



دانشگاه گوارش و صنایع غذایی

مجله پژوهش‌های علوم و فناوری چوب و جنگل

جلد شانزدهم، شماره چهارم، ۱۳۸۸

www.gau.ac.ir/journals

## بررسی ویژگی‌های خمیر کاغذ NSSC جست و تنه اکالیپتوس کاملدولنسیس منطقه جیرفت

\*سعیده شریفی<sup>۱</sup>، احمدرضا سرائیان<sup>۲</sup>، سیدضیاءالدین حسینی<sup>۳</sup>،

مرتضی عبدالله‌بیگ‌م‌رندی<sup>۴</sup> و جلیل روشناسان<sup>۴</sup>

<sup>۱</sup>دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد گروه علوم و صنایع چوب و کاغذ، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان،

<sup>۲</sup>استادیار گروه علوم و صنایع چوب و کاغذ، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان،

<sup>۳</sup>استاد گروه علوم و صنایع چوب و کاغذ، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان،

<sup>۴</sup>دانشجوی کارشناسی‌ارشد گروه علوم و صنایع چوب و کاغذ، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

تاریخ دریافت: ۸۶/۸/۷؛ تاریخ پذیرش: ۸۷/۱۰/۲۳

### چکیده

این پژوهش با هدف بررسی تولید خمیر کاغذ از چوب تنه مادری (اولیه) و چوب جست (رویش ثانویه) اکالیپتوس کاملدولنسیس با روش سولفیت خنثی (NSSC) انجام شده است. ابعاد الیاف و ترکیبات شیمیایی چوب‌ها اندازه‌گیری شد. شرایط پخت خمیر کاغذ شامل سه سطح زمانی ۳۰، ۶۰ و ۹۰ دقیقه، مقدار ثابت ۱۵ درصد سولفیت سدیم و ۷ درصد بی‌کربنات سدیم بر مبنای وزن خشک، درجه حرارت ثابت ۱۶۵ درجه سانتی‌گراد و نسبت مایع پخت به چوب ۶ به ۱ بود. خمیرهای حاصل پالایش شدند تا به درجه روانی مورد نظر (۴۰۰ ml، CSF) برسند، و در نهایت از آنها کاغذ دست‌ساز ساخته شد و آزمون‌های مربوطه انجام گرفت. میانگین بازده خمیر کاغذ در سه زمان پخت مورد مطالعه برای چوب تنه مادری بیشتر از چوب جست بوده است. مقاومت‌های اندازه‌گیری شده (مقاومت به پاره شدن، مقاومت به ترکیدن، مقاومت کششی) کاغذ حاصل از چوب تنه مادری در شرایط یکسان بیشتر از مقاومت‌های کاغذ حاصل از چوب جست بوده است، ولی از نظر آماری بین

\* مسئول مکاتبه: saeedesharify11154@gmail.com

مقادیر مقاومت به پاره شدن و مقاومت کششی دو نوع کاغذ ساخته شده، اختلاف معنی‌دار دیده نشد. به‌رحال با توجه به نتایج به‌دست آمده، تندرشد بودن چوب جست، بازده بیشتر آن و نیاز به دور پالایش کمتر برای رسیدن به درجه روانی مطلوب، از این چوب می‌توان نظیر چوب تنه مادری در صنعت خمیر و کاغذسازی استفاده نمود.

**واژه‌های کلیدی:** اکالیپتوس کاملدولنسیس، سولفیت خشتی، رویش ثانویه (جست)، کاغذ دست‌ساز، ویژگی‌های مکانیکی

### مقدمه

اهمیت روزافزون فناوری خمیر کاغذ حتی با وجود پیشرفت‌های مختلف در زمینه ثبت و انتقال اطلاعات در قرن حاضر بر همگان آشکار است.

با توجه به عواملی از قبیل افزایش مصرف سرانه کاغذ در کشور، رشد فرهنگی و جمعیت، کمبود فزاینده چوب و منابع سلولزی جنگلی، نیاز به سرمایه‌گذاری‌های بزرگ برای ایجاد جنگل‌های دست‌کاشت از گونه‌های چوبی که سرعت رویش آنها زیاد است، در کشور امری اجتناب‌ناپذیر به‌نظر می‌رسد. به‌طور کلی جنگل‌کاری درختان تندرشد سبب اشتغال‌زایی و تامین بخشی از نیاز فزاینده کشور به کاغذ و مقوا شده و در نهایت روند تخریب نگران‌کننده جنگل‌ها به‌وسیله مجتمع‌های بزرگ چوب و کاغذ را کند خواهد کرد (رشیدی، ۲۰۰۲). محدودیت‌های بهره‌برداری چوب از جنگل‌های شمال، لزوم توجه به سایر منابع را در نقاط مختلف کشور ایجاب می‌کند. اکالیپتوس به‌خصوص گونه کاملدولنسیس یکی از گونه‌های تندرشد است که در شرایط اکولوژیکی ایران به خوبی رشد کرده است. اکالیپتوس در کشور ما با توجه به موقعیت اقلیمی ایران که سطح وسیعی از آن را مناطق خشک فرا گرفته است دارای ارزش و اهمیت خاصی است (طغرابی، ۲۰۰۳).

در چند سال گذشته در مناطق زیادی از ایران به‌مقدار نسبتاً فراوانی درخت اکالیپتوس کاشته شده است و سالانه به مقدار آنها افزوده می‌شود که پس از بهره‌برداری اولیه آنها شاهد رویش ثانویه (جست) فراوان هستیم، که می‌توان از چوب آنها در صنعت خمیر و کاغذ استفاده نمود. گذشته از این استفاده از جست هزینه تولید نهال و کاشت را در بر نخواهد داشت.

سپیده دم و جهان‌لتیباری در پژوهشی با هدف بررسی تولید خمیر کاغذ از چوب اکالیپتوس به روش سولفیت خنثی خمیر کاغذ چوب درختان دو رویشگاه نورآبادفارس و زاغمرز مازندران را مورد ارزیابی قرار دادند. از مقایسه تعداد دور پالایش اعمال شده بر روی خمیرها مشخص شد که پالایش‌پذیری خمیر کاغذ NSSC کم بوده و بین خمیر کاغذهای به‌دست آمده از این دو رویشگاه، خمیر کاغذ چوب رویشگاه شمال به دلیل لیگنین و مواد استخراجی بیشتر چوب آن از پالایش‌پذیری کمتری برخوردار بود. به دلیل زمان پخت کمتر، راندمان بیشتر، مصرف مواد شیمیایی کمتر در یک میزان مشخص مقاومت کاغذ، درختان رویشگاه جنوب نسبت به شمال در تولید خمیر کاغذ ارجح هستند (سپیده دم و جهان‌لتیباری، ۱۹۹۸).

بوسیا و همکاران ویژگی‌های خمیر کاغذ ۶ گونه اکالیپتوس از جمله گونه کاملدولنسیس را مورد مطالعه قرار دادند، مشخص شد که کیفیت خمیرها بالا بوده و کاغذهای به‌دست آمده با فرآیند NSSC برای تولید مقوای کنگره‌ای مناسب بوده‌اند (بوسیا و همکاران، ۱۹۶۳).

فیلیپس و لانگ فورس مطالعاتی بر روی پتانسیل تولید خمیر کاغذ حاصل از اکالیپتوس‌ها انجام دادند. در این بررسی خمیر کاغذهای سولفات سفید نشده و سفید شده و همچنین خمیر کاغذهای NSSC از درختان ۸، ۱۴ و ۱۹ ساله اکالیپتوس تهیه گردید. مشخص شد که خمیر کاغذهای NSSC به‌دست آمده از تمام نمونه‌ها پتانسیل خوبی برای تولید کاغذهای فلوتینگ داشته‌اند. همچنین نشان داده شده که خمیرهای NSSC حاصل از اکالیپتوس‌ها جایگزین‌های مناسبی برای خمیرهای سولفات و کرافت لاینر و لاینر برد و سایر محصولات مشابه هستند (فیلیپس و لانگ فورس، ۱۹۸۸).

سسبو و نپوو مطالعاتی بر روی دانسیته، طول الیاف اکالیپتوس کاملدولنسیس و بازده خمیر کاغذ انجام دادند. آنها دانسیته اکالیپتوس کاملدولنسیس را ۰/۴۶ تا ۰/۵۵ گرم بر سانتی‌متر مکعب و طول الیاف را ۰/۷۹-۰/۷۳ میلی‌متر گزارش کردند. فرآیند تهیه خمیر کاغذ در این بررسی فرآیند کرافت بوده و بازده خمیر کاغذ ۴۶-۴۲ درصد بود. در این پژوهش مشخص گردید که رابطه‌ای منفی بین قطر الیاف و دانسیته وجود دارد (سسبو و نپوو، ۱۹۹۰).

هاتن خمیر کرافت حاصل از رویش ثانویه (جست) کاج را مورد بررسی قرار دادند. در این بررسی مقایسه‌ای بین خواص کاغذ حاصل از جوان چوب و بالغ چوب این گونه انجام گرفت و مقایسه آن با تنه حاصل از بذر کاج فقط در مورد راندمان صورت گرفت که نشان داد بازده حاصل از رویش ثانویه (جست) بیشتر از تنه مادری می‌باشد (هاتن، ۱۹۹۳).

واتسن و همکاران خواص کاغذ حاصل از خمیر کرافت هملوک غربی را مورد بررسی قرار داده و دریافتند که بازده خمیر حاصل از جست هملوک غربی نسبت به بازده خمیر تنه حاصل از بذر بیشتر می‌باشد و بسیاری از خواص خمیرهای حاصل از جست آن مشابه با درختان حاصل از بذر بودند (واتسن و همکاران، ۲۰۰۵).

موتجه و همکاران خواص کاغذ حاصل از چوب اکالیپتوس به روش کرافت و ضایعات چوب زیتون به روش ارگانوسلو را مورد بررسی قرار داده و نتیجه گرفتند که طول الیاف زیتون نسبت به طول الیاف اکالیپتوس کوتاه‌تر است و میزان پالایش لازم جهت رسیدن به درجه روانی مشخص برای خمیر حاصل از اضافات زیتون نسبت به خمیر اکالیپتوس کمتر بوده ولی میزان طول پارگی، مقاومت به کشش و مقاومت به ترکیدن در کاغذ حاصله از خمیر اکالیپتوس نسبت به زیتون بیشتر گزارش شده است (موتجه و همکاران، ۲۰۰۵).

در این پژوهش ابعاد الیاف و ترکیبات شیمیایی چوب تنه اولیه و جست اکالیپتوس کاملدولنسیس برداشت شده از منطقه جیرفت به‌منظور مقایسه با یکدیگر اندازه‌گیری شد و پس از تهیه خمیر NSSC از آنها خواص مکانیکی کاغذهای ساخته شده نیز با هم مقایسه گردید.

### مواد و روش‌ها

برای انجام آزمایش‌ها سه ساقه حاصل از تنه مادری و سه ساقه حاصل از جست اکالیپتوس کاملدولنسیس (*E. camaldulensis*) با سن تقریبی ۴ سال به‌طور انتخابی با همکاری اداره منابع طبیعی شهرستان جیرفت انتخاب و قطع گردید. آنگاه شاخ و برگ اضافی جدا و از هر درخت نمونه‌ای از ارتفاع برابر سینه به طول ۸۰ سانتی‌متر تهیه و به آزمایشگاه گروه علوم و صنایع چوب و کاغذ دانشگاه گرگان منتقل گردید. وابری الیاف چوب با استفاده از روش فرانکلین و اندازه‌گیری ترکیبات شیمیایی آن براساس استانداردهای TAPPI انجام شد (اندازه‌گیری مواد استخراجی مطابق استاندارد T204 om-88، میزان لیگنین مطابق استاندارد T222 om-88 و میزان سلولز به روش اسید نیتریک). پس از پوست‌کنی، نمونه‌ها به خرده‌چوب‌های با اندازه‌های تقریباً یکنواخت برای خمیر کاغذسازی، تبدیل شدند.

در این بررسی مایع پخت شامل ۱۵ درصد سولفیت سدیم و ۷ درصد بی‌کربنات سدیم بر مبنای وزن خشک خرده‌چوب و نسبت مایع پخت به چوب ۶ به ۱ بود. وزن خرده‌چوب در هر پخت ۱۵۰ گرم بر

مبنای وزن خشک چوب در نظر گرفته شد. برای تهیه خمیر کاغذ با مقادیر متفاوت لیگنین، پخت‌ها در درجه حرارت ثابت ۱۶۵ درجه سانتی‌گراد و زمان‌های متفاوت ۳۰، ۶۰ و ۹۰ دقیقه انجام گرفت. الیاف خرده‌چوب‌ها پس از پخت توسط دستگاه پالایشگر دیسکی در آزمایشگاه چوب و کاغذ دانشگاه گرگان جدا شدند. پس از جداسازی الیاف بازده خمیرهای حاصله محاسبه و سپس عمل غربال کردن جهت یک‌دست شدن خمیر صورت گرفت. اندازه‌گیری درجه روانی طبق استاندارد T227 om-92، پالایش ثانویه توسط دستگاه PFI و طبق استاندارد T248om-85 و ساخت کاغذ دست‌ساز طبق استاندارد شماره T205 om-88 آیین‌نامه TAPPI انجام شد. در نهایت مقاومت به پاره شدن مطابق با استاندارد T414 om-88، مقاومت به ترکیدن مطابق با استاندارد T403 om-93 و مقاومت به کشش مطابق با استاندارد T404 om-92 آیین‌نامه TAPPI اندازه‌گیری شد.

محاسبات آماری: جهت مقایسه خواص کاغذهای ساخته شده از جست و تنه مادری اکالیپتوس از تجزیه واریانس استفاده شد و سپس گروه‌بندی میانگین‌ها با کمک آزمون دانکن صورت پذیرفت.

## نتایج و بحث

در جدول ۱، میانگین مقادیر مربوط به خواص مرفولوژی و ترکیبات شیمیایی چوب حاصل از جست و تنه اکالیپتوس کاملدولنسیس دیده می‌شود.

جدول ۱- میانگین مقادیر مربوط به خواص مرفولوژی و ترکیبات شیمیایی چوب حاصل از جست و تنه اکالیپتوس کاملدولنسیس.

منبع	طول الیاف (میکرومتر)	قطر الیاف (میکرومتر)	ضخامت دیواره الیاف (میکرومتر)	سلولز (درصد)	لیگنین (درصد)	مواد استخراجی (درصد)	خاکستر (درصد)
جست	۸۴۵/۶۸	۱۵/۶۴	۳/۱۸	۴۸/۳	۲۴/۳۳	۳/۲	۰/۸۸
تنه مادری	۸۱۱/۳۶	۱۹/۳	۴/۱	۵۱/۲۳	۲۵/۳۳	۴/۱	۰/۸۳

همان‌طور در جدول فوق مشاهده می‌شود طول الیاف در چوب جست بیشتر از تنه اکالیپتوس می‌باشد ولی درصد سلولز در چوب تنه مادری بیشتر از جست آن است.

در جدول ۲ همان‌طور که ملاحظه می‌گردد مقادیر مربوط به راندمان خمیرهای حاصل از پخت چوب تنه و جست اکالیپتوس در زمان‌های پخت متفاوت و همچنین درجه روانی اولیه و درجه روانی ثانویه خمیرهای حاصل پس از پالایش در دوره‌های متفاوت مشاهده می‌گردد.

جدول ۲- مقادیر مربوط به میانگین راندمان خمیر و تعداد دورهای پالایش مورد نیاز جهت رسیدن به درجه روانی مطلوب.

منبع	زمان پخت (دقیقه)	درجه روانی اولیه		تعداد دور پالایش	درجه روانی ثانویه		میانگین راندمان خمیر
		C.S.F	SR		C.S.F	SR	
جست	۳۰	۱۴	۶۷۰/۵۲	۲۰۰۰۰	۳۲	۴۰۹/۸۸	۷۱/۸۳ درصد
	۶۰	۱۲	۷۰۴/۲۸	۱۶۰۰۰	۳۳	۳۹۷/۶۸	۶۷/۹۹ درصد
	۹۰	۱۱	۷۲۱/۵۲	۱۲۰۰۰	۳۳	۳۹۷/۶۸	۶۶/۳۱ درصد
تنه مادری	۳۰	۱۴	۶۷۰/۵۲	۲۵۰۰۰	۳۳	۳۹۷/۶۸	۶۴/۳۳ درصد
	۶۰	۱۳	۶۸۷/۲۸	۱۷۰۰۰	۳۲	۴۰۹/۸۸	۶۲/۸ درصد
	۹۰	۱۱	۷۲۱/۵۲	۱۳۰۰۰	۳۳	۳۹۷/۶۸	۶۱/۳۶ درصد

همان‌طور که در جدول ۲ مشاهده می‌شود خمیر حاصل از چوب جست اکالیپتوس نسبت به خمیر حاصل از تنه آن در شرایط یکسان پخت برای رسیدن به درجه روانی یکسان به تعداد دور پالایش کمتری نیاز دارد که می‌توان آن را به این نسبت داد که ضخامت دیواره الیاف جست از الیاف تنه کمتر می‌باشند و در نتیجه برای رسیدن به درجه روانی مورد نظر به مقدار پالایش کمتری نیاز دارد. خواص مکانیکی اندازه‌گیری شده: در جدول ۳ میانگین مقادیر مربوط به مقاومت‌های مکانیکی کاغذهای حاصل از چوب جست و تنه مادری اکالیپتوس کاملدولنسیس منطقه جیرفت در زمان‌های پخت متفاوت مشاهده می‌شود.

جدول ۳- میانگین مقادیر خواص مکانیکی کاغذهای ساخته شده از چوب اکالیپتوس کاملدولنسیس.

منبع چوب	زمان پخت (دقیقه)	شاخص پاره شدن (mNm <sup>2</sup> /g)	شاخص ترکیدن (kPam <sup>2</sup> /g)	شاخص مقاومت به کشش (kN/m)
جست	۳۰	۴/۲۲	۱/۷۳۵	۳/۶۸
	۶۰	۵/۲۳	۲/۸۳	۵/۳۷
	۹۰	۷/۶۷	۳/۵۹	۶/۶۱
تنه مادری	۳۰	۵/۱۰	۲/۷۵	۴۴/۶۶
	۶۰	۶/۰۱	۳/۴۷	۵/۵۲
	۹۰	۷/۸۱	۳/۷۷	۶/۷۱

با توجه به جدول ۳ مقادیر مربوط به شاخص مقاومت به پاره شدن خمیر کاغذ به دست آمده از چوب تنه مادری اکالیپتوس در مقایسه با چوب جست آن بیشتر می باشد که این برتری را می توان به بیشتر بودن ضخامت دیواره الیاف و نیز مقدار سلولز آن نسبت داد.

جدول ۴- تجزیه واریانس مقادیر شاخص مقاومت به پاره شدن کاغذ حاصل از جست و تنه اکالیپتوس کاملدولنسیس.

منبع تغییرات	درجه آزادی	مجموع مربعات	میانگین مربعات	F	معنی داری
زمان (A)	۲	۳۹/۷۷۴	۱۹/۸۸۷	۳۷/۶۰۳	۰.۰**
ماده اولیه (B)	۱	۲/۱۶۰	۲/۱۶۰	۴/۰۹۰	۰/۰۵۸ <sup>ns</sup>
A*B	۲	۰/۶۵۹	۰/۳۲۹	۰/۶۲۴	۰/۵۴۷ <sup>ns</sup>
خطا	۱۸	۹/۵۰۷	۰/۵۲۸		
کل	۲۳	۵۲/۱۰			

\*\* اختلاف معنی دار آماری در سطح اعتماد ۹۹ درصد.

<sup>ns</sup> عدم وجود اختلاف معنی دار آماری.

جدول ۵- آزمون دانکن مقادیر شاخص مقاومت به پاره شدن در سطح ۱ درصد.

مقایسه دانکن	مقدار میانگین (mNm <sup>2</sup> /g)	زمان پخت (دقیقه)
a	۷/۷۴۵	۹۰
b	۵/۶۲۳	۶۰
b	۴/۶۶۳	۳۰

با توجه به اطلاعات جدول ۴ نتیجه می‌شود، بین مقادیر مقاومت به پارگی ۶ نوع کاغذهای ساخته شده، در سطح اعتماد ۹۹ درصد از نظر زمان اختلاف معنی‌دار است و از نظر ماده اولیه اختلاف معنی‌دار نیست و اثر متقابل هم معنی‌دار نمی‌باشد. با توجه به جدول ۵ بیشترین مقدار مقاومت به پاره شدن مربوط به کاغذ ساخته شده در زمان پخت ۹۰ دقیقه می‌باشد. نتایج مربوط به تحقیقات بوسیا و همکاران (۱۹۶۳) و سپیده‌دم و جهان‌لتیاری (۱۹۹۸) مشابه با این نتایج هستند.

**شاخص مقاومت به ترکیدن:** میانگین مقادیر مربوط به مقاومت به ترکیدن کاغذهای حاصله در زمان‌های پخت متفاوت در جدول ۳ مشاهده می‌گردد. با توجه به جدول ۳ مقادیر مربوط به تنه اکالیپتوس در مقایسه با جست آن در یک زمان مشخص، بیشتر می‌باشد که این اختلاف را می‌توان مربوط به سلولز بیشتر و ضخامت بیشتر دیواره سلولی الیاف تنه اکالیپتوس و پالایش‌پذیری بیشتر آن تا رسیدن به درجه روانی مشخص نسبت داد.

در نهایت مقادیر به‌دست آمده از مقاومت به ترکیدن با استفاده از آزمون تجزیه واریانس آنالیز شده و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن انجام پذیرفت که در جدول ۶ و ۷ آورده شده است.

جدول ۶- تجزیه واریانس مقادیر شاخص مقاومت به ترکیدن کاغذ حاصل از جست و تنه اکالیپتوس کاملدولنسیس منطقه جیرفت.

منبع تغییرات	درجه آزادی	مجموع مربعات	میانگین مربعات	F	معنی‌داری
زمان (A)	۲	۸/۴۸۴	۴/۲۴۲	۱۸/۳۰۱	***
ماده اولیه (B)	۱	۲/۲۲۷	۲/۲۲۷	۹/۶۰۵	ns
A*B	۲	۰/۷۰۸	۰/۳۵۴	۰/۵۲۷	ns
خطا	۱۸	۴/۱۷۲	۰/۲۳۲		
کل	۲۳	۱۵/۵۹۱			

\*\* اختلاف معنی‌دار آماری در سطح اعتماد ۹۹ درصد.

ns عدم وجود اختلاف معنی‌دار آماری.

جدول ۷- آزمون دانکن مقادیر شاخص مقاومت به ترکیدن در سطح ۱ درصد.

مقایسه دانکن	مقدار میانگین (kPam <sup>2</sup> /g)	زمان پخت (دقیقه)
a	۳/۶۸۲	۹۰
a	۳/۱۵۱	۶۰
b	۲/۲۴۲	۳۰



با توجه به اطلاعات جدول ۶ نتیجه می‌شود، F محاسبه شده برای زمان و ماده اولیه در سطح ۱ درصد معنی‌دار و اثر متقابل مواد اولیه و زمان معنی‌دار نمی‌باشد، با توجه به جدول ۷ بیشترین مقدار مقاومت به ترکیدن مربوط به کاغذ ساخته شده در زمان پخت ۹۰ دقیقه می‌باشد ولی بین این مقدار با مقادیر مربوط به زمان ۶۰ دقیقه پخت اختلاف معنی‌داری دیده نمی‌شود. نتایج به‌دست آمده توسط بوسیا و همکاران (۱۹۶۳) و سپیده‌دم و جهان‌لتیباری (۱۹۹۸) این نتایج را تأیید می‌کنند.

**شاخص مقاومت کششی:** با توجه به مقادیر مربوط به مقاومت کششی در جدول ۳، بیشترین مقدار مقاومت کششی مربوط به کاغذ حاصل از تنه در زمان پخت ۹۰ دقیقه و کمترین آن مربوط به کاغذ حاصل از جست اکالیپتوس در زمان پخت ۳۰ دقیقه می‌باشد، زیرا با افزایش زمان پخت لیگنین بیشتری از الیاف خارج شده که منجر به انعطاف‌پذیری و ایجاد اتصال بهتر الیاف می‌گردد و ضخامت بیشتر الیاف تنه امکان پالایش‌پذیری بیشتر و افزایش مقاومت آنها را فراهم می‌آورد.

جدول ۸- تجزیه واریانس مقادیر شاخص مقاومت کششی کاغذ حاصل از اکالیپتوس کاملدولنسیس.

منبع تغییرات	درجه آزادی	مجموع مربعات	میانگین مربعات	F	معنی‌داری
زمان (A)	۲	۲۴/۸۰۶	۱۲/۴۰۳	۳۳/۹۴۶	***
ماده اولیه (B)	۱۰	۱/۲۱	۱/۰۲۱	۲/۷۹۴	ns
A*B	۲	۰/۹۷۶	۰/۴۸۸	۰/۳۳۶	ns
خطا	۱۸	۶/۵۷۷	۰/۳۶۵		
کل	۲۳	۳۳/۳۸۰			

\*\* اختلاف معنی‌دار آماری در سطح اعتماد ۹۹ درصد.

ns عدم وجود اختلاف معنی‌دار آماری.

جدول ۹- آزمون دانکن مقادیر شاخص مقاومت کششی در سطح ۱ درصد.

مقایسه دانکن	مقدار میانگین (KN/m)	زمان پخت (دقیقه)
a	۶/۶۶۳	۹۰
a	۵/۴۵۳	۶۰
c	۴/۱۷۳	۳۰

با توجه به اطلاعات جدول ۸ این‌گونه نتیجه می‌شود که  $F$  محاسبه شده برای نوع ماده اولیه در سطح اعتماد ۹۹ درصد معنی‌دار نیست ولی  $F$  محاسبه شده برای زمان پخت در سطح اعتماد ۹۹ درصد معنی‌دار بوده و اثر متقابل ماده اولیه و زمان پخت معنی‌دار نشده است. با توجه به جدول ۹ میزان مقاومت کششی برای کاغذ ساخته شده در زمان پخت ۹۰ دقیقه دارای بیشترین مقدار می‌باشد. نتایج به‌دست آمده توسط بوسیا و همکاران (۱۹۶۳) و رشیدی (۲۰۰۲) این نتایج را تأیید می‌کنند. بنابراین به‌دلیل بازده بیشتر خمیر حاصل از جست و نزدیکی مقاومت‌های کاغذ آن به مقاومت کاغذ حاصل از تنه مادری و تعداد دور پالایش کمتر جهت رسیدن به درجه روانی مطلوب (هزینه پالایش کمتر) می‌توان از چوب جست این گونه، بدون اینکه هزینه کاشت و نهال کاری و... را در برداشته باشد در صنعت خمیر و کاغذ به جای چوب حاصل از تنه مادری استفاده کرد و هزینه نهایی محصول را کاهش داد که این مسأله می‌تواند برای صاحبان صنایع خمیر و کاغذ از نظر اقتصادی قابل توجه باشد.

#### منابع

1. Bosia, A., Lorenzo, C., Duranti, D., and Cialalli, L. 1963. Papermaking properties of six farther species of eucalyptus. *Cellulose Carta*, 9: 7-27.
2. Hatton, J.V. 1993. kraft pulping of second-growth jack pine. *Tappi J.* 76:5. 105-113.
3. Mutje, P.F., Vilaseca, and Pelach, M. 2005. A comparative study of the effect of refining on organosolv pulp from olive trimmings and kraft pulp from eucalyptus wood. *Bioresou. Technol.* 96: 1125-1129.
4. Philips, F., and langfors, N. 1988. Pulp wood potential of plantation grown *E. deglupta* and *E. tereticornis* from fiji. *Trop. Sci.* 28:4. 247-262.
5. Rashidi, M. 2002. kraft pulping of *Eucalyptus camaldulensis* and its evaluation to displace imported kraft long fiber pulp for making newsprint from CMP pulp. M.Sc. Thesis. Gorgan University of agricultural sciences and natural resources, (In Persian)
6. Sesbou, A., and Nepveu, G. 1990. Pulp yield and fiber length of *E. camaldulensis* from two locations in Italy. *Annales Sci. Forest.* 47:3. 201-208.
7. Sepidehdam, J., and Jahan-Latibari, A. 1998. Investigation on properties of NSSC pulp from *E. camaldulensis* wood grown in Zaghmarz & Fars province. *Wood and Paper Res.* 5: 65-148.
8. Toghraee, N. 2003. Forming tension wood and the effect of growth stimulant on variation some properties of *E. camaldulensis* and *E. ganii*. Phd thesis. Tehran University of natural resources, 132p.
9. Watson, P.A., Gee, W., Johal, S.S., Reath, S.M., Yuen, B.K., and Hossein, A. 2005. The pulping properties of second-growth western hemlock. *Pulp and paper Canada J.* 106:7-8. 38-43.



Gorgan University of Agricultural  
Sciences and Natural Resources

*J. of Wood & Forest Science and Technology*, Vol. 16(4), 2009  
[www.gau.ac.ir/journals](http://www.gau.ac.ir/journals)

## Investigation on NSSC Pulp Obtained from Second-Growth and Original Stem of *Eucalyptus camaldulensis* in Jiroft Region

\*S. Sharifi<sup>1</sup>, A.R. Saraeian<sup>2</sup>, S.Z. Hoseini<sup>3</sup>,  
M. Abdollah Beig Marandi<sup>4</sup> and J. Rushenasan<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Former M.Sc. Student, Dept. of Wood and Paper Science and Technology, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, <sup>2</sup>Assistant Prof., Dept. of Wood and Paper Science and Technology, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, <sup>3</sup>Professor, Dept. of Wood and Paper Science and Technology, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, <sup>4</sup>M.Sc. Student, Dept. of Wood and Paper Science and Technology, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

### Abstract

This study was conducted to investigate the properties of NSSC pulp from seed original stem and second-growth of *Eucalyptus camaldulensis*. Cooking conditions were as follow: time 30, 60 and 90 minutes, Temperature 165°C and L/w: 6/1. Na<sub>2</sub>SO<sub>3</sub> and NaHCO<sub>3</sub>: 15% and 7% based on OD weight of wood, respectively. In this study fiber dimension and chemical compositions of woods were determined. The pulps were refined to reach the target freeness value (400ml, CSF). Then, hand sheets were made and tested. The average pulp yield for seed original stem wood was higher than the second-growth wood. The results of the strength properties indicate that all properties of the pulp produced from seed original stem in the same condition are higher than those of the pulp of the second-growth wood, but there was no significant difference between them. However, regarding to the results in terms of fast-growth, higher pulp yield and lower refining energy required to reach the proper freeness value, make the second-growth wood as suitable as the seed original stem wood in pulp and paper industry.

**Keywords:** *Eucalyptus camaldulensis*, NSSC, Second-growth, Handsheet, Mechanical properties

---

\* Corresponding Author; Email: saeedesharify11154@gmail.com

