبار که توانایی رشد در زمین‌های فقیر را داشته باشند و بتوانند چوب نسبتاً مناسب جهت رفع نیاز مصارف روستایی و صنایع چوب و کاغذ کشور را تأمین کنند باید بیش از پیش مورد توجه قرار گیرند. بنابراین شناخت بهتر خواص تکنولوژیک چوب درختان بردبار و تند رشد در مناطق گرم و خشک جهت استفاده مناسب از آنها در صنایع و در نتیجه ترغیب روستائیان به کشت آنها ضروری است.

یکی از گونه‌های چوبی تند رشد که می‌تواند در ایجاد جنگل‌های مصنوعی، فضای سبز و در پی آن کاربردهای صنعتی نقش به‌سزایی داشته داشته باشد گونه اکالیپتوس کاملدولنسیس است که رشد خیلی خوبی در استان‌های جنوبی کشور و از جمله استان سیستان و بلوچستان داشته و قابلیت‌های ویژه‌ای در صنایع مختلف وابسته به چوب و نیز احیای محیط‌زیست دارد. اکالیپتوس از جمله اکالیپتوس کاملدولنسیس در کشور ما با توجه به موقعیت جغرافیایی آن که سطح وسیعی از آن را مناطق خشک فرا گرفته است، دارای ارزش و اهمیت است. در ایران این گونه را مناسب درختکاری در ناحیه‌ای که زمستانی معتدل و با کمتر از 10 روز یخبندان در سال و یا متوسط حداقل گرمای سردترین ماه 7-3 درجه سانتی‌گراد دارد، می‌دانند (حاجی حسنی و همکاران، 2000). این گونه مانند بسیاری از موجودات زنده هنگامی که تحت تأثیر اقلیم‌های مختلف قرار می‌گیرد به‌منظور سازگاری با محیط، تغییراتی در ویژگی‌های ساختاری خود ایجاد می‌کند تا احتمال بقای خود را افزایش دهد. از آنجایی که گونه اکالیپتوس کاملدولنسیس در منطقه سیستان کشت شده و سازگاری آن در منطقه به اثبات رسیده است بنابراین تعیین ویژگی‌های چوب گونه نام برده جهت استفاده در صنایع وابسته به چوب و به دنبال آن تشویق افراد بومی به کشت آن ضروری به نظر می‌رسد.

شریفی و همکاران (2008) در بررسی مقایسه‌ای ویژگی‌های مرفولوژیکی و شیمیایی چوب تنه و جست اکالیپتوس کاملدولنسیس در منطقه جیرفت اندازه طول الیاف، قطر کلی الیاف، قطر حفره الیاف و ضخامت دیواره الیاف چوب تنه را به‌ترتیب 811/36، 19/3، 10/71 و 4/3 میکرون گزارش نموده‌اند. مقدار مواد استخراجی، لیگنین، سلولز و مقدار خاکستر چوب تنه را نیز به‌ترتیب 5/4، 35/66، 50/66 و 0/73 درصد ذکر نموده‌اند.

در بررسی ویژگی‌های فیزیکی، مکانیکی و شیمیایی چوب گونه اکالیپتوس اینتر تکستا در منطقه سراب بهرام (استان فارس) توسط حسین زاده و همکاران (2001) نتایج زیر گزارش شده است:

www.SID.ir

چوب درون دارای جرم مخصوص خشک 0/97 و جرم مخصوص بحرانی 0/83 و چوب برون با جرم مخصوص 0/89 و جرم مخصوص بحرانی 0/71 می‌باشد. به‌طور متوسط چوب درون دارای الیافی به‌طول 0/65 میلی‌متر، قطر الیاف 14/37 میکرون، قطر حفره سلولی 3/97 میکرون و ضخامت دیواره سلولی 5/16 میکرون بوده در حالی‌که چوب برون این گونه دارای الیافی به طول 0/77 میلی‌متر، قطر الیاف 16/16 میکرون، قطر حفره سلولی 4/1 میکرون و ضخامت دیواره سلولی 6/09 میکرون می‌باشد. در مطالعه خواص شیمیایی چوب درون این گونه میزان سلولز، لیگنین، مواد استخراجی و خاکستر به‌ترتیب 45/43، 28/85، 4/42 و 60 درصد و میزان مواد فوق در چوب برون به‌ترتیب 46/46، 27/55، 2/1 و 0/63 درصد است. در بررسی‌های مکانیکی نیز مقاومت خمشی در حد ماکزیمم 84/98 مگاپاسکال، مدول الاستیسیته 11410/08 مگاپاسکال و مقاومت به فشار موازی الیاف در حد ماکزیمم 26/58 مگا پاسکال تعیین گردید.

مهدوی و همکاران (2004) میانگین دانسیته خشک و بحرانی چوب اکالیپتوس کاملدولنسیس را به‌ترتیب 0/708 و 0/552 گرم بر سانتی‌مترمکعب تعیین نمودند. همچنین طبق نتایج به‌دست آمده این گونه در میان پهن برگان از الیاف کوتاه‌تری برخوردار است.

مشعلچیان (2004) در پژوهش تأثیر سن بر ترکیبات شیمیایی چوب صنوبر دلتوئیدیس عنوان کرد که مقدار لیگنین و مواد استخراجی از سمت مغز به پوست با افزایش سن درخت کاهش و مقدار سلولز افزایش پیدا کرده است. گومینهو و فیگوئرا (1999) در بررسی ترکیبات شیمیایی گونه صنوبر دلتوئیدس عنوان نمودند که مقادیر خاکستر، مواد استخراجی محلول در اتانول و مواد قابل حل در آب گرم از پایین به سمت بالای درخت کاهش می‌یابد و میزان لیگنین، مواد استخراجی و خاکستر درون چوب در مقایسه با برون چوب بیشتر می‌باشد. کرد و سرائیان (2007) در بررسی تأثیر سن و ارتفاع درخت صنوبر گونه دلتوئیدس بر خواص شیمیایی چوب آن گزارش نمودند که مقدار خاکستر و مواد استخراجی محلول در الکل استن با افزایش سن و ارتفاع درخت کاهش می‌یابد. همچنین تغییرات لیگنین به این نحو است که با افزایش سن از مغز تا پوست میزان لیگنین کاهش و از پایین به بالای تنه درخت افزایش می یابد.

زوبل و بوینتن (1989) در مطالعات خود بیان نمودند که افزایش مواد شیمیایی رسوب یافته در داخل حفرات و دیواره سلول‌های چوبی موجب افزایش دانسیته چوب می‌گردد. همچنین عنوان نمودند که در چوب بالغ سوزنی برگان و پهن برگان مقدار هم کشیدگی با دانسیته، زاویه

www.SID.ir
Archive of SID

میکروفیبریل‌ها و راستای الیاف بستگی دارد. زوبل (1998) در بررسی چوب جوان گونه‌های جنگلی گزارش نمودند که درصد لیگنین چوب جوان، که دارای الیاف با دیواره سلولی نازکتری می‌باشد در مقایسه با چوب بالغ بیشتر است.

چودنف و تیسچلر (1963) ویژگی‌های مرفولوژی الیاف اکالیپتوس کاملدولنسیس را مورد بررسی قرار داده و عنوان نمودند که طول الیاف از سمت مغز به پوست افزایش می‌یابد. متوسط طول الیاف در این پژوهش یک میلی‌متر گزارش شده است. رامیرز و همکاران (2009) در بررسی تغییرات خصوصیات بیومتری و آناتومی چوب *Eucalyptus globulus*، میانگین ضخامت دیواره سلولی، قطر فیبر و قطر حفره سلولی را به‌ترتیب در محدوده 2/4 تا 3/5 میکرومتر، 14/9 تا 21/7 میکرومتر و 10 تا 15 میکرومتر گزارش نمودند. نتایج نشان داد که میانگین ضخامت دیواره سلولی، قطر فیبر و قطر حفره سلولی از مغز به سمت پوست افزایش یافته است. وینین و همکاران (2005) نیز در بررسی خواص آناتومیکی اکالیپتوس کاملدولنسیس، عنوان کردند که طول الیاف از مغز به‌سمت پوست افزایش می‌یابد.

با توجه به اینکه گونه اکالیپتوس کاملدولنسیس هیچ مشکل خاص رویشی در منطقه سیستان نداشته و در مقابل آفات، بیماری‌ها و امراض ظاهرا مقاوم است، جهت شناخت کامل قابلیت‌های کاربردی آن، نیاز است ویژگی‌های بنیادی چوب این گونه بررسی گردد. این گونه درختی در حال حاضر بیشتر به‌منظور تعدیل آب و هوا و حفاظت خاک در مقابل فرسایش باد در این منطقه کشت می‌شود. هدف از این پژوهش تعیین خواص بیومتری، فیزیکی، شیمیایی و مکانیکی چوب اکالیپتوس کاملدولنسیس در منطقه سیستان جهت استفاده بهینه در صنایع چوب و کاغذ می‌باشد.

مواد و روش‌ها

به‌طور تصادفی تعداد پنج اصله درخت با متوسط سن 18 سال، قطر برابر سینه 20 سانتی‌متر و ارتفاع 6 متر از محل پژوهشکده کشاورزی دانشگاه زابل با طول شرقی 61 درجه و 37 دقیقه تا 61 درجه 46 دقیقه و عرض شمالی 30 درجه و 34 دقیقه تا 30 درجه و 52 دقیقه انتخاب و قطع گردید. سپس از سه ارتفاع نزدیک یقه، 50 درصد و 75 درصد طول تنه، اقدام به تهیه نمونه‌های موردنیاز بررسی ویژگی‌های فیزیکی و بیومتری شد و بقیه تنه جهت بررسی خواص مکانیکی و شیمیایی چوب مورد استفاده قرار گرفت. جهت بررسی خواص بیومتری چوب از دیسک‌هایی که به

www.SID.ir
Archive of SID

ضخامت 5 سانتی‌متر از سه ارتفاع درخت به‌دست آمد (نزدیک یقه، 50 درصد ارتفاع و 75 درصد ارتفاع) نمونه‌هایی به‌صورت تراشه در حد فاصل مغز و پوست تهیه، در لوله‌های آزمایش ریخته و به روش فرانکلین (فرانکلین، 1954) پس از جداسازی الیاف و تثبیت آنها بر روی لام، مشخصات آنها با استفاده از میکروسکوپ اندازه‌گیری شد.

برای اندازه‌گیری خواص فیزیکی چوب نیز از سه ارتفاع درخت نمونه های مورد نظر برای اندازه‌گیری جرم ویژه (جرم ویژه بحرانی) و درصد واکشیدگی حجمی براساس استاندارد ASTM-D143 تهیه شدند. از بقیه تنه برای اندازه‌گیری خواص شیمیایی و مکانیکی چوب استفاده شد. اندازه‌گیری ترکیبات شیمیایی چوب با استفاده از استانداردهای تاپی[1] به شرح زیر صورت گرفت:

تهیه آرد چوب براساس آئین نامه T257، تهیه پودر چوب عاری از مواد استخراجی براساس آئین‌نامه T257، اندازه‌گیری مقدار سلولز از روش اسیدنیتریک، اندازه‌گیری لیگنین براساس آئین‌نامه T222، اندازه‌گیری مواد استخراجی محلول در الکل–استن براساس آئین‌نامه T204 و اندازه‌گیری میزان خاکستر بر اساس آئین نامه T211.

برای اندازه‌گیری خواص مکانیکی چوب مطابق استاندارد ASTM-D143 نمونه‌های مورد نیاز برای هر کدام از خواص مکانیکی شامل مدول گسیختگی (MOR)، مدول الاستیسیته (MOE)، فشار موازی الیاف (حداکثر فشار لهیدگی)، فشار عمود بر الیاف (حداکثر مقاومت فشاری)، برش موازی الیاف (حداکثر مقاومت برشی)، سختی و میخ‌کشی انفصالی در دو حالت چوب‌تر و خشک تهیه و آزمون شدند.

نتایج آزمون‌های فیزیکی و همچنین بیومتری به‌دست آمده از سه ارتفاع درخت با استفاده از آنالیز واریانس یک طرفه (ANOVA) بوسیله نرم‌افزار SPSS مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت. جهت مقایسه میانگین‌های ترکیبات شیمیایی و همچنین نتایج خواص مکانیکی نیز از روش T-test استفاده شد.

نتایج و بحث

ابعاد الیاف: نتایج مربوط به تغییرات ابعاد الیاف در محور طولی و شعاعی درخت در جدول 1 و نتایج تجزیه واریانس صفات مورد مطالعه در محور طولی و شعاعی درخت در جدول 2 ارائه شده است.

1- TAPPI

www.SID.ir

Archive of SID

تغییرات طول الیاف محدوده مغز، حدفاصل پوست و مغز و محدوده پوست در محور طولی درخت از پائین به بالا کاهش نشان می‌یابد، به‌طوری‌که بیشترین و کمترین مقدار آن در بخش پائینی به‌ترتیب 0/978 و 0/826 میلی‌متر، در بخش میانی 0/924 و 0/815 میلی‌متر و در بخش بالایی 0/876 و 0/782 میلی‌متر به‌دست آمد. همچنین تغییرات طول الیاف در محور شعاعی درخت روند صعودی داشته و از حد مینیمم (0/807 میلی‌متر) در محدوده مغز به حد ماکزیمم (0/926 میلی‌متر) در محدوده پوست می‌رسد. میانگین کلی طول الیاف درخت به مقدار 0/864 میلی‌متر محاسبه گردیده است. میانگین قطر الیاف، قطر حفره سلولی و ضخامت دیواره سلولی به‌ترتیب 16/295، 5/549 و 5/372 میکرومتر به‌دست آمد. با توجه به جدول 1، ملاحظه می‌گردد که میانگین قطر الیاف، قطر حفره سلولی و ضخامت دیواره سلولی در محور طولی درخت از پایین به بالا کاهش یافته است. همچنین در محور شعاعی درخت از مغز به سمت پوست روند تغییرات قطر الیاف، قطر حفره سلولی و ضخامت دیواره سلولی صعودی می‌باشد.

خواص فیزیکی: نتایج مربوط به تغییرات خواص فیزیکی در محور طولی و شعاعی در جدول 1 و نتایج تجزیه واریانس صفات مورد مطالعه در محور طولی و شعاعی تنه درخت در جدول 2 ارائه شده است.

جرم ویژه: تغییرات جرم ویژه در محور شعاعی با افزایش سن از محدوده مغز به پوست در بخش های مختلف تنه (دیسک 1، دیسک 2 و دیسک 3) کاهش داشته است. مقادیر جرم ویژه در محور طولی نیز با افزایش ارتفاع تنه از قسمت‌های پائین به بالای درخت روند نزولی داشته و از 0/57 گرم بر سانتی‌مترمکعب به 0/55 گرم بر سانتی‌مترمکعب کاهش پیدا کرده است. میانگین کلی جرم ویژه درخت 0/56 گرم بر سانتی‌مترمکعب محاسبه شد.

واکشیدگی حجمی: تغییرات واکشیدگی حجمی در محور شعاعی درخت از محدوده مغز به سمت پوست در بخش های مختلف تنه درخت کاهش داشته است. مقدار واکشیدگی حجمی در بخش پائین تنه درخت از 19/4 درصد (محدوده مغز) به 15/1 درصد (محدوده پوست)، در بخش میانی از 16/81 درصد به 14/36 درصد و در بخش فوقانی از 14/98 درصد به 14/33 درصد رسیده است. مقادیر واکشیدگی حجمی در محور طولی درخت نیز با افزایش ارتفاع تنه از قسمت های پائین به

www.SID.ir

بالای آن روند نزولی داشته و از 17/26 درصد به 14/64 درصد کاهش یافته است. میانگین کلی واکشیدگی حجمی درخت اکالیپتوس کاملدولنسیس 15/83 درصد اندازه‌گیری شده است.

جدول 1- مقادیر ابعاد الیاف و خواص فیزیکی چوب در محور طولی و شعاعی درخت اکالیپتوس کاملدولنسیس

نزدیک یقه	محدوده مغز	بین پوست و مغز	محدوده پوست	میانگین
طول الیاف (میکرومتر)	826	884	978	896
قطر الیاف (میکرومتر)	16/343	16/751	17/124	16/739
فطر حفره سلولی (میکرومتر)	5/811	5/830	5/843	5/828
ضخامت دیواره سلولی (میکرومتر)	5/266	5/460	5/640	5/455
جرم ویژه (گرم برسانتی‌مترمکعب)	0/6	0/57	0/56	0/57
واکشیدگی حجمی (درصد)	19/4	17/27	15/11	17/26
50 درصد ارتفاع درخت	محدوده مغز	بین پوست و مغز	محدوده پوست	میانگین
طول الیاف (میکرومتر)	815	871	924	870
قطر الیاف (میکرومتر)	15/982	16/246	16/570	16/266
فطر حفره سلولی (میکرومتر)	5/560	5/571	5/592	5/574
ضخامت دیواره سلولی (میکرومتر)	5/211	5/337	5/489	5/345
جرم ویژه (گرم برسانتی‌مترمکعب)	0/58	0/57	0/56	0/57
واکشیدگی حجمی (درصد)	16/81	15/63	14/36	15/6
75 درصد ارتفاع درخت	محدوده مغز	بین پوست و مغز	محدوده پوست	میانگین
طول الیاف (میکرومتر)	782	827	876	828
قطر الیاف (میکرومتر)	15/615	15/892	16/138	15/881
فطر حفره سلولی (میکرومتر)	5/232	5/248	5/257	5/245
ضخامت دیواره سلولی (میکرومتر)	5/191	5/322	5/440	5/317
جرم ویژه (گرم برسانتی‌مترمکعب)	0/56	0/56	0/55	0/55
واکشیدگی حجمی (٪)	14/98	14/61	14/33	14/64

ترکیبات شیمیایی: نتایج و تجزیه واریانس ترکیبات شیمیایی چوب درون و چوب برون گونه اکالیپتوس کاملدولنسیس در جدول 3، ارائه شده است. طبق نتایج به‌دست آمده بین مقدار سلولز و مقدار خاکستر چوب برون و چوب درون در سطح اعتماد 5 درصد اختلاف معنی‌داری مشاهده نمی‌شود، و بین مقدار مواد استخراجی و مقدار لیگنین چوب برون و چوب درون در سطح اعتماد 5

www.SID.ir

Archive of SID

درصد اختلاف معنی‌داری مشاهده می‌شود. مقدار سلولز، لیگنین، مواد استخراجی و خاکستر چوب درون و چوب برون به‌ترتیب 48/16، 48/90، 31/28، 30/16، 7/69، 3/12، 0/61 و 0/56 درصد به‌دست آمد.

جدول 2- آنالیز واریانس یکطرفه ابعاد الیاف و خواص فیزیکی چوب در محور طولی و شعاعی درخت.

مشخصه	منبع تغییر	درجه آزادی	جمع مربعات	میانگین مربعات	F محاسباتی	اختلاف
طول الیاف	محور طولی	2	6990/88	3459/44	0/94	ns
	محور شعاعی	2	21080/22	10540/11	7/86	*
قطر الیاف	محور طولی	2	1/10	0/55	5/39	*
	محور شعاعی	2	0/59	0/29	1/696	ns
قطر حفره سلولی	محور طولی	2	0/51	0/25	1122/21	*
	محور شعاعی	2	1/32	6/60	0/008	ns
ضخامت دیواره سلولی	محور طولی	2	3/17	1/58	0/68	ns
	محور شعاعی	2	0/13	6/76	11/20	*
جرم ویژه	محور طولی	2	6/22	3/11	1/64	ns
	محور شعاعی	2	8/22	4/11	2/64	ns
واکشیدگی حجمی	محور طولی	2	10/54	5/27	2/54	ns
	محور شعاعی	2	9/10	4/55	1/97	ns

(*) معنی‌دار در سطح 95 درصد، (ns) عدم معنی‌دار در سطح 95 درصد

خواص مکانیکی: خلاصه نتایج مقاومت‌های مکانیکی و تجزیه واریانس صفات مورد مطالعه چوب گونه اکالیپتوس کاملدولنسیس در دو حالت تر و خشک در جدول 4، آمده است. بین مقاومت های مدول گیسختگی، مدول الاستیسیته، فشار موازی الیاف، فشار عمود بر الیاف، برش موازی الیاف،

www.SID.ir

Archive of SID

سختی در سطوح عرضی، مماسی و شعاعی و میخ‌کشی انفصالی در سطوح عرضی، مماسی و شعاعی چوب در دو حالت تر و خشک در سطح اعتماد 5 درصد اختلاف معنی‌داری مشاهده شده و مقدار کلیه مقاومت‌های مکانیکی در حالت خشک بیشتر از حالت تر می‌باشد.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول 3- میانگین و تجزیه واریانس ترکیبات شیمیایی چوب درون و چوب برون درخت اکالیپتوس کاملدولنسیس.

مشخصه	محل نمونه	میانگین	مقدار t
مقدار سلولز (درصد)	چوب درون	48/16	-0/256^{ns}
	چوب برون	48/90	
مقدار لیگنین (درصد)	چوب درون	31/68	0/343*
	چوب برون	29/16	
مقدار مواد استخراجی (درصد)	چوب درون	7/69	2/799*
	چوب برون	3/12	
مقدار خاکستر (درصد)	چوب درون	0/61	1/753^{ns}
	چوب برون	0/56	

(*) معنی‌دار در سطح 95 درصد، (ns) عدم معنی‌دار در سطح 95 درصد

جدول 4- میانگین و تجزیه واریانس خصوصیات مکانیکی چوب‌تر و خشک درخت اکالیپتوس کاملدولنسیس.

مشخصه		چوب تر	چوب خشک	مقدار t
مدول گیسختگی (N/mm^2)		68/19	107/48	-6/402*
مدول الاستیسیته (N/mm^2)		13262/57	16438/05	-3/889*
فشار موازی الیاف (N/mm^2)		31/37	58/42	-3/313*
فشار عمود بر الیاف (N/mm^2)		7/08	11/74	-5/707*
برش موازی الیاف (N/mm^2)		8/47	13/86	-6/601*
سختی (N)	سطح عرضی	5615/94	8261/42	-32/400*
	سطح مماسی	4281/69	6449/35	-13/268*
	سطح شعاعی	4720/44	6635/81	-11/729*
میخ کشی انفصالی (N)	سطح عرضی	722/56	815/46	-6/436*
	سطح مماسی	1013/24	1227/63	-2/626*
	سطح شعاعی	1075/82	1394/57	-3/904*

(*) معنی‌دار در سطح 95 درصد، (ns) عدم معنی‌دار در سطح 95 درصد

Archive of SID

www.SID.ir

بحث و نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج به‌دست آمده ملاحظه می‌گردد که میانگین ابعاد الیاف در محور طولی درخت از پائین به بالا کاهش یافته است. همچنین در محور شعاعی درخت از مغز به سمت پوست روند تغییرات ابعاد الیاف صعودی می‌باشد. یکی از مهمترین خواص الیاف در کاغذسازی مقدار طول الیاف می‌باشد. طول الیاف یک ویژگی ذاتی است که وابستگی شدیدی به سن سلول‌های کامبیومی دارد، ولی ابعاد دیگر مانند ضخامت دیواره سلولی و قطر الیاف بیشتر تابع شرایط آب و هوایی و نیز پهنای رویش سالیانه هستند (مهدوی و همکاران، 2004). به نظر می‌رسد طول الیاف به‌علت افزایش سن درخت و مسن‌تر شدن سلول‌های کامبیوم و به‌عبارتی افزایش سن فیزیولوژیک کامبیوم و اندازه یاخته‌های مادری تکامل و افزایش می یابد. چودنف و تیسچلر (1963) در بررسی ویژگی‌های مرفولوژیکی الیاف چوب *Eucalyptus camaldulensis* و وینین و همکاران (2005) در بررسی خواص آناتومیکی اکالیپتوس کاملدولنسیس، عنوان کردند که طول الیاف از مغز به سمت پوست افزایش می‌یابد. همچنین رامیرز و همکاران (2009) در بررسی خصوصیات بیومتری چوب گونه *Eucalyptus globulus*، افزایش میانگین ضخامت دیواره سلولی، قطر فیبر و قطر حفره سلولی را از مغز به سمت پوست متذکر شده اند. الیاف از نظر طولی در سه دسته الیاف کوتاه، با طول کمتر از 0/9 میلی‌متر، دسته الیاف متوسط، با طول بین 0/9 تا 1/6 میلی‌متر و دسته الیاف بلند، با طول بیشتر از 1/6 میلی‌متر، طبقه‌بندی می‌شوند که با توجه به این دسته‌بندی الیاف چوب گونه مورد مطالعه (اکالیپتوس کاملدولنسیس) در دسته الیاف کوتاه قرار گرفته و لزوم افزودن الیاف بلند برای ساخت کاغذهایی با مقاومت‌های مناسب را می‌طلبد.

خواص فیزیکی چوب از عوامل مهم تأثیرگذار بر کیفیت و کاربرد محصولات چوبی به شمار می‌رود، بنابراین شناخت این ویژگی‌ها می‌تواند به استفاده صحیح از آن منجر شود. تغییرات جرم ویژه در گونه‌های چوبی به چندین عامل مربوط می‌شود. زیاد شدن فیبرها و اشعه چوبی و نیز کم شدن تعداد آوندها باعث افزایش جرم ویژه می‌شود. افزایش پهنای دوایر رویشی جرم ویژه چوب پهن برگان بخش روزنه‌ای را افزایش می‌دهد. افزایش میزان مواد شیمیایی رسوب یافته در داخل حفرات و دیواره سلول‌های چوبی نیز موجب افزایش جرم ویژه چوب می‌گردد (زوبل، 1989). نتایج بررسی انجام گرفته نشان داد که تغییرات جرم ویژه در چوب گونه اکالیپتوس کاملدولنسیس در محور شعاعی از محدوده مغز به پوست علی‌رغم افزایش ضخامت دیواره سلولی کاهش داشته است. به‌نظر می‌رسد

www.SID.ir
Archive of SID

کاهش جرم ویژه در محور شعاعی را می‌توان به افزایش آوندها و احتمالا کاهش تعداد فیبرها و همچنین بالا بودن میزان مواد شیمیایی رسوب یافته در مغز نسبت داد. در مورد تغییرات جرم ویژه در محور طولی پهن برگان به‌دلیل ساختمان پیچیده آنها الگوی معینی را نمی توان ارائه کرد (پنشن، 1980). در گونه مورد مطالعه در محور طولی درخت در اثر افزایش ارتفاع، جرم ویژه کاهش یافته است. در این بررسی با کاهش جرم ویژه و کاهش ماده چوبی درصد تخلخل بیشتر و میزان واکشیدگی حجمی کاهش یافته است.

بین مقدار سلولز چوب درون و چوب برون درخت در سطح اعتماد 5 درصد اختلاف معنی‌داری مشاهده نمی‌شود. بین مقدار مواد استخراجی چوب برون و چوب درون در سطح اعتماد 5 درصد اختلاف معنی‌داری مشاهده شده و مقدار مواد استخراجی چوب درون بیشتر از چوب برون می‌باشد. علت را می‌توان این طور بیان نمود که با افزایش سن درخت و در اثر عمل چوب درونی شدن، مواد استخراجی بیشتری در نواحی مغز و قسمت درون چوب رسوب می‌کند. نتایج به‌دست آمده با نتایج تحقیقات حسین‌زاده و همکاران (2001) بر روی چوب گونه اکالیپتوس اینتر تکستا منطقه سراب بهرام فارس و تحقیقات کرد و سرائیان (2007) و گومینهو و فیگوئرا (1999) بر روی گونه صنوبر همخوانی دارد. طبق نتایج به‌دست آمده بین مقدار لیگنین چوب برون و چوب درون نیز در سطح اعتماد 5 درصد اختلاف معنی‌داری مشاهده می‌شود. مقدار لیگنین درون چوب بیشتر از برون چوب به‌دست آمد. دلیل این تغییرات را می‌توان به بالا بودن درصد چوب جوان ایجاد شده در اطراف مغز درخت در مقایسه با قسمت‌های بیرونی نسبت داد. زیرا براساس بررسی‌های انجام شده درصد لیگنین چوب جوان، که دارای الیاف با دیواره سلولی نازکتری می‌باشد، در مقایسه با چوب بالغ بیشتر است (زوبل، 1998). بنابراین بیشتر بودن درصد جوان چوب در این نواحی منجر به افزایش درصد لیگنین این قسمت‌ها در مقایسه با سایر نقاط درخت شده است که با نتایج به‌دست آمده توسط حسین‌زاده و همکاران (2001) برروی چوب گونه اکالیپتوس اینتر تکستا منطقه سراب بهرام فارس و تحقیقات کرد و سرائیان (2007) و گومینهو و فیگوئرا (1999) بر روی گونه صنوبر همسویی دارد. نتایج تجزیه واریانس اختلاف معنی‌داری بین مقدار خاکستر چوب برون و چوب درون در سطح اعتماد 5 درصد نشان نداد. مقدار خاکستر در چوب درون در مقایسه با چوب برون بیشتر به‌دست آمد. می‌توان افزایش مقدار خاکستر در مجاورت مغز و قسمت‌های درون چوب درخت را به تجمع بیشتر ترکیبات معدنی در اثر عمل چوب درونی‌شدن به هنگام رشد قطری درخت مرتبط دانست. نتایج به‌دست آمده با نتایج

www.SID.ir

بررسی توسط حسین‌زاده و همکاران (2001) بر روی چوب گونه اکالیپتوس اینتر تکستا منطقه سراب بهرام فارس مطابقت ندارد ولی با نتایج تحقیقات کرد و سرائیان (2007)، مشعلچیان (2004) و گومینهو و فیگوئرا (1999) بر روی گونه صنوبر مطابقت دارد.

شناخت ویژگی‌های مکانیکی و تغییرات آنها در رویشگاه‌های مختلف نیز در جهت استفاده اصولی و بهینه از منابع جنگلی محدود کشور از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. مقایسه خواص مکانیکی چوب در حالت تر و خشک امکان شناخت چگونگی تأثیر رطوبت بر مقاومت‌های مکانیکی را فراهم می‌کند. طبق نتایج به‌دست آمده بین کلیه خواص مکانیکی چوب اکالیپتوس کاملدولنسیس در دو حالت تر و خشک در سطح اعتماد 5 درصد اختلاف معنی‌داری مشاهده شده و مقدار آنها در حالت خشک بیشتر از حالت‌تر می‌باشد. رطوبت عامل مهمی در تغییرات خواص مکانیکی می‌باشد. کاهش رطوبت بر روی مدول گسیختگی 36/55 درصد، مدول الاستیسیته 19/31 درصد، فشار موازی الیاف 46/3 درصد، فشار عمود بر الیاف 39/69 درصد، برش موازی الیاف 38/88 درصد، سختی در سطوح عرضی، مماسی و شعاعی به‌ترتیب 32/02، 33/61 و 26/86 درصد و میخ کشی انفصالی در سطوح عرضی، مماسی و شعاعی به‌ترتیب 11/39، 17/46 و 22/85 درصد باعث افزایش مقاومت‌ها شده است.

پیشنهاد می‌شود در تحقیقات بعدی مقایسه ویژگی‌های شیمیایی و بیومتری ساقه و شاخه و همچنین مقدار ترکیبات شیمیایی در ارتفاع‌های مختلف درخت مورد توجه و بررسی قرار گیرد.

سپاسگزاری

بدین‌وسیله از مسئولان محترم دانشگاه ملی زابل که امکانات این پژوهش را فراهم نمودند، تشکر و قدردانی می‌نمائیم.

منابع

1.ASTM Standard Test Methods 1999. American Society for Testing Materials. ASTM-D143.

3.Chudnoff, M., and Tischler, K. 1963. Fiber morphology of eucalyptus camaldulensis Dehn. SUPPI. 1: 23p.

4.Franklin, G. L. 1954. A rapid method for softening wood for microtome sectioning. Tropical woods. 88. 35-36.

www.SID.ir

Archive of SID

5.Gominho, J., and Figueira, J. 1999. Within-tree variation of heartwood, extractive and wood density in the populus deltoids hybrid. Wood and Fiber Science. 33:1.3-8.
6.Hosseinzadeh, A., Familian, H., Salehi, K., Fakrian, A., Golbabaei, F., Habibi, M., Arabtabar, H., and Sadraei, N. 2001. Properties of eucalyptus intertexta wood grown In Southern region of Iran. J. Wood and Paper Science Research. 12.73-136. (In Persian)
7.Hajihassani, R., Hosseinzadeh, A., Nourbakhsh, A., Kargarfard, A., and Golbabaei, F. 2000. Investigation on the potential of eucalyptus camaldulensis wood in particleboard industry. J. Wood and Paper Science Research. 9.35-108. (In Persian)
8.Kord, B., and Saraeyan, A. 2007. Investigation on the effects of tree age and height on chemical properties of Populus deltoides wood. J. Agric. Sci. Natur. Resour. 14:4. 32-40. (In Persian)
9.Mashalchian, M. 2004. Comparative study on paper properties produced from populus deltoids and paulownia species by Chemi-mechanical process. M.Sc Thesis. Gorgan University, Iran, 27p. (In Persian)
10.Mahdavi, S., Hosseinzadeh, A., Familian, H., and Habibi, M.R. 2004. Investigation on relation of fiber dimension and wood density with age and ring with in eucalyptus camaldulensis Dehn. J. Wood and Paper Science Research. 19:1.69-95. (In Persian)
11.Ramirez, M., Rodriguez, J., Peredo, M., Valenzuela, S., and Mondonca, R. 2009. Wood anatomy and biometric parameters variation of eucalyptus globulus clones. Wood Science and Technology. 43.131-141.
12.Sharifi, S., Rooshenasan, J., and Hosseini, S.Z. 2008. Comparative investigation on the anatomical and chemical characteristics of eucalyptus camaldulensis from region jiroft. J. Wood and Paper Science Research. 23:1.83-89. (In Persian)
13.Tappi Test Methods 1992-93. Tappi Press. Atlanta, Ga., USA.
14.Veenin, T., Fujita, M., Nobuchi, T., and Siripatanadilok, S. 2005. Radial variation of anatomical Characteristics and specific gravity in eucalyptus camaldulensis clones. IAWA Journal. 26:3.351-361.
15.Zobel, B.J., and Buijtenen, P. 1989. Wood variation. Its causes and control. springer verlag, Berlin, New York, 250p.
16.Zobel, B.J. 1998. Juvenile wood in forest trees. Spring series in wood science. 485p.

Archive of SID

www.SID.ir

Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

J. of Wood & Forest Science and Technology, Vol. 18(3), 2011
www.gau.ac.ir/journals

Investigation on Physical, Mechanical, Chemical and Biometrical Properties of *E. camaldulensis* Wood from Sistan Region

***M. Dehmardeh Ghaleno[1]**

[1]Lecturer, Dept. of Wood and Paper Science and Technology, University of Zabol, Iran

Received: 2010-7-26 ; Accepted: 2012-2-12

Abstract

To determine of biometrical (fiber length, fiber diameter, lumen and cell wall thickness), physical (density and volumetric swelling), chemical (amount of extractives, cellulose, lignin and ash) and mechanical (modulus of rupture, modulus of elasticity, compression strength parallel to grain, compression strength perpendicular to grain, shear parallel to grain, janka-hardness and nail withdrawal) properties of *eucalyptus camaldulensis* wood from Sistan region five trees were selected and evaluated. The results showed that fiber dimensions in tree trunk, from pith to bark and decreased from bottom to top. The volumetric swelling variation decreased in radial axis from pith to bark and in longitudinal axis from bottom to the top. There were no significant different at 5 percent statistical error level between the cellulose and ash content values in heartwood and sapwood, respectively. On the other hand, significant difference at 5 percent statistical error level was observed between lignin and extractives values in heartwood and sapwood, respectively. Also, mechanical properties of wet and dry samples were determined. The results indicated that the mechanical properties of wet samples were lower than dry samples, significantly.

Keywords: *Eucalyptus camaldulensis*; Biometry; Physical properties; Chemical properties; Mechanical properties

*Corresponding Author; Email: mmdahmardeh@yahoo.com

www.SID.ir

Archive of SID