

*(Sequoia sempervirens)*

عباس فخریان<sup>۱\*</sup>، فرداد گلبابایی<sup>۲</sup> و محمد مهدی برازنده<sup>۲</sup>

\* ۱- مسئول مکاتبات، کارشناس ارشد، بخش تحقیقات علوم چوب و فرآورده‌های آن، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، تهران، ایران

پست الکترونیک: Fakhryan@rifr-ac.ir

۲- کارشناس ارشد، بخش تحقیقات علوم چوب و فرآورده‌های آن، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، تهران، ایران

تاریخ پذیرش: بهمن ۱۳۸۹

تاریخ دریافت: اردیبهشت ۱۳۸۹

### چکیده

در این بررسی خصوصیات خمیر کاغذ و کاغذسازی درخت سوزنی‌برگ سکویا سمپرویرنس از ایستگاه تحقیقات چمستان نور استان مازندران مورد بررسی قرار گرفت. میانگین جرم ویژه نسبی خشک و بحرانی برون چوب سکویا بطور متوسط ۰/۳۵۲ و ۰/۳۲۴ و میانگین جرم نسبی خشک و بحرانی درون چوب آن ۰/۴۳ و ۰/۴۰ اندازه‌گیری شد. طول الیاف این درخت بطور متوسط ۲/۰۱ میلی‌متر و قطر الیاف، قطر حفره سلولی و ضخامت دیواره الیاف آن به ترتیب ۳۹/۸۴ میکرون، ۳۳/۱۵ میکرون و ۲/۸۹ میکرون تعیین شد. میانگین میزان سلولز، لیگنین، مواد استخراجی و خاکستر درخت سکویا سمپرویرنس برای درون چوب به ترتیب ۵۲/۶۳٪، ۳۵/۳۲٪، ۶/۶۸٪ و ۰/۴۵٪ و برای برون چوب به ترتیب ۵۳/۵۴٪، ۳۴/۵۷٪، ۲/۱۴٪ و ۰/۴۵٪ اندازه‌گیری شد. بنابراین میزان مواد استخراجی درون چوب از مواد استخراجی برون چوب بیشتر شده است که علت آن تجمع مواد بیشتر در درون چوب می‌باشد. برای پخت چوب این درخت روش کرافت (سولفات) مورد استفاده قرار گرفت. به طوری که بازده خمیر کاغذهای تهیه شده در قلیائیت مؤثر ۱۲٪، ۵۶٪ و در قلیائیت مؤثر ۱۸٪، ۳۹/۶۹٪ اندازه‌گیری شد. بدین ترتیب مقاومت در برابر پارگی کاغذها در زمان پخت ۳ ساعت ۱۵/۷۴ mNm<sup>2</sup>/gr و در زمان پخت ۲ ساعت ۱۵/۲۲ mNm<sup>2</sup>/gr اندازه‌گیری شد.

**واژه‌های کلیدی:** سوزنی‌برگان، سکویا سمپرویرنس، روش کرافت، بازده خمیر کاغذ، عددکاپا، مقاومت در برابر ترکیدن، مقاومت در برابر پاره شدن.

### مقدمه

کاغذ و مقوا در تولید بیش از ۴۵۰۰ محصول و فرآورده در ذخیره و انتقال دانش بشر و کاربردهای بسیار زیاد و متنوع آن در صنایع بسته‌بندی غیر قابل انکار و از اهمیت بسیار زیادی برخوردار است. در میان عوامل مهم و مؤثر بر خصوصیات کاغذ می‌توان از نوع چوب، فرآیند تهیه خمیر کاغذ، پالایش خمیر کاغذ و مواد افزودنی یاد کرد.

در میان محصولات تولید شده از چوب، کاغذ از جایگاه ویژه‌ای برخوردار است. کاغذ در طول تاریخ پیدایش خود تاکنون پیوسته مأنوس‌ترین، پایدارترین و قابل اعتمادترین ابزار انتقال اندیشه بشری بوده و بی‌تردید تا مدتهای طولانی نیز چنین خواهد بود. بنابراین نقش

۲۴/۹۵٪، مواد استخراجی ۶/۹۳٪ و خاکستر ۰/۴۸٪ اندازه‌گیری شد.

Tyrvaäinen (۱۹۹۵) ابعادالیاف، درصد جوان چوب و در بعضی موارد چوب درون تشکیل شده با نفوذ کم در چوب درخت نوئل *Picea abies* و تغییرات این عوامل در خمیر کاغذ ترمومکانیکی را مورد بررسی قرار داده است. نامبرده سه گروه چوب شامل چوبهای حاصل از برش جستها، اولین برش چوبهای کم قطر و خرده‌چوب حاصل از کارخانه چوب‌بری را مورد استفاده قرار داد. خمیر کاغذ روزنامه حرارتی مکانیکی (TMP) حاصل از خرده‌چوب کارخانه چوب‌بری بیشترین میزان الیاف بلند، کمترین نرمه (خرده الیاف) و بطور کلی زبرترین و بلندترین الیاف را داشت. ولی در میزان انرژی مصرفی هیچ‌گونه اختلافی دیده نشد. اندیس مقاومت در برابر پاره شدن خمیر کاغذهای TMP حاصل از خرده‌چوبهای کارخانه چوب‌بری به وضوح بیشترین و در خمیر کاغذ حاصل از اولین برش چوبهای کم قطر کمترین مقدار را داشت و در نتیجه خصوصیات مقاومتی آنها کم بود. ویژگیهای نوری خمیر کاغذ TMP حاصل از اولین برش چوبهای کم قطر خیلی خوب بود، بنابراین پیشنهاد کرده است که برای به حداقل رساندن تغییرات کیفی لازم است تا این سه خمیر کاغذ به طور جداگانه تهیه شوند.

Hunt-k؛ Hatton (۱۹۹۵) میزان رطوبت، وزن مخصوص و درصد مواد استخراجی چوب ۶ درخت کم قطر تجارتی شامل *Picea glauca*، *P. mariana*، *P. rubens*، *Pinus banksiana* و *Larix laricina* را اندازه‌گیری و مقایسه کرده و نتیجه گرفته که وزن مخصوص این درختان (۲۶-۱۷ ساله) دست‌کاشت، نسبت به درختان معمولی مشابه که از چوب بالغ (کامل‌چوب) بیشتری برخوردار بودند

چوبهای مختلف از لحاظ خصوصیات فیزیکی و شیمیایی مختلف تأثیر متفاوتی بر کیفیت خمیر کاغذ و کاغذ تهیه شده دارند. به‌عنوان مثال کاغذهای تهیه شده از سوزنی‌برگان با الیاف بلندتر نسبت به پهن‌برگان مقاومت بیشتری دارند و لازم است که به منظور افزایش مقاومت کاغذهای تولید شده از پهن‌برگان ویژگیهای خمیر الیاف بلند مورد بررسی قرار بگیرد. یکی از این گونه‌های سوزنی‌برگ درخت سکویا سمپرویرنس است.

Uprichard (۱۹۷۳) وزن مخصوص درخت کاج رادیاتای کشور نیوزیلند را ۰/۳۷ گرم بر سانتیمتر مکعب و طول الیاف این درخت را بین ۳/۹-۲/۱ میلیمتر اندازه‌گیری کرد. در پخت کرافت بازده خمیرکاغذها ۴۷/۸٪ و عددکاپای آنها ۳۰ بدست آمد. در درجه روانی ۶۲۵ میلیمتر مقاومت کششی، مقاومت در برابر ترکیدن و مقاومت در برابر پاره شدن کاغذها به ترتیب ۸۹ KN m<sup>2</sup>/gr، ۷/۴ KPa m<sup>2</sup>/gr و ۱۴/۳ mNm<sup>2</sup>/gr بدست آمد. Cromer و همکاران (۱۹۷۳) بازده (un screened) و عددکاپای چوب درخت رادیاتای در درجه حرارت پخت ۱۷۷ درجه سانتی‌گراد، ۱۳ تا ۱۵ درصد قلیائیت موثر و سولفیدیت ۲۲٪ را به ترتیب ۵۰٪ و ۳۵ گزارش نمودند.

گلبابایی (۱۳۷۶) میانگین کلی طول الیاف، قطر الیاف، قطر حفره سلولی و ضخامت دیواره سلولی چوب الداریکا را به ترتیب ۳/۳۷ میلیمتر، ۵۱/۵۷ میکرون، ۳۷/۲۱ میکرون و ۶/۷۲ میکرون اندازه‌گیری کرد. وی اظهار می‌دارد که با تغییر دو عامل ارتفاع در درخت و فاصله از مغز، طول الیاف افزایش یافته و ضخامت دیواره نیز با افزایش ارتفاع درخت افزایش، و با افزایش فاصله از مغز کاهش می‌یابد. جرم مخصوص خشک و بحرانی این درخت به ترتیب ۰/۳۹۶، ۰/۳۸۳ و میزان سلولز آن برابر ۰/۵۲/۰۴ لیگنین

قرار می‌گیرند که البته از نظر مرفولوژی الیاف و خصوصیات کاغذسازی اختلاف زیادی با هم دارند. الیاف سوزنی‌برگان نسبت به الیاف پهن‌برگان بلندتر و مقاومتر هستند و نقش اصلی در تامین مقاومت مواد خام کاغذسازی دارند. در صنایع کاغذ سازی برای شکل پذیری بهتر و تامین مقاومت کاغذ، از مخلوط الیاف سوزنی‌برگ و پهن‌برگ استفاده می‌شود.

گلبابایی (۱۳۷۶) میانگین کلی طول الیاف، قطر الیاف، قطر حفره و ضخامت دیواره سلولی چوب الداریکا را به ترتیب ۳/۳۷ میلیمتر، ۵۱/۵۷ میکرون، ۳۷/۲۱ میکرون و ۶/۷۲ میکرون اندازه‌گیری کرد. وی اظهار می‌دارد که با تغییر دو عامل ارتفاع در درخت و فاصله از مغز، طول الیاف افزایش یافته و ضخامت دیواره نیز با افزایش ارتفاع درخت افزایش، و با افزایش فاصله از مغز کاهش میابد.

امان زاده و همکاران (۱۳۷۹) عنوان می‌کنند که گونه نوئل *Picea abies* (L) Karst قلمرو نسبتاً وسیعی را در جهان به خود اختصاص داده و به علت برخورداری از نرمش اکولوژیکی فراوان در برنامه‌های جنگل‌کاری بسیاری از کشورهای دنیا قرار گرفته است. بنابراین گونه‌ایست سایه‌پسند که در سنین اولیه در پناه درختان رشد می‌کند ولی سایه دائم و ممتد را نمی‌پسندد و در سنین زیاد مانند یک گونه نورپسند در اشکوب فوقانی قرار می‌گیرد. ریشه‌دوانی متراکم و سطحی، حساسیت نسبت به برف و باد از ویژگیهای این گونه بوده و PH اسیدی را به خوبی تحمل میکند. به سبب تولید چوب زیاد که موارد استفاده و کاربرد فراوان در صنایع وابسته نظیر خمیر و کاغذ، روکش‌گیری، نجاری و ... دارد، از سالیان گذشته مورد استقبال کارشناسان دستگاههای اجرایی قرار گرفته و وارد عرصه‌های جنگلهای شمال کشور شده است، به طوری که از اوایل دهه ۵۰ در

کمتر می‌باشد. میزان مواد استخراجی محلول در سود سوزآور ۱٪ این درختان برابر و یا کمتر از درختان دارای چوب کامل بیشتر بود. به‌طوریکه میزان لیگنین کلاسون این درختان بین ۲۸/۵ - ۲۷/۲ درصد قرار داشت.

مصطفی نژاد (۱۳۸۳) در بررسی سازگاری و خصوصیات کمی درخت سکویا در ایستگاه تحقیقات چمستان نور مازندران اظهار می‌دارد که متوسط قطر برابر سینه، ارتفاع و حجم در هکتار توده به ترتیب ۳۱/۸ سانتیمتر، ۱۵/۱۵ متر و ۳۱۰/۶۵ سیلو می‌باشد و متوسط رویش قطری، ارتفاعی و حجمی در سال به ترتیب ۱۶/۸ میلیمتر، ۸۰ سانتیمتر و ۱۶/۳۵ اندازه‌گیری شده است. بنابراین بررسی‌ها نشان می‌دهد که گونه سکویا در یک دوره سازگاری ۱۹ ساله دارای رشد قطری، ارتفاعی و حجمی قابل توجهی می‌باشد و کشت آن به‌عنوان یک درخت سریع‌الرشد و صنعتی با رشد کمی و کیفی بالا در مناطق مشابه از لحاظ خصوصیات خاک و آب و هوا توصیه می‌شود. این گونه از خانواده *Taxodiaceae* با نام انگلیسی *coastal Red wood* گونه‌ای تک پایه می‌باشد. در سن ۵ تا ۱۵ سالگی شروع به بذر دهی می‌کند. ۸۰ درصد جنگلهای سکویا دارای میزان رشد بالایی می‌باشد و محصول چوبی زیادی تولید می‌کند و در زمره درختان همیشه سبز محسوب می‌شود و در رویشگاه طبیعی به ۱۲۰ متر ارتفاع می‌رسد.

میرشکرایی (۱۳۸۱) بیان می‌کند حدود ۳۰٪ از سطح کره زمین را جنگلها پوشانده‌اند و از حدود نیمی از این مساحت به صورت تجارتي بهره‌برداری می‌شود. بیش از ۸۰٪ از کل چوبهای صنعتی از جنگلهای امریکای شمالی، اروپا و روسیه تامین می‌شود. چوب سوزنی‌برگان و پهن‌برگان هر دو برای ساخت کاغذ مورد استفاده

کمی درخت سکویا در ایستگاه تحقیقات چمستان نور مازندران انجام گردید. قطر برابر سینه درخت ۱۹ ساله قطع شده ۲۸/۷۵ سانتیمتر و ارتفاع آن ۱۵/۰۹ متر اندازه‌گیری شد.

تهیه نمونه برای اندازه‌گیری ویژگیهای فیزیکی، آناتومیکی، شیمیایی و تهیه چپس (خرده چوب):

برای اندازه‌گیری ویژگیهای فیزیکی، مکعبهایی به ابعاد ۲ سانتیمتر از قسمتهای مختلف نمونه‌ها تهیه شد و از میان آنها ۲۰ مکعب (نمونه) به‌طور تصادفی انتخاب شد. پس از اشیاع کردن این نمونه‌ها در آب و تعیین حجم اشیاع، حجم خشک و وزن خشک، جرم مخصوص خشک و بحرانی نمونه‌ها تعیین شد. برای تهیه خرده‌چوب از مخلوط نمونه‌ها و با استفاده از یک خردکن آزمایشگاهی استفاده شد.

برای جداسازی الیاف از روش فرانکلین (۱۹۵۴) و برای انجام آزمایشهای شیمیایی چوب از استانداردهای زیر استفاده شد.

آیین‌نامه ۸۵- T ۲۵۷ om	استاندارد TAPPI
آیین‌نامه ۸۸- T ۲۶۴ om	استاندارد TAPPI
آیین‌نامه ۸۵- T ۲۱۱ om	استاندارد TAPPI
آیین‌نامه ۸۸- T ۲۲۲ om	استاندارد TAPPI
آیین‌نامه ۸۸- T ۲۰۴ om	استاندارد TAPPI

از انجام پخت‌های آزمایشی، عوامل ثابت و متغیر پخت به‌شرح زیر در نظر گرفته شد:

منطقه اسالم این گونه به طور خاص جنگل‌کاری شده است. نامبردگان در بررسی بعمل‌آمده در مورد ۴۰۹ اصله درخت پیسه‌آ در منطقه اروستون اسالم میانگین قطر و ارتفاع غالب آنها را به‌ترتیب ۲۰/۷ سانتیمتر و ۱۳/۶ متر اندازه‌گیری کردند. سیاهی‌پور بالا ده (۱۳۸۰) ۱۰/۸ هکتار از درخت پیسه‌آ آبیس ۲۷ ساله سه منطقه اروستون، پیسه‌سون و ریک و ۱/۲ هکتار جنگل‌کاری (۱۷ ساله) در منطقه شن رود سیاهکل را مورد بررسی قرار داد. نتایج نشان داد که این گونه طی یک دوره ۲۷ ساله به آفات و امراض حساسیت نشان نداده است. به‌طوری که رویش حجمی این گونه در هر هکتار ۱۱/۱ مترمکعب، میانگین طول الیاف ۲/۸۹ میلیمتر و جرم مخصوص خشک آن ۰/۳۶ اندازه‌گیری گردید.

در این بررسی خصوصیات خمیر کاغذ و کاغذسازی گونه سکویا سمپرویرنس از ایستگاه تحقیقات چمستان نور استان مازندران مورد بررسی قرار گرفته است.

## مواد و روشها

### نمونه‌برداری:

نمونه‌برداری از چوب درخت سکویا (*Sequoia sempervirens*) از طرح بررسی سازگاری و خصوصیات

تهیه آرد چوب
تهیه آرد چوب عاری از مواد استخراجی
خاکستر
لیگنین
مواد استخراجی

### تهیه خمیر کاغذ

برای پخت و تهیه خمیر کاغذ چوب درخت سکویا سمپرویرنس از روش کرافت (سولفات) استفاده شد. پس

۱۲۰ و ۱۸۰	زمان پخت (دقیقه)
٪۱۲ - ٪۱۴ - ٪۱۶ - ٪۱۸	قلیای موثر (مبنای $\text{Na}_2\text{O}$ )
۱۷۰ درجه سانتی‌گراد	درجه حرارت پخت
٪۲۵	سولفیدیت (مبنای $\text{Na}_2\text{O}$ )
۵ به ۱	نسبت L/W

اندازه‌گیری ابعاد الیاف شامل طول الیاف، قطر الیاف، قطر حفره سلولی و ضخامت دیواره سلولی (از هر سه دایره رویش بطور جداگانه نمونه‌برداری شد) در جدول ۲ و هیستوگرام طول الیاف در طول دوران رویش در شکل ۲ نشان داده شده است. با استفاده از ابعاد الیاف ضرایب کاغذسازی این درخت محاسبه شد که نتایج حاصل از آن در جدول ۳ خلاصه شده است.

در جدول ۴ نتایج حاصل از اندازه‌گیری ترکیب شیمیایی شامل سلولز، لیگنین، خاکستر و مواد استخراجی و در شکل ۵ هیستوگرام آنها نشان داده شده است. در جدول ۵ نتایج حاصل از بازده و عدد کاپای خمیر کاغذها و در شکل‌های ۳ و ۴ تأثیر میزان قلیائیت فعال و زمان پخت بر بازده و عدد کاپای خمیر کاغذها نشان داده شده است. به‌نحویکه در جدول ۶ گروه‌بندی بازده خمیر کاغذها تحت تأثیر قلیائیت مؤثر و در جدول ۷ گروه‌بندی عدد کاپا تحت تأثیر قلیائیت مؤثر آورده شده است. در جدول ۷ نتایج حاصل از اندازه‌گیری خواص مقاومتی کاغذهای دست ساز و در شکل‌های ۵ و ۶ تأثیر زمان پخت بر دو فاکتور طول پاره شدن و مقاومت در برابر ترکیدن کاغذهای دست ساز نشان داده شده است.

پس از پایان زمان پخت، جداسازی الیاف توسط دفیراتور آزمایشگاهی انجام شده و بعد نمونه‌ها شستشو داده شدند. به منظور جداسازی الیاف پخته نشده (وازد) از الک با مش ۱۸ استفاده شد.

هر پخت با سه تکرار انجام و پس از هر بار پخت، میزان بازده و عدد کاپای خمیر کاغذها اندازه‌گیری شد. از میان خمیر کاغذهای پخته شده در زمان پخت ۱۲۰ و ۱۸۰ دقیقه و قلیائیت موثر ٪۱۶، پس از پالایش و رساندن خمیر کاغذها به درجه روانی ۴۰۰ میلی‌لیتر (CSF) کاغذ دست‌ساز تهیه شد.

برای مقایسه ابعاد الیاف، خواص فیزیکی و ترکیب شیمیایی از میانگین و انحراف از معیار، بازده خمیر کاغذها از آزمون فاکتوریل در قالب طرح بلوکهای کاملاً تصادفی، ویژگیهای مقاومتی کاغذهای دست ساز از جدول تجزیه واریانس یک طرفه One way grouped (anova) و جهت گروه‌بندی میانگینها از آزمون دانکن استفاده شده است.

## نتایج

در جدول ۱ نتایج حاصل از اندازه‌گیری و در شکل ۱ هیستوگرام جرم مخصوص خشک و بحرانی درخت سکویا سمپرویرنس آورده شده است. نتایج حاصل از

جدول ۱- جرم مخصوص خشک و بحرانی چوب درخت سکویا

انحراف از معیار (نمونه)	میانگین (گرم بر سانتیمتر مکعب)	فاکتور اندازه گیری شده
۰/۰۰۷۹	۰/۴۳	درون چوب جرم مخصوص خشک
۰/۰۰۹۲	۰/۳۵	برون چوب
۰/۰۱۱۰	۰/۴۰	درون چوب جرم مخصوص بحرانی
۰/۰۰۸۵	۰/۳۲	برون چوب

جدول ۲- ابعاد الیاف چوب درخت سکویا

فاصله از مغز (رویش سالیانه)	فاکتور اندازه گیری شده	طول فیبر (میلیمتر)	قطر فیبر (میکرون)	قطر حفره سلولی (میکرون)	ضخامت دیواره سلولی (میکرون)
۱-۴	میانگین	۱/۵۱	۳۲/۵۷	۲۷/۵۸	۲/۴۹
	انحراف از معیار (نمونه)	۰/۳۰	۴/۵۵	۴/۳۵	۰/۶۲
۵-۸	میانگین	۱/۵۱	۳۷/۶۱	۳۲/۱۱	۲/۷۵
	انحراف از معیار (نمونه)	۰/۴۴	۶/۱۳۶	۷/۵۹	۰/۳۷
۹-۱۲	میانگین	۲/۰۹	۴۲/۲۷	۳۶/۳۸	۲/۹۱
	انحراف از معیار (نمونه)	۰/۷۸	۷/۲۰	۷/۱۹	۰/۵۵
۱۳-۱۶	میانگین	۲/۵۸	۴۳/۱۶	۳۵/۰۷	۳/۸۸
	انحراف از معیار (نمونه)	۰/۶۹	۸/۱۲	۸/۶۹	۱/۳۱
۱۷-۱۹	میانگین	۲/۳۸	۴۰/۳۱	۳۵/۴۴	۲/۴۳
	انحراف از معیار (نمونه)	۰/۶۶	۸/۴۵	۸/۰۶	۰/۵۶

جدول ۳- ضرایب کاغذسازی چوب درخت سکویا

ضریب درهم رفتگی (L/d)	ضریب نرمش (c/d)	ضریب مقاومت به پارگی (۲p/c*۱۰۰)
۵۱/۳۰	۸۴/۶۱	۱۷/۴۳

جدول ۴ - نتایج حاصل از اندازه‌گیری ترکیب شیمیایی چوب درخت سکویا

فاکتور اندازه‌گیری شده	محل نمونه‌برداری	تکرار					نتایج انحراف از معیار (نمونه)
		۱	۲	۳	۴	۵	
سلولز	برون چوب	۵۳/۴۳	۵۲/۵۹	۵۴/۶۱	۵۲/۱۶	۵۴/۹۴	۱/۲۲
	درون چوب	۵۲/۴۹	۵۲/۸۸	۵۱/۹۴	۵۲/۶۷	۵۳/۱۹	۰/۴۷
لیگنین	برون چوب	۳۴/۳۶	۳۴/۹۴	۳۴	۳۴/۳۶	۳۵/۱۷	۰/۴۸
	درون چوب	۳۵/۴۸	۳۵/۵۲	۳۵/۱۸	۳۵/۳۵	۳۵/۰۹	۰/۱۹
خاکستر	برون چوب	۰/۴۴	۰/۴۳	۰/۴۵	۰/۴۴	۰/۴۷	۰/۰۲
	درون چوب	۰/۴۱	۰/۴۸	۰/۴۷	۰/۴۲	۰/۴۸	۰/۰۳
مواد استخراجی	برون چوب	۲/۲	۲/۲	۲/۱	۲/۱	۲/۱	۲/۱۴
	درون چوب	۶/۶۹	۶/۸۰	۶/۳۰	۶/۹۰	۶/۷۰	۰/۲۳

جدول ۵ - بازده و عدد کاپای خمیر کاغذهای چوب درخت سکویا

قلیائیت موثر %	زمان پخت (دقیقه)	بازده		عدد کاپا	
		تکرار	تکرار	تکرار	تکرار
		۱	۲	۳	۳
۱۲۰	۱۲	۵۹/۸۳	۵۹/۱۳	۵۶/۱۷	۷۸/۹۸
		۴۴/۹۷	۴۳/۹۸	۴۴/۷۵	۶۰/۰۸
		۴۳/۱۹	۴۳/۱۷	۴۲/۱۹	۳۶/۲۲
		۴۰/۷۱	۴۰/۰۲	۳۹/۵۳	۳۸/۳۳
۱۸۰	۱۲	۵۲/۹۸	۵۴/۱۲	۵۳/۷۶	۷۸/۴۲
		۴۳/۱۲	۴۲/۹۸	۴۳/۳۷	۵۴/۹۸
		۴۱/۴۴	۴۱/۱۴	۴۱/۲۸	۳۴/۱۸
		۳۹	۳۸/۹۸	۳۹/۸۹	۳۵/۱۷

جدول ۶ - نتایج حاصل از اندازه گیری ویژگیهای مقاومتی کاغذهای دست ساز خمیر کاغذ سکویا

تعداد تاه شدن	مقاومت در برابر پاره شدن mNm2/gr	طول پاره شدن Km	مقاومت در برابر ترکیدن KPam2/gr	زمان پخت (ساعت)
تکرار	تکرار	تکرار	تکرار	
۶۰۱۲	۱۵/۲۵	۱۰/۳۴	۶/۹۸	۲
۶۱۸۷	۱۵/۱۵	۹/۴۳	۷/۴۳	
۵۹۹۸	۱۵/۴۳	۹/۶۰	۷/۳۹	
۵۹۵۴	۱۵/۰۹	۹/۸۷	۷/۴۳	
۶۳۰۰	۱۵/۱۷	۱۰/۲۷	۷/۱۴	
۵۰۹۸	۱۵/۷۰	۸/۸۸	۷/۰۹	۳
۴۹۹۸	۱۵/۷۷	۸/۲۷	۷/۱۷	
۵۲۲۵	۱۵/۸۶	۹/۲۰	۷/۲۹	
۵۰۱۲	۱۵/۹۹	۸/۸۴	۷/۱۳	
۵۱۷۰	۱۵/۳۸	۸/۱۲	۷/۴۸	

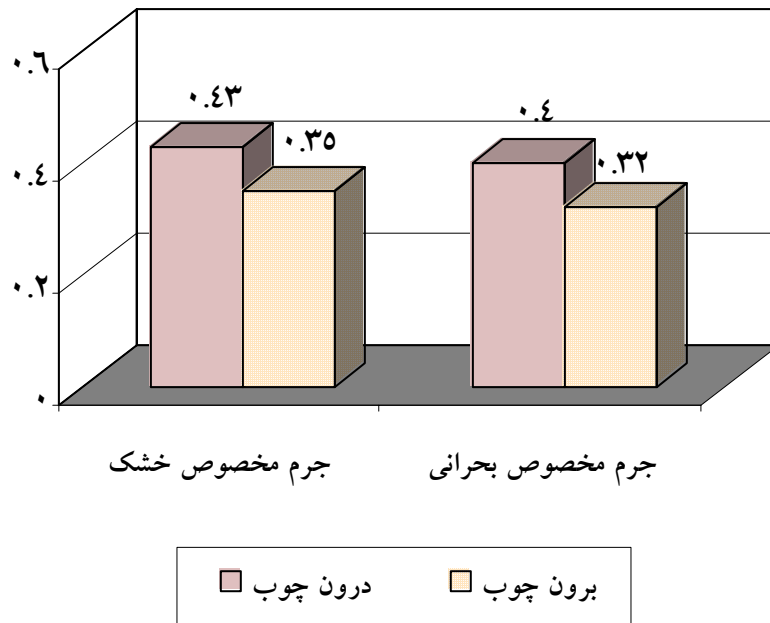
جدول ۷ - گروه بندی میانگین بازده خمیر کاغذها تحت تأثیر قلیائیت مؤثر

گروه بندی	بازده (درصد)	قلیائیت مؤثر (درصد)	
A	۵۶/۰۰	۱۲	۱
B	۴۳/۸۶	۱۴	۲
C	۴۲/۰۷	۱۶	۳
D	۳۹/۶۹	۱۸	۴

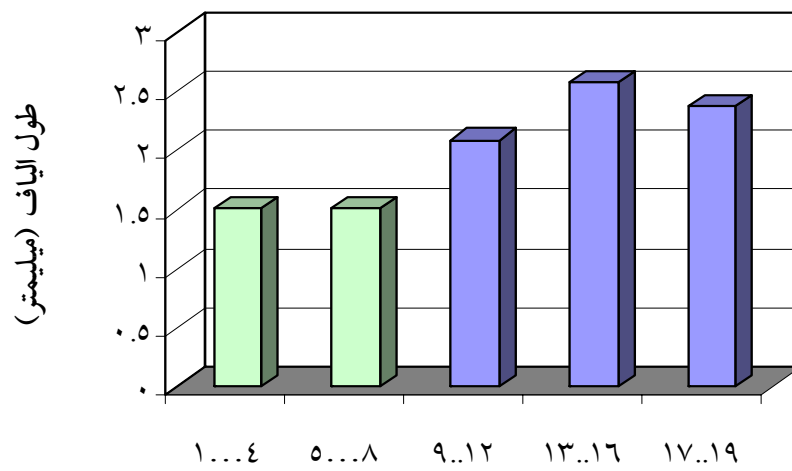
جدول ۸ - گروه بندی میانگین عدد کاپای خمیر کاغذها تحت تأثیر قلیائیت مؤثر

گروه بندی	عدد کاپا	قلیائیت مؤثر (درصد)	
A	۸۰/۷۲	۱۲	۱
B	۵۷/۹۵	۱۴	۲
C	۳۷/۲۵	۱۶	۳
C	۳۸/۵۲	۱۸	۴



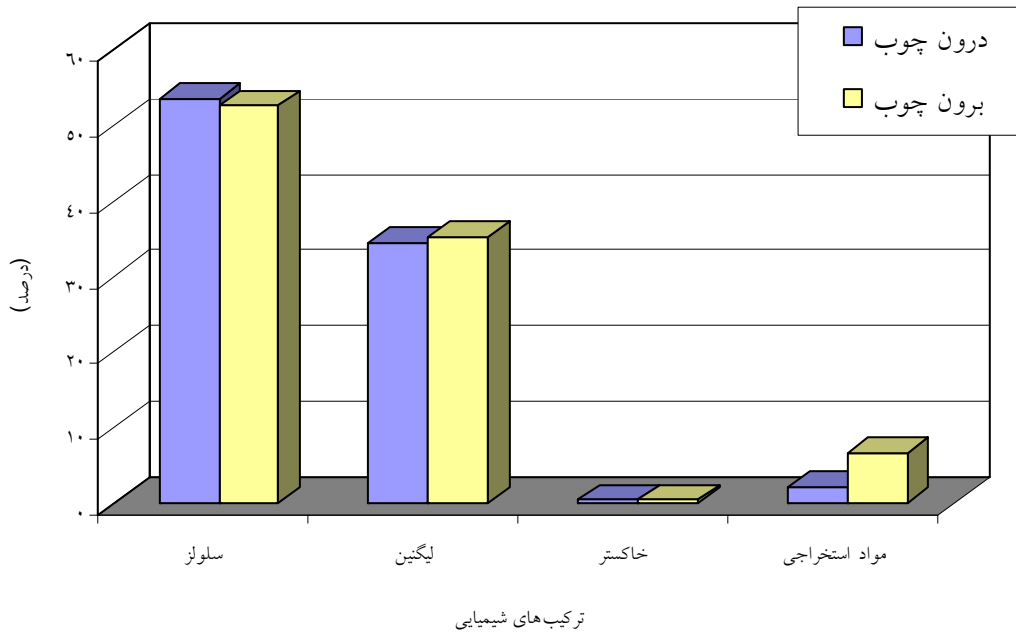


شکل ۱ - جرم مخصوص خشک و بحرانی چوب درخت سکویا

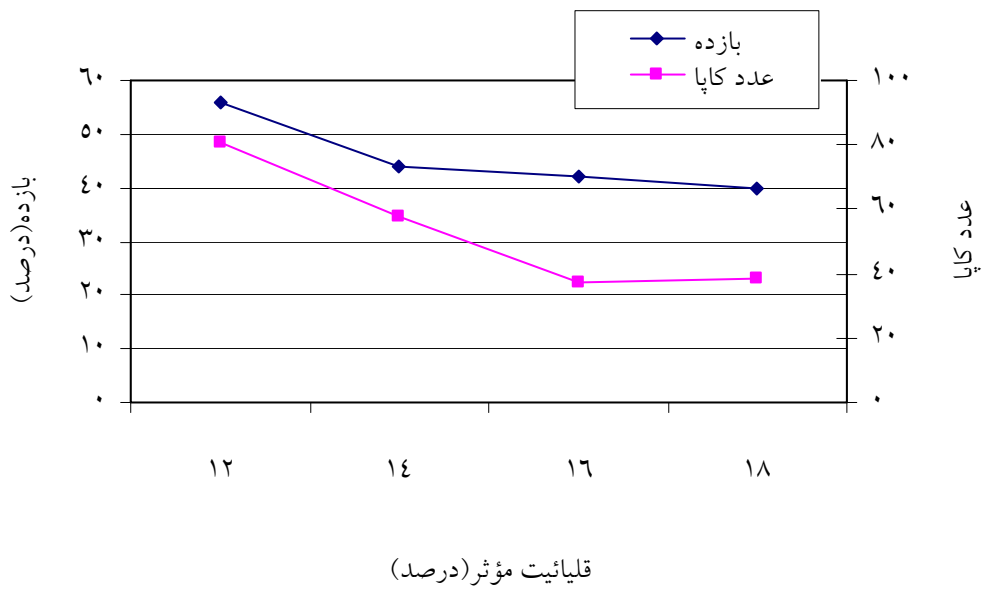


رویش سالیانه هر چهار سال

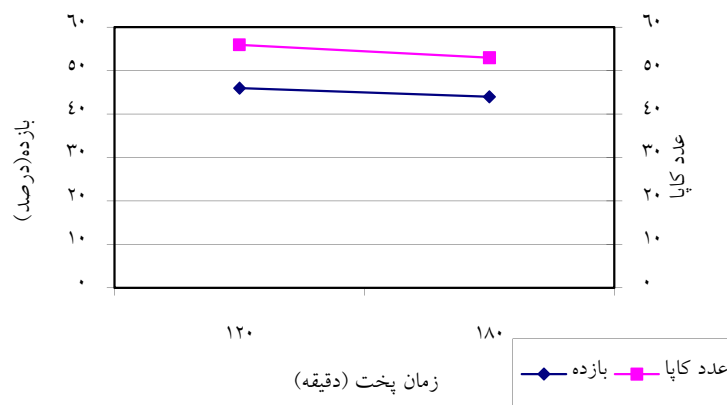
شکل ۲ - نمودار طول الیاف درخت سکویا



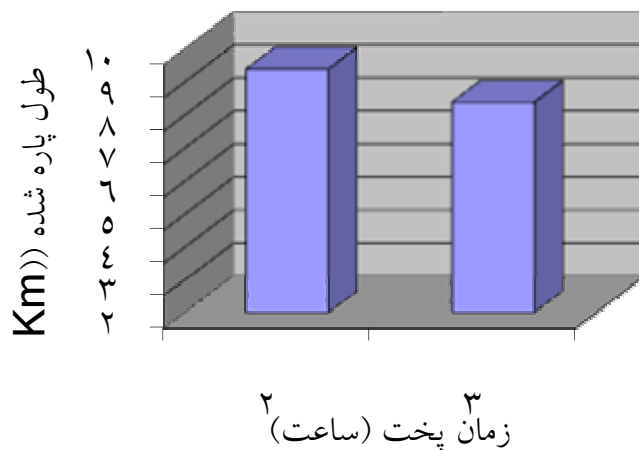
شکل ۳- هیستوگرام ترکیب شیمیایی چوب درخت سکویا



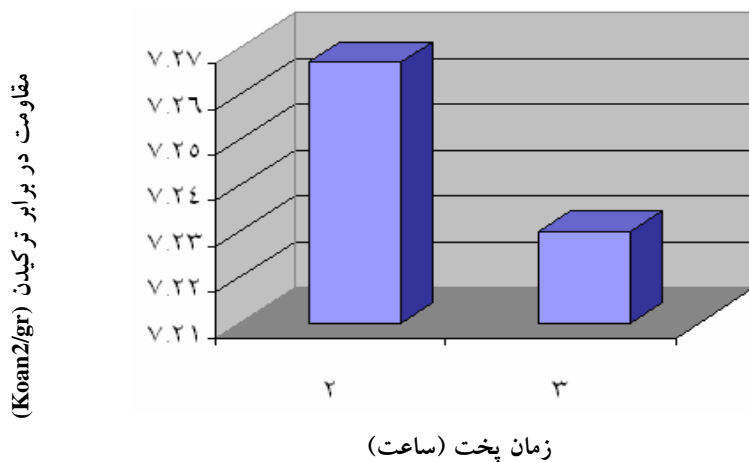
شکل ۴- منحنی تاثیر قلیائیت مؤثر بر بازده و عدد کاپا



شکل ۵ - تاثیر زمان پخت بر بازده و عدد کاپای خمیر کاغذ چوب درخت سکویا



شکل ۶ - تاثیر زمان پخت بر روی طول پاره شدن کاغذهای دست ساز



شکل ۷ - تاثیر زمان پخت بر روی مقاومت در برابر ترکیدن کاغذهای دست ساز

**بحث****جرم ویژه نسبی**

میانگین جرم ویژه نسبی خشک و بحرانی برون چوب سکویا بطور متوسط  $0/352$  و  $0/324$  و میانگین جرم ویژه نسبی خشک و بحرانی درون چوب آن  $0/43$  و  $0/40$  اندازه‌گیری شد. بنابراین جرم ویژه نسبی خشک و بحرانی درون چوب این درخت از برون چوب آن بیشتر است که علت آن می‌تواند وجود مواد استخراجی بیشتر در درون چوب باشد. نتایج اندازه‌گیری نشان می‌دهد که چوب این درخت جزء چوب‌های خیلی سبک (D کمتر از  $0/4$ ) محسوب می‌شود. فخریان (۱۳۸۲) جرم مخصوص خشک و بحرانی درخت پیسه آ آبیس را به ترتیب  $0/334$  و  $0/306$  اندازه‌گیری کرد.

**ابعاد الیاف:**

ابعاد الیاف که براساس هر سه سال رویش نمونه‌برداری و اندازه‌گیری شده نشان می‌دهد که (جدول ۸) هرچه از طرف مغز به طرف پوست می‌رویم ابعاد الیاف افزایش می‌یابد ولی از سال ۱۳ به بعد اندازه ابعاد الیاف یا ثابت مانده و یا کاهش یافته است. این تغییر شاید بدلیل انتقال مرحله جوان چوب به کامل چوب باشد. طول الیاف این درخت بطور متوسط  $2/01$  میلیمتر اندازه‌گیری شد که در مقایسه با طول الیاف کاج الدار و پیسه آ آبیس کوتاه‌تر است. گلبابایی (۱۳۷۷) طول الیاف کاج الداریکا را  $3/37$  میلی‌متر و فخریان (۱۳۸۲) میانگین طول الیاف پیسه آ آبیس را بطور متوسط  $3/07$  میلیمتر اندازه‌گیری کرد. قطر الیاف، قطر حفره سلولی و ضخامت دیواره سلولی درخت سکویا به ترتیب  $39/84$  میکرون،  $33/15$  میکرون و  $2/89$  میکرون و ضریب لاغری، ضریب نرمش و ضریب

رانکل این درخت به ترتیب  $51/3$ ،  $84/41$  و  $17/43$  تعیین شد.

**ترکیب شیمیایی**

میانگین میزان سلولز، لیگنین، مواد استخراجی و خاکستر درخت سکویا سمپرویرنس برای درون چوب به ترتیب  $52/63\%$ ،  $35/32\%$ ،  $6/68\%$  و  $0/45\%$  و برای برون چوب به ترتیب  $53/54\%$ ،  $34/57\%$ ،  $2/14\%$  و  $0/45\%$  اندازه‌گیری شد. میزان مواد استخراجی درون چوب از مواد استخراجی برون چوب بیشتر شده است که علت آن تجمع مواد بیشتر در درون چوب می‌باشد.

فخریان (۱۳۸۲) میانگین سلولز، لیگنین، مواد استخراجی و خاکستر چوب درخت نوتل (پیسه آ آبیس) را به ترتیب  $59/74\%$ ،  $28/94\%$ ،  $1/41\%$  و  $0/3\%$  اندازه‌گیری کرد. به طوری که میزان سلولز این درخت نسبت به سلولز درخت سکویا بیشتر و لیگنین و مواد استخراجی آن کمتر است.

گلبابایی (۱۳۷۷) سلولز چوب کاج الداریکا را  $52/04\%$  و لیگنین، مواد استخراجی و خاکستر آنرا به ترتیب  $24/95\%$ ،  $6/93\%$  و  $0/48\%$  اندازه‌گیری کرد.

**خمیر کاغذ**

نتایج حاصل از آنالیز بازده خمیر کاغذها نشان می‌دهد که با افزایش قلیائیت مؤثر، بازده خمیر کاغذها کاهش یافت که این اختلاف کاهش در سطح  $1\%$  معنی‌دار شده است، بطوری که خمیر کاغذهای تهیه شده در قلیائیت مؤثر  $12\%$  با بازده  $56\%$  در گروه A و خمیر کاغذهای تهیه شده در قلیائیت مؤثر  $14\%$ ،  $16\%$  و  $18\%$  به ترتیب با بازده  $48/86\%$ ،  $42/07\%$  و  $39/69\%$  به ترتیب در گروه‌های B، C و D قرار گرفتند.

**مقاومت در برابر ترکیدن:**

مقاومت در برابر ترکیدن کاغذها در زمان پخت ۲ ساعت  $7/23$  KPam<sup>2</sup>/gr و در زمان پخت ۳ ساعت  $7/27$  KPam<sup>2</sup>/gr اندازه‌گیری شد. اختلاف معنی‌داری در سطح ۵٪ بین مقاومت در برابر ترکیدن کاغذها در زمان پخت ۲ ساعت و ۳ ساعت مشاهده نشد. فخریان (۱۳۸۲) مقاومت در برابر ترکیدن کاغذهای پیسه‌آ آبیس در زمان پخت ۹۰ دقیقه را  $5/830$  KPam<sup>2</sup>/gr اندازه‌گیری کرد. جهان‌لتیباری و همکاران (۱۳۷۷) مقاومت در برابر ترکیدن کاغذ تهیه شده از چوب پیسه‌آی منطقه کلاردشت در قلیائیت مؤثر ۲۰٪ را برابر  $6/15$  KPam<sup>2</sup>/gr گزارش کرد.

**طول پاره شدن:**

اختلاف معنی‌داری در سطح ۱٪ بین طول پاره شدن کاغذها در زمان پخت ۲ ساعت و ۳ ساعت وجود دارد. طول پاره شدن کاغذهای تهیه شده در زمان پخت ۲ ساعت  $8/66$  کیلومتر و در زمان پخت ۳ ساعت  $9/88$  کیلومتر اندازه‌گیری شد.

گلبابایی (۱۳۷۷) طول پاره شدن مخلوط خمیر کاغذ وارداتی به میزان ۵، ۱۰، ۱۵ و ۲۰ درصد با خمیر کاغذ مخلوط پهن‌برگان را  $6/71$ ،  $8/02$ ،  $8/52$  و  $9/27$  کیلومتر و برای مخلوط خمیر کاغذ الداریکا با همان درصد با مخلوط پهن‌برگان را به ترتیب  $6/9$ ،  $7/8$  و  $8/1$  کیلومتر گزارش کرد.

**تعداد تاه شدن:**

تعدادتاه شدن کاغذهای تهیه شده در زمان پخت ۲ ساعت  $5100$  و در زمان پخت ۳ ساعت  $6090$  اندازه‌گیری شد، که در سطح ۱٪ اختلاف معنی‌داری بین تعداد تاه شدن کاغذها در زمانهای پخت ۲ و ۳ ساعت مشاهده شد.

با افزایش زمان پخت نیز بازده خمیر کاغذها در سطح ۱٪ معنی‌دار شده است. بطوری‌که بازده خمیر کاغذهای پخته شده در زمان ۲ و ۳ ساعت به ترتیب  $67/47$ ٪ و  $34$ ٪/۴۳٪ اندازه‌گیری شد. اثر متقابل قلیائیت مؤثر و زمان پخت نیز بر بازده خمیر کاغذها در سطح ۱٪ معنی‌دار شد. خمیر کاغذ تهیه شده در زمان پخت ۲ ساعت و قلیائیت مؤثر ۱۲٪ با بازده  $58/38$ ٪ در گروه A و خمیر کاغذ تهیه شده در زمان پخت ۳ ساعت و قلیائیت مؤثر ۱۸٪ با بازده  $39/29$ ٪ (کمترین میزان بازده) در گروه E قرار گرفت.

افزایش قلیائیت مؤثر نیز باعث کاهش عددکاپا شد که این اختلاف کاهش در سطح ۱٪ معنی‌دار شد. به‌نحوی که عدد کاپای خمیر کاغذهای تهیه شده در قلیائیت مؤثر ۱۲٪ و ۱۸٪ با مقدار  $80/72$  و  $38/52$  دارای بیشترین و کمترین مقدار بودند که به ترتیب در گروه‌های A و C قرار گرفتند. بنابراین با افزایش زمان پخت عددکاپا بدلیل کاهش لیگنین خمیر کاغذها کاهش یافت. عددکاپای خمیر کاغذهای تهیه شده در زمان پخت ۲ ساعت و ۳ ساعت به ترتیب بطور متوسط  $54/90$  و  $52/32$  اندازه‌گیری شد. تاثیر متقابل قلیائیت مؤثر و زمان پخت بر عدد کاپا در سطح ۵٪ معنی‌دار نشد.

**مقاومت کاغذهای دست ساز****مقاومت در برابر پارگی**

با افزایش زمان پخت از ۲ ساعت به ۳ ساعت مقاومت در برابر پارگی کاغذها افزایش یافت که اختلاف آنها در سطح ۱٪ معنی‌دار شده است. بطوری‌که مقاومت در برابر پارگی کاغذها در زمان پخت ۳ ساعت  $15/74$  mNm<sup>2</sup>/gr و در زمان پخت ۲ ساعت  $15/22$  mNm<sup>2</sup>/gr اندازه‌گیری شد.

## نتیجه گیری

درخت سوزنی برگ سکویا سمپرویرنس در یک دوره رویش ۱۹ ساله دارای رشد قطری، ارتفاع و حجم قابل توجه می باشد. چوب این درخت جزو چوبهای خیلی سبک محسوب می شود. طول تراکئیدهای این درخت بطور متوسط ۲/۰۱ میلیمتر است که در مقایسه با طول تراکئیدهای سوزنی برگانی مانند کاج الداریکای منطقه راغمرز مازندران ویا پیسه آ بیس منطقه پیسه سون استان گیلان کوتاهتر است. با افزایش میزان قلیائیت مؤثر و یا زمان پخت بازده و عدد کاپای خمیر کاغذها به دلیل خارج شدن لیگنین و مقداری از کربوهیدراتهای حساس در برابر قلیا کاهش یافت، بطوریکه بازده و عدد کاپای خمیر کاغذهای تهیه شده در زمان پخت ۲ ساعت و قلیائیت مؤثر ۱۲٪ به ترتیب ۵۸/۳۸٪ و ۸۱/۹۲ و در زمان پخت ۳ ساعت و قلیائیت مؤثر ۱۸٪ به ترتیب ۳۹/۲۹٪ و ۳۶/۱۷ اندازه گیری شد. مقاومت در برابر پارگی کاغذها بین ۱۵/۷۴-۱۵/۲۲ mNm<sup>2</sup>/gr، مقاومت در برابر ترکیدن بین ۷/۲۷-۷/۲۳ KPam<sup>2</sup>/gr و طول پاره شدن آنها بین ۹/۸-۸/۶۶ کیلومتر اندازه گیری شد. نتایج نشان میدهد که مقاومتهای کاغذ این درخت قابل توجه بوده و از این خمیر کاغذ بجای خمیر کاغذ الیاف بلند وارداتی می توان استفاده کرد.

## منابع مورد استفاده :

- امان زاده ، ب. سیاهی پور، ذ.ثاقب طالبی، خ. باباخانجانی شیرازی، همتی، ا. ۱۳۷۹. بررسی رویشی و تولید چوب گونه karst Picea abies (L) در منطقه اسالم، پژوهش و سازندگی (۶۷-۶۴)، ۶۶ بهار ۱۳۷۹.

- پارسا پژوه ، د. ۱۳۶۳. تکنولوژی چوب، انتشارات دانشگاه تهران ۱۸۵۱.
- ثابتی، ح. ۱۳۵۵. درختان و درختچه های ایران. سازمان تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی
- جهان لتیباری احمد ، حسین زاده عبدالرحمن : ۱۳۷۳ - تکنولوژی تهیه خمیر کاغذ (فرآیند قلیایی ) ، تکنولوژی تهیه خمیرانتشارات مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع
- رسالتی ، حسین : ۱۳۶۷ ، تکنولوژی تهیه خمیر، جزوه درسی دانشکده منابع طبیعی دانشگاه گرگان
- سیاهی پور، ذ. ۱۳۸۰. بررسی میزان موفقیت گروه *Picea abies* جنگلکاریهای استان گیلان، دانشگاه گیلان، دانشکده علوم کشاورزی گروه جنگلداری.
- فخریان ، ع. حسین زاده ، ع. گلبابایی، ف. ۱۳۸۰ ، خصوصیات شیمیایی ، فیزیکی و آناتومیکی صنوبر دلتوئیدس کلن ۷۷/۵۱. تحقیقات علوم چوب و کاغذ ایران ۱۵.
- گلبابایی ، ف. ، جهان لتیباری ، ا. ، حسین زاده ، ع. و نوربخش ، ا. ۱۳۷۷ - بررسی ویژگیهای کاربردی خمیر کاغذ کرافت از چوب الداریکا. تحقیقات چوب و کاغذ ایران ۵.
- منظورالاجداد، مهدی. ۱۳۷۹. وضعیت کاغذچاپ و تحریر در ایران و روشهای مختلف چاپ وزارت فرهنگ و ارشاد اسلامی ، سازمان چاپ و انتشارات.
- میرشکرایی، ا. و صادقی فر، ح. ۱۳۸۱. شیمی کاغذ. انتشارات آبیژ.
- Cromer R.N.، Dargavel J.B.، 1977. more pulp wood from less land. Appita 31(1) P.49-54.
- Franklin G.L. 1954. A rapid method of softening wood for microtome sectioning. Tropical Woods 88-36.
- Hunt-k، Hatton-Jv، 1995. Specific gravity and chemical thinning from six soft wood species. Pulp-and paper -canada . 1995، 96:11، 50-53; 24 ref
- TAPPI test methods 1992-1993.
- Tyrvaime-J، 1995. Wood and fiber properties of norway spruce and its suitability for thermomechanical Pulping . Acta -Forestalia -Fennica. 1995، No. 249، 0-155; 341 ref.
- Uprichard G.M. ، Gray ، J.T. 1973 . papermaking properties of kraft pulps from New Zealand grown softwoods . Appita 27 (3) : 185-191

## Pulp and paper making features of *Sequoia sempervirens* wood

Fakhryan, A<sup>1\*</sup>, Golbabaee, F.<sup>2</sup> and Barazandeh, M.M.<sup>2</sup>

1\*- Corresponding author, M.Sc., Wood and Forest products Research Division, Research Institute of Forests and Rangelands, Iran,  
Email: Fakhryan@rifr-ac.ir

2- M.Sc., Wood and Forest products Research Division, Research Institute of Forests and Rangelands, Iran

Received: April, 2010      Accepted: Jan. 2011

### Abstract

In this research pulp and paper making characteristics of *Sequoia sempervirens* from Chamestan noor research station were studied. The dry and critical specific gravity of sap wood 0.352 and 0.324, heart wood 0.43 and 0.40, fiber length 2.01 mm. diameter 39.84 $\mu$ m. lumen 33.15 $\mu$ m and cell thickness wall 2.89 $\mu$ m. The amount of cellulose, lignin, extractive and ash were measured as 52.63%, 35.32%, 6.68% and 0.45% respectively. Kraft process was used for pulping. The yield of these pulps in 12% effective alkali were obtained as 56% and in 18% effective alkali 39.69% respectively. The tear strength of these pulps In 3 and 2 hours cooking times were measured as 19.74 mNm<sup>2</sup>/gr and 15.22 mNm<sup>2</sup>/gr respectively.

**Keywords:** *Sequoia sempervirens*, kraft process, yield-kappa number, tear strength, burst strength.