

بررسی اثر سن درختان جوان اکالیپتوس کاملدولنسیس بر ترکیبات شیمیایی چوب برای استفاده در صنعت خمیر کاغذ سازی

*احسان کبیری^۱، سید ضیاءالدین حسینی^۲، وحید وزیری^۳ و حمید نوری چپرپردی^۴

ادانش آموخته کارشناسی ارشد علوم و صنایع چوب و کاغذ دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، استاد، گروه علوم و صنایع چوب و کاغذ دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، دانشجوی دکتری گروه علوم و صنایع چوب و کاغذ دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، دانش آموخته کارشناسی ارشد گروه علوم و صنایع چوب و کاغذ دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

تاریخ دریافت: ۸۵/۸/۲۳؛ تاریخ پذیرش: ۸۷/۷/۶

چکیده

در این تحقیق، اثر سن درختان جوان اکالیپتوس کاملدولنسیس (۴، ۶ و ۸ سال) بر ترکیبات شیمیایی چوب آنها، برای استفاده در صنعت خمیر کاغذسازی بررسی شد. ترکیبات شیمیایی برای هر سن، با سه تکرار انجام شد که مقادیر درصد سلولز، همی سلولز، لیگنین، مواد استخراجی و خاکستر به ترتیب برای سن ۴ سال، ۳۷/۹، ۳۴/۶۱، ۲۳/۷۰، ۳/۲۲ و ۱/۰۵، برای سن ۶ سال، ۴۱/۰۸، ۳۰/۷، ۲۵/۲۹، ۴/۶۲ و ۰/۸۱ و برای سن ۸ سال، ۴۱/۹، ۲۹/۵۳، ۲۶/۸۶، ۶/۰۳ و ۰/۵۴ به دست آمد. این ترکیبات در سنین مختلف با یکدیگر مقایسه گردید و نتایج نشان داد که چوب درختان با سن ۸ سال به لحاظ داشتن مقادیر سلولز بیشتر و خاکستر کمتر می تواند گزینه مناسب تری برای صنعت خمیر کاغذسازی باشند.

واژه های کلیدی: اکالیپتوس کاملدولنسیس، سلولز، همی سلولز، لیگنین، مواد استخراجی، خاکستر

مقدمه

تغییرات سلولی و به دنبال آن تغییرات شیمیایی ناشی از رشد درخت، اثرات مهمی روی خواص و رفتار چوب در جریان تهیه خمیر کاغذ می گذارد. بسته به گونه چوبی استفاده شده (سوزنی برگ یا پهن برگ و یا حتی بین گونه های پهن برگان و سوزنی برگان بسته به شرایط رشد و آناتومیکی گونه ها) و همچنین نوع فرآیند خمیرسازی (اعم از شیمیایی یا نیمه شیمیایی و قلیایی یا اسیدی) حذف مواد آلی عصاره ای از خمیر کاغذ مشکل می باشد (میرشکرانی، ۱۹۹۳؛ رید هولم، ۱۹۶۵). بررسی خواص

درختان اکالیپتوس نشان می دهد که با افزایش سن درخت، دانسیته چوب، درصد مواد استخراجی، درصد سلولز و بازده خمیرسازی شیمیایی افزایش می یابد در حالی که درصد لیگنین کاهش می یابد (اوشیما و همکاران، ۲۰۰۵؛ اونا و همکاران، ۱۹۹۷a). هر یک از تغییرات ذکر شده تا سن مشخصی تقریباً ثابت بوده از آن سن به بعد تغییرات معنی دار می شود. تغییرات دانسیته از ۳ سالگی، بازده خمیر، درصد سلولز و درصد لیگنین از ۵ سالگی و درصد مواد استخراجی از ۸ سالگی معنی دار می شود (ریموند، ۲۰۰۲). مقایسه بین جوان چوب و چوب بالغ نشان می دهد که طول الیاف، دانسیته الیاف، ضخامت دیواره های سلولی، مقدار سلولز و بازده خمیر در جوان چوب کمتر و

سانتی متر جدا، سپس خرد و براساس استاندارد شماره T275 om-85 آیین نامه TAPPI¹ به پودر چوب تبدیل شد. مقدار مواد استخراجی، لیگنین و خاکستر به ترتیب براساس استانداردهای شماره T-204om-88، T224om-88 و T 211om-85 آیین نامه TAPPI اندازه گیری و مقدار هولوسلولز (سلولز + همی سلولز) مطابق با استاندارد شماره ۲۴۰۳ از آیین نامه DIN انجام گرفت.

روش های آماری: برای داده های حاصل از آزمایش های تجزیه شیمیایی از طرح آماری فاکتوریل استفاده و هر نمونه در هر سن درخت ۳ مرتبه آزمایش شد. سپس برای تحلیل اثر سن درخت بر روی ترکیبات شیمیایی از آزمون تجزیه واریانس یک طرفه استفاده و در نهایت برای مقایسه میانگین نمونه های مختلف با یکدیگر آزمون چند دامنه ای دانکن به کار برده شد.

مقدار لیگنین، مواد استخراجی و همی سلولز در آن بیشتر از چوب بالغ است (بائو و ساسا، ۲۰۰۱). بررسی اثر سن و عوامل رشد درختان جوان اکالیپتوس گلوبولوس بر تغییرات ترکیبات شیمیایی نشان داد که با افزایش سن از ۲ به ۶ سال، درصد لیگنین اندکی افزایش داشته، درصد مواد استخراجی و سلولز نیز افزایش یافته اما میزان کربوهیدرات های دیگر (همی سلولز)، کاهش یافته است (میراندا و پری را، ۲۰۰۲). با توجه به سریع الرشد بودن گونه اکالیپتوس کاملدونسیس و برداشت معمول آن در سنین زیر ۱۰ سال، هدف اصلی در این پژوهش، مطالعه اثر سن درخت روی مقدار لیگنین، سلولز، همی سلولز، مواد استخراجی و خاکستر و تعیین مناسب ترین سن برداشت (در بین درختان جوان اکالیپتوس) به لحاظ ترکیبات شیمیایی چوب، برای استفاده در صنعت خمیر کاغذسازی می باشد.

نتایج و بحث

درصد ترکیبات شیمیایی هریک از درختان اکالیپتوس (۴ و ۶ و ۸ سال) به طور جداگانه در ۳ تکرار اندازه گیری و اثر سن درخت بر ویژگی های شیمیایی چوب تجزیه و تحلیل آماری شد. نتایج تجزیه واریانس نشان می دهد که اثر سن درخت روی مقدار مواد استخراجی، لیگنین، سلولز، همی سلولز و خاکستر در مقدار ۱ درصد معنی دار شده است (جدول ۱).

مواد و روش ها

نمونه برداری، تهیه آرد چوب و تعیین درصد ترکیبات شیمیایی چوب: درختان مورد آزمایش از جنگل های دست کاشت اکالیپتوس واقع در کیلومتر ۵ جاده گرگان- آق قلا قطع شده و به آزمایشگاه دانشکده چوب شناسی و صنایع چوب دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان منتقل گردید. برای تهیه آرد چوب ابتدا از ارتفاع برابر سینه هر درخت، بخشی از تنه به طول ۳۰

جدول ۱- داده های تجزیه واریانس یک طرفه برای اثر سن درخت روی ترکیبات شیمیایی چوب.

عامل (درصد)	منبع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات	F
مواد استخراجی	سن درخت	۲(۶)*	۵/۸۹۴ (۰/۰۹۳)**	۶۳/۶۱۲
لیگنین	سن درخت	۲(۶)	۷/۴۵۸ (۰/۴۱۶)	۱۷/۹۳۵
سلولز	سن درخت	۲(۶)	۱۳/۳۶۸ (۰/۴۳)	۳۱/۰۶۸
همی سلولز	سن درخت	۲(۶)	۱۹/۴۵۷ (۰/۵۳۱)	۳۶/۶۱۸
خاکستر	سن درخت	۲(۶)	۰/۱۹۸ (۰/۰۰۳)	۷۲/۰۷۷

* درجه آزادی خطا و ** واریانس خطای آزمایش است

نسبت بین جوان چوب و بالغ چوب و... داشته باشد. بسته به گونه چوبی تا سنین مشخصی حجم بالایی از چوب را جوان چوب تشکیل می‌دهد که نسبت به چوب بالغ خصوصیات متفاوتی را نشان می‌دهد. درصد لیگنین در دیواره‌های سلولی چوب جوان از چوب بالغ بیشتر است که به‌طور طبیعی با افزایش سن و افزایش حجم چوب بالغ، درصد لیگنین چوب کاهش خواهد یافت (بائو و همکاران، ۲۰۰۱؛ اونا و همکاران، ۱۹۹۷a؛ اونا و همکاران، ۱۹۹۷b). با افزایش سن درخت، دیواره‌های سلولی الیاف چوبی ضخیم‌تر شده و درصد سلولز در آنها افزایش می‌یابد که بالاتر بودن درصد سلولز تأثیر مطلوبی بر کیفیت خمیر تولیدی خواهد گذاشت (میرشکرانی، ۱۹۹۳؛ ریدهولم، ۱۹۶۵). چوب جوان در مقایسه با چوب بالغ مقدار همی سلولز بیشتری دارد (میرشکرانی، ۱۹۹۳). در پهن‌برگان با افزایش سن، از درصد همی سلولز کاسته شده به درصد سلولز افزوده می‌شود (اونا و همکاران، ۱۹۹۷b). در چوب‌های جوان‌تر، با توجه به وجود سلول‌های فعال‌تر از نظر زیستی، جذب مواد معدنی (خاکستر باقی‌مانده در چوب)، بیشتر خواهد بود که با افزایش سن جذب این مواد رفته رفته کمتر می‌شود (ریدهولم، ۱۹۶۵).

نتایج تجزیه و تحلیل آماری و مقایسه میانگین‌ها به‌روش دانکن نشان داده است که با افزایش سن درخت مقدار سلولز، مواد استخراجی و لیگنین افزایش ولی مقدار همی سلولز و خاکستر کاهش یافته است (جدول ۲). نتایج نشان می‌دهد که با افزایش سن درخت، مقدار مواد استخراجی افزایش می‌یابد. در واقع با افزایش سن، حجم چوب درون افزایش یافته، درصد سلول‌های مرده پارانسیم بیشتر می‌شوند و از آنجا که این سلول‌ها در هنگام مرگ به ترشح مواد آلی عصاره‌ای (استخراجی) می‌پردازند، مقدار این مواد در چوب افزایش خواهد یافت (میرشکرانی، ۱۹۹۳؛ ریدهولم، ۱۹۶۵). در فرآیندهای خمیرسازی مانند سولفیت اسیدی و کرافت حذف بیشتر مواد آلی عصاره‌ای مشکل بوده در جریان تولید خمیر کاغذ به آسانی بسپار می‌شوند و باعث تغییر رنگ و ایجاد قیر در خمیر خواهند شد (میرشکرانی، ۱۹۹۶). همان‌طور که در جدول ۲ مشاهده می‌گردد، افزایش سن درخت منجر به افزایش مقدار لیگنین چوب گردیده است. معمولاً با افزایش سن در چوب بالغ، درصد لیگنین کاهش می‌یابد اما در این تحقیق با افزایش سن از ۴ به ۸ سال مقدار لیگنین افزایش یافته است. این افزایش می‌تواند دلایل متعددی از جمله خواص ژنتیکی گونه چوبی،

جدول ۲- آزمون دانکن ترکیبات شیمیایی چوب اکالیپتوس کاملدولنسیس.

گروه بندی	میانگین	سن درخت	ترکیبات شیمیایی
C	۳/۲۲	۴	مواد استخراجی
B	۴/۶۲	۶	
A	۶/۰۳	۸	
C	۲۳/۷	۴	لیگنین
B	۲۵/۲۹	۶	
A	۲۶/۸۶	۸	
B	۳۷/۹	۴	سلولز
A	۴۱/۰۸	۶	
A	۴۱/۹	۸	
A	۳۴/۴۱	۴	همی سلولز
B	۳۰/۷	۶	
B	۲۹/۵۳	۸	
A	۱/۰۵	۴	خاکستر
B	۰/۸۱	۶	
C	۰/۵۴	۸	

هر چند تصمیم‌گیری در مورد بهترین سن برداشت درختان جوان اکالیپتوس، پس از بررسی مرفولوژی الیاف و نتایج پخت، کامل‌تر خواهد بود اما در این تحقیق صرفاً از نقطه نظر ترکیبات شیمیایی چوب، بهترین سن معرفی می‌گردد و نتیجه‌گیری نهایی به تحقیقات بعدی موکول می‌شود. پس از بررسی نهایی نتایج تجزیه تحلیل ترکیبات

شیمیایی، درخت اکالیپتوس با سن ۸ سال به دلیل ویژگی‌های برتری که به لحاظ شیمیایی دارد یعنی درصد سلولز بالاتر (که تأثیر قابل ملاحظه‌ای در کیفیت خمیر تولید شده دارد) درصد خاکستر پایین‌تر، و تفاوت اندک مقدار لیگنین با سنین پایین‌تر، به‌عنوان چوبی مناسب‌تر برای استفاده در صنعت خمیر کاغذسازی پیشنهاد می‌شود.

فهرست منابع

1. Bao, z.h., and Sasa, O. 2001. Differences in wood properties between juvenile wood and mature wood in 10 species grown in china. *J. of wood science and technology*, 35: 363-375.
2. Miranda, I. and Preira, H. 2002. The variation of chemical composition and pulping yield with age and growth factors in young *Eucalyptus globulus*, *J. of wood and fiber science*, 34:1. 140-145.
3. Mirshokrai, S.A. 1996. Handbook for pulp and paper technologists. vol:1. Daneshgah payamenoor, press, 354p. (translated In Persian)
4. Mirshokrai, S.A. 1993. Wood chemistry; fundamentals and applications. Tehran daneshgahi, press, 258p. (translated In Persian)
5. Ohshima, J., Yokota, Sh., Yoshizawa, N. and Ona, T., 2005, Representative heights for assessing whole-tree values and within-tree variations of derived wood properties in *Eucalyptus Camaldulensis* and *E. globulus*, *J. of wood and fiber science*, 37:1. 51-65.
6. Ona, T., Sonada, T., and Shibata, K. 1997a, Relationship between various extracted basic densities and wood chemical components in *Eucalyptus Camaldulensis*, *J. of wood sci. and technology*, 31:205-216.
7. Ona, T., Sonada, T., Itoh, K., and Shibata, M. 1997b, Relationship of lignin content lignin monomeric composition and hemicellulose composition in the same trunk sought by their within tree variations in *Eucalyptus Camaldulensis* and *E. globulus*, *J. of Holzforshung*, 51:394-404.
8. Rydholm, S.A. 1965. pulping processes, Interscience publishers, New York-London-Sydney, 1231p.
9. Rymond, A.C. 2002. Genetic of *Eucalyptus* wood properties, *J. of Ann. For. Sci.*, 59:525-531.

**Study on the variation of chemical components with age in young
Eucalyptus Camaldulensis for pulping industry**

E. Kabiri¹, S.Z. Hoseini², V. Vaziri³ and H. Noori Chaparpordi⁴

¹Former M.Sc. student, Dept. of Wood and Paper Technology, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Iran, ²Professor, Dept. of Wood and Paper Technology, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Iran, ³Ph.D. student, Dept. of Wood and Paper Technology, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Iran, ⁴Former M.Sc. student, Dept. of Wood and Paper Technology, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Iran

Abstract

This research was aimed to study the effect of *Eucalyptus Camaldulensis* tree age (4, 6, 8 years old) on the chemical components for pulping industry. Chemical analyzes were performed for each age group three times and the results of chemical components were compared with each other. The percentages of cellulose, hemicellulose, lignin, extractives and ash for 4 year old trees were 37.9, 34.41, 23.7, 3.22 and 1.05 respectively and for 6 year old trees were 41.08, 30.7, 25.39, 4.62 and 0.81 respectively and for 8 year old trees were 41.9, 29.53, 26.86, 6.03 and 0.54 respectively. Finally because of having more cellulose and less ash, the 8 year old trees could be better for pulping industry.

Keywords: *Eucalyptus Camaldulensis*, Cellulose, Hemicellulose, Lignin, Extractives, Ash