
تهیه کاغذ از گیاه Sambucus nigra(آقطی)

Submitted to the graduate school of the university of
Baha'i institute for higher education in partial
fulfillment of the requirement for the degree of
Baccalaureate of science

Biology Department
2011

تهیه کاغذ از گیاه
Sambucus nigra
(آقطی)

Presented by:

Elena Abadi Ghadim

Department of Biology, BIHE

Supervised by:

Mr.Sohail Golkar & Mr. Borhan Khollas

elena.abadi23@gmail.com

ای دوست،

جام وجود را از عشق محبوب بی همتا لبریز کن و آنرا به عالم هدیه ده تا همه با هم دست در دست با قلبی سرشار از عشق و نور و امید رسمی دیگ، پیشه کنیم و طرحی نو در اندازیم و دریابیم زندگی خالی نیست، مهربانی هست، ایمان هست.

ضمن عرض تشکر از زحمات بی شائبه ی استاد ارجمند آقای خلص و جناب مهندس گلکار

از اینکه موهبت خود را در انجام پروژه ی مذکور، به این عبد دریغ ننموده و همواره راهنما در اجرای هر چه بهتر آن بودند، صمیمانه سپاسگذارم و به بهای این محبت لانهایی، کمترین شکرانه ام را که ادعیه ی خالصانه و قلبیه در لحظه هایشان است، نثار آن عزیزان دل و جانم می نمایم

با رجای تائید از درگاه خداوند و متعال

فهرست مندرجات

عنوان	صفحه
چکیده.....	۸
۱. مقدمه.....	۹
۱ و ۱. کارخانه ی چوب و کاغذ چوکا.....	۱۱
۱ و ۲. علت انتخاب گیاه آقطی.....	۱۲
۲. مروری بر منابع	
۱ و ۲. گیاه آقطی.....	۱۴
۱ و ۱ و ۲. نقشه ی تراکم گیاه آقطی در ایران.....	۱۵
۱ و ۲ و ۲. انواع آقطی.....	۱۶
۱ و ۳ و ۲. ویژگی های کلی گیاه آقطی.....	۱۷
۱ و ۲ و ۲. ساختار چوب هایی که در صنعت کاغذسازی بکار میروند.....	۱۹
۱ و ۳ و ۲. خلاصه ای از روش تهیه کاغذ از چوب.....	۲۱
۳. مروری بر تحقیقات انجام شده	
۱ و ۳. نمونه ای از گیاهان بررسی شده در صنعت کاغذسازی.....	۲۵
۴. مواد و روش ها	
۱ و ۴. تهیه خمیر از گیاه آقطی.....	۲۷
۱ و ۴ و ۱. مرحله ی اول (تهیه چیپس).....	۲۷
۱ و ۴ و ۲. مرحله دوم (تهیه مایع پخت).....	۳۰

فهرست مندرجات

صفحه	عنوان
۳۴	۳ و ۱ و ۴. مرحله ی سوم (طراحی و انجام پخت).....
۳۸	۴ و ۱ و ۴. مرحله ی چهارم (آنالیز نتایج پخت).....
۴۰	۴ و ۲. بررسی نتایج پخت.....
۴۲	۱ و ۲ و ۴. تعیین درصد خشکی.....
۴۴	۲ و ۲ و ۴. تعیین قلیائیت باقی مانده لیکور.....
۴۶	۳ و ۲ و ۴. آنالیز خمیرها.....
۵۰	۴ و ۲ و ۴. وزن خشک خمیرها.....
۵۱	۵ و ۲ و ۴. تعیین فرینس (freeness) یا درجه ی روانی.....
۵۵	۶ و ۲ و ۴. تعیین عدد کاپا.....
۶۲	۳ و ۴. کلاسه بندی خمیرها.....
۶۷	۴ و ۴. آماده سازی خمیر و ساخت hand sheet (کاغذ دستی).....
۷۳	۵ و ۴. تعیین خواص فیزیکی کاغذ.....
۸۲	۱ و ۵ و ۴. نتایج حاصل از خواص تست فیزیکی کاغذ.....
۸۲	۵. بحث و نتیجه گیری.....
۸۶	۶. منابع.....

فهرست جداول

عنوان

صفحه

-
۱. جدول ۱ و ۲ و ۴: شرایط پخت، آنالیز اولیه خمیر آقطی..... ۶۰
 ۲. جدول ۲ و ۳ و ۴: نتایج کلاسه بندی الیاف گیاه آقطی..... ۶۶
 ۳. جدول ۳ و ۵ و ۴: خواص فیزیکی Hand sheet خمیر آقطی..... ۸۲

چکیده

یکی از مشکلات زیست محیطی امروز، از بین بردن جنگل هاست. مصرف روز افزون منابع چوبی در صنایع چوب و کاغذ با قطع وسیع هکتارها از جنگلها، آنها را با خطر نابودی مواجه ساخته است. با توجه به اینکه نیاز به چوب و کاغذ اجتناب ناپذیراست، بنظر رسید استفاده از گیاه آقوی برای این منظور تا حدی بتواند جلوی تخریب جنگل را بگیرد. از آنجایی که این گیاه به صورت خودرو و با حجم زیاد در مناطق شمالی ایران میروید لذا هزینه ی کاشت و داشت را در بر ندارد و از نظر اقتصادی نیز بصرفه میباشد.

آقوی از گیاهان تیره ی Caponioliacea می باشد، این گیاه دارای بیست گونه در دنیا است. گونه های این گیاه بصورت بوته، درختچه های کوچک خزان دار، ویا درختچه های بزرگ و دائمی هستند که در بیشتر مناطق معتدل و گرمسیری یافت می شوند [2]. آقوی سیاه (پلم یا انگور کولی) *Sambucus nigra* در ایران بعنوان گیاه هرز در جنگلهای مخروطی شمال، در حاشیه مزارع و جوی ها و در کنار جاده ها میروید.

آقوی سیاه دارای بالك دانسیته ۱۷۷ کیلو گرم بر مترمکعب و سبک می باشد و به سهولت خرد میگردد. علیرغم اینکه آقوی یک گیاه غیر چوبی است، بدلیل داشتن لیگنین بالا و احتمالاً مواد استخراج شونده بالا، به سهولت پخت نمی شود و حتی با (C/W) ^۱ نسبتاً بالا، خمیرهایی با عدد کاپای نسبتاً بالا بدست می آید. در آزمایشهای انجام شده با شرایط پخت استاندارد در آزمایشهای انجام شده و با توجه به راندمان کار، خمیرهای نسبتاً خوبی بدست آمد که میتوان از آنها برای ساختن کاغذ فلوتینگ در لایه میانی مقوا و کارتن استفاده کرد. از طرف دیگر چنانچه ۱۰ درصد از این خمیر را با خمیر صنعتی ادغام کنیم میتوان آنرا برای ساختن کاغذهای روزنامه و پاکت هم بکار ببریم. ناگفته نماند که از گیاه آقوی در صنعت داروسازی و رنگرزی نیز میتوان بهره برد. اگر بخواهیم از نظر عدد کاپا و مقاومت فیزیکی Hand sheet بهتری داشته باشیم، نیازمند پخت با شرایط شدید تر بوده بدین معنی که (C/W) نسبتاً بالایی باید بکار ببریم که در آن صورت راندمان خمیر سازی افت خواهد کرد.

۱. نسبت مواد شیمیایی به چوب (chemical to wood ratio)

مقدمه

جنگل، مادر طبیعت است؛ طبیعتی که جاندار و غیر جاندار را در خود جا داده است و شامل گونه های مختلف حیوانی و گیاهی تا انواع سنگها و معادن گرانبها می باشد. یکی از شیوه های صحیح برخورد با مسائل محیط زیستی، حل مشکلات محیطی است که جامعه ی بشری با آن دست به گریبان میباشد. امروزه آلودگی آب و هوا، از بین رفتن خاکهای مفید و زراعی، قطع درختان، تولید زباله های اتمی و شیمیایی، همه از مظاهر آن بوده و اهمیت توجه به این معضل اساسی را که محیط زیست به دست انسان ها در حال تباهی است بیش از پیش بر هر ناظر منصفی، نمایان میسازد.

نمونه ی بارز از تخریب محیط زیست، از بین بردن جنگلهاست. مصرف روز افزون منابع چوبی در صنایع چوب و کاغذ با قطع وسیع هکتارها از جنگلها، آنها را با خطر نابودی مواجه ساخته است، با آنکه بنا بر پیشرفت های صنعت کاغذ سازی کنونی، بازیافت کاغذ اندکی از روند قطع درختان جنگلی کاسته است اما هنوز کاغذ سازی از منبع اصلی اکسیژن زمین و محل زندگی بسیاری از حیوانات و حشرات کمیاب، مورد توجه قرار دارد.

در ایران بیش از یک میلیون متر مکعب مصرف سالانه ی چوب از طریق واردات تامین میشود. جنگل شمال که تنها منبع تولید چوب صنعتی در ایران است، کمتر از یک پنجم نیاز کشور را برآورده میکند و در مقابل، سالانه در حدود ۶۰۰ هزار تن فرآورده های چوبی نظیر کاغذ، مقوا و فرآورده های کاغذی وارد میشود و این در حالی است که جنگلهای شمال حدود ۱۲۰ نوع گونه ی گیاهی چوبی دارد اما اروپا دارای ۴۰ گونه ی چوبی است.

با توجه به اینکه نیاز به چوب و کاغذ اجتناب ناپذیر است، دست اندر کاران و محققان صنایع جنگلی برآنند که راه حل های مناسبی جهت کاهش مصرف منابع چوبی جستجو نمایند. به عنوان مثال استفاده از منابع سلولزی غیر چوبی نظیر ضایعات کشاورزی که روز به روز در حال توسعه است، میتواند راهکار مناسبی جهت کاهش تخریب جنگلها باشد.

یکی از روش های حفاظت از محیط زیست، بهره برداری و تهیه خمیر کاغذسازی از گیاهان غیر چوبی نظیر، ساقه ی برنج، چوب بامبو، الیاف نخل، الیاف پنبه و موزاست که هر کدام از

آنها برحسب گونه شرایط پخت خاص خود را دارند. به طور مثال برای تهیه ی خمیر کاغذاز کاه برنج، میتوان از روش سودا یا سولفیت، اسید فورمیک و برای ساقه ی پنبه نیز از روش سودا میتوان استفاده نمود. اما نکته ی مهم این است که برای بهره برداری از این گیاهان، هزینه ی کاشت، داشت و برداشت نیاز است و از این نظر بصره ی اقتصادی نیستند.

در این مطالعه بر آن هستیم که چگونگی ساختن خمیر، تهیه کاغذ و تعیین خواص فیزیکی کاغذ بدست آمده از گیاه آقطی را مورد بررسی قرار دهیم. باشد که بتوانیم قدمی هر چند کوتاه در صنعت کاغذسازی برداریم.

گیاه آقطی گیاهی است خودرو و سریع الرشد که در مناطق شمالی ایران میروید. این بدین معنی است که گیاه مزبور به هزینه ی کاشت و داشت نیاز ندارد. در نبود درختان جنگلی، این گیاه میتواند جایگزین درختان گردد و فراوانی خوبی بدست آورد. لذا تولید کاغذ از این گیاه تا حد زیادی از نظر اقتصادی هم به صرفه خواهد .



شکل (۱-۱) گل گیاه آقطی – تصویری که نویسنده پایان نامه از گیاه آقطی در منطقه ی قائم شهر، یکی از شهرهای واقع در شمال ایران گرفته است.

کارخانه ی چوب و کاغذ چوکا :



شکل (۱-۲) کارخانه ی کاغذ سازی چوکا در گیلان (برگرفته شده از منابع مجاز اینترنتی)

*** هدف عمده احداث مجتمع چوکا ،دستیابی به تولید کاغذ قهوه ای کرافت و فلوتینگ به مقدار ۱۵۰ هزار تن و تخته لایه به مقدار ۶۶۴۰ متر مکعب و انواع چوب آلات (تراورس، واشان، تخته و غیره) به مقدار ۵۲۰۰۰ متر مکعب در سال بوده است. برای تولیدات فوق الذکر (بر اساس طراحی اولیه) میزان کل چوب مورد نیاز حدود ۵۲۰۸۰۰ متر مکعب در سال از انواع مختلف چوبهای پهن برگ جنگلی با تناسب خاص بوده است [1]. (شکل ۱-۲)

● علت انتخاب گیاه آقطی :

همانطور که میدانیم درختان جنگلی به طور نامتعادل و بی پروا در حال قطع شدن هستند. میتوان گیاه آقطی را بعنوان گیاهی مناسب برای کاغذ سازی معرفی نمود چراکه گیاهی خودرو بوده و سریع رشد میکند و همچنین مشاهده شده است که در نبود درختان جنگلی، جایگزین آنها می گردد و فراوانی خوبی دارد. علاوه بر آن تمامی گیاهان صنعت کاغذ سازی مستلزم هزینه ی کاشت، داشت و برداشت هستند اما گیاه آقطی که گیاهی خودرو در مناطق شمالی ایران است، به هزینه ی کاشت و داشت زیادی نسبت به این گیاهان احتیاجی ندارد و فقط هزینه ی برداشت خواهد داشت، لذا تولید کاغذ از این گیاه تا حد زیادی از نظر اقتصادی به صرفه خواهد بود. (شکل ۱-۳، p12)



شکل (۱-۳) رویش گیاه آقطی- تصویری که نویسنده پایان نامه از گیاه آقطی در منطقه ی کورد یکی از روستاهای استان سمنان در ایران گرفته است. در این تصویر رویش و پراکندگی بوته ی گیاه آقطی در حاشیه رودخانه و دامنه ی کوهپایه ها بوضوح قابل مشاهده است.

مروری بر منابع



• Sambucus (گیاه آقطی)

این گیاه دارای ۲۰ گونه خزاندار، درخت یا درختچه یا بوته و دائمی و پرپشت است که در بیشتر نواحی معتدله و نیمه گرمسیری یافت میشود. آقطی به طور فراوان در اروپا، غرب آسیا و شمال آفریقا رشد میکند. البته در برخی منابع تحقیق اینطور بدست آمده است که ارتفاع بوته به ۱۰ تا ۴/۵ متر و پهنای ۳/۵ تا ۴/۵ متر میرسد. [2, 4]

شکل (۲-۳)- گل ها، برگ و برگچه ها، میوه و دانه ی میوه های گیاه آقطی.

• آقطی در ایران

مناطق رویش گیاه آقطی و نام های مختص هر منطقه (جدول ۱-۲، p14) و نیز پراکندگی این گیاه را میتوان در شکل نقشه ی تراکم آقطی در ایران (شکل ۲-۲، p15) مشاهده میشود. [3]

جدول (۲-۱) مناطق رویش گیاه آقطی در ایران

نام های بومی آقطی در ایران						مناطق رشد در ایران		
بل	خمان	سبوقه	خمان کبیر	آقطی سیاه	تر	فومن	بندگز	مازندران
پلین	دارگن	انکورکولی	خمان صغیر	پلم	پلخون	دره های هراز	قزوین	علی آباد کتول
شن	شون	شون	آقطی سرخ	یدقه	یدنه	گیلان		ورده کرج
پلخوم	بل شیرین	خاما آقطی	بیان موری	پلاخونه	پلیم	روستاهای کوهپایه ای سواحل دریاچه خزر		



شکل (۱-۲) میوه ی گیاه آقطی- دانه های سیاه که در راس بوته ی گیاه آقطی در مکان گلها رشد میکنند ، میوه ی گیاه می باشند.



شکل (۲-۲) نقشه ی تراکم گیاه آقطی - گیاه آقطی در شمال ایران، در دامنه رشته کوه های البرز و در حاشیه رودخانه و مناطق مرطوب که شرایط رشد آنها مناسب تر است میرویند، مانند استان مازندران و گیلان.

• انواع آقطی [3]

۱. آقطی سیاه (Sambucus.nigra) [آقطی مورد نظر این پروژه که در ایران رشد میکند]

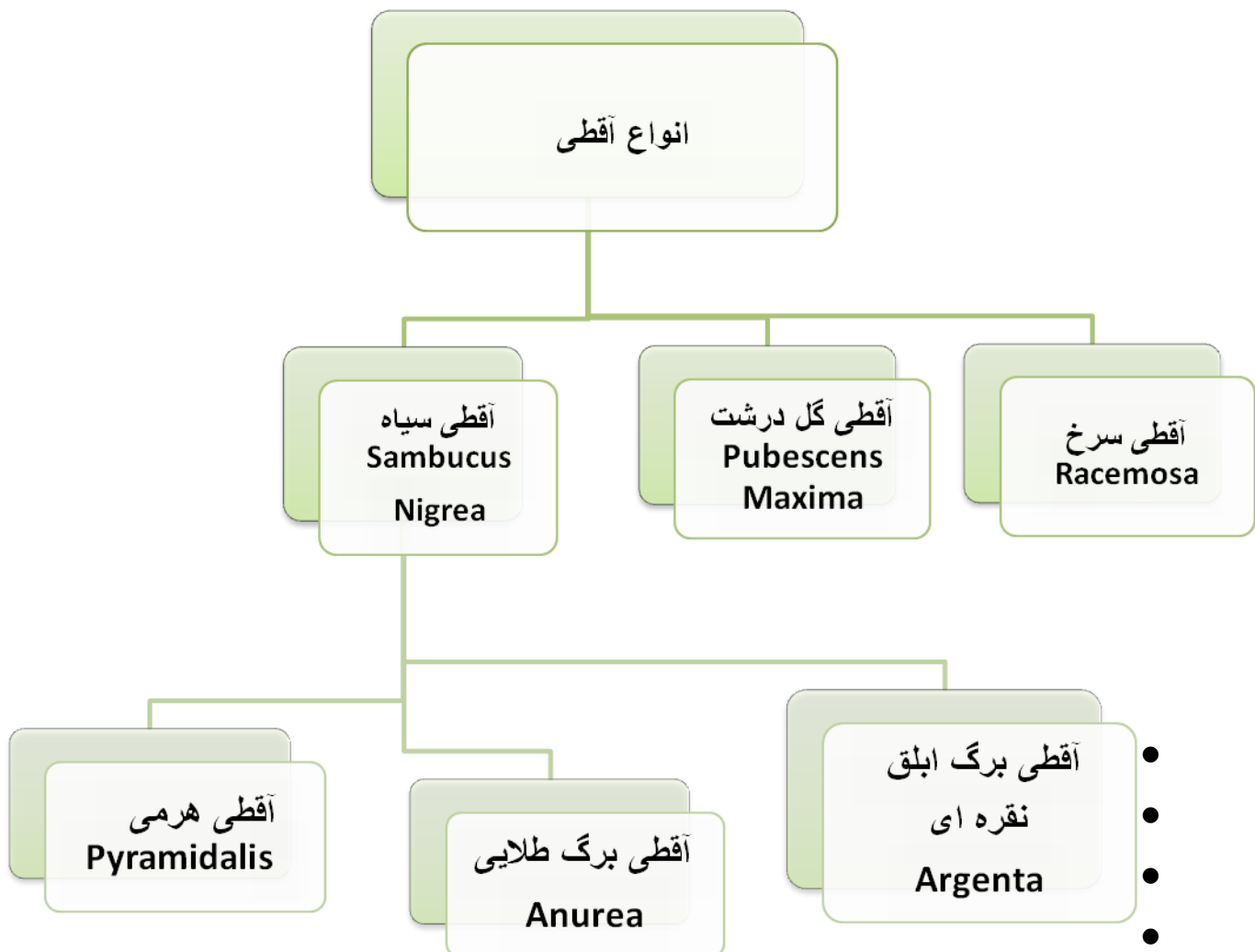
الف) آقطی برگ طلایی (Anurea)

ب) آقطی برگ ابلق نقره ای (Argenta)

ج) آقطی هرمی (Pyramidalis)

۲. آقطی گل درشت (Pubescens Maxima)

۳. آقطی سرخ (Racemosa)



• ویژگی های کلی آناتومیکی و ظاهری گیاه آقطی (پَلَم)

از ارتفاع ۱۵۰ سانتی متر تا ۶ الی ۸ متر با ریشه های ضخیم، تنومند دائمی و نیز دارای ساقه ی علفی راست قامت و برگ های پلم، بزرگ و شکافدارند و برگچه های دنداندار دارد و در قاعده ی برگ اصلی بصورت برگچه های تخمه مرغی شکل (معمولا ۵ برگچه) قرار دارند (p14, شکل 3-2). چوب این گیاه چوب پنبه ای است [4].

گل‌های آن خوشه ای با طول و عرض ۱۰-۷ سانتی متر، سفیدرنگ و ستاره ای شکل با پرچم های ارغوانی تیره در بعضی مواقع آویخته است. دارای بوی معطری بوده و مزه ی شیرین بلغمی است که در اواسط بهار تا اوایل تابستان بوجود می‌آیند. میوه ی کروی آن سیاه رنگ و آبدار است (شکل ۱-۲، p15) (شکل ۳-۲ و p14) که به صورت حبه با مزه ی شیرین و تلخ نامطبوعی دارند که البته در برخی از مناطق جهان، گونه هایی از این گیاه که در ایران رشد نمیکنند، خوردنی بوده، شیرین است و برای تهیه برخی مواد غذایی نظیر مربا از آن استفاده میشود (شکل ۴-۲، p18). [4]

این گیاه به محل های آفتابگیر همراه با سایه، خاک خنثی یا قلیایی، حاصلخیز، مرغوب و مرطوب نیاز دارد و در مقابل یخبندان مقاوم است [2].

• ترکیبات شیمیایی گیاه

این درختچه و برگ آن دارای موادی مانند سامبوسین Sambucine، سامبونیگرین Sambunigerine، کولین، سیکوتین Cucutin و مقدار کمی نیترات پتاسیم میباشد. در گل‌های آن الدرین، کمی اسانس و میوه ی سیاه آن دارای کریزان تیمین Chrysanthemin، مواد قندی، اسانس، صمغ، اسید والزیانیک و اسیداستیک میباشد. (شکل ۴-۲، p18) [5]

• روش تکثیر گیاه

بطور کلی علاوه بر خودرو بودن این گیاه و ریشه دواندن به اطراف، بوسیله ی قلمه زدن در فصلهای تابستان و زمستان تکثیر می یابد و همچنین با کاشتن بذر در هنگام پائیز نیز افزایش می یابد. این گیاه هرچه بیشتر بماند ساقه اش یا به عبارتی چوب آن ضخیم تر میشود. [4]

• فرآوری و خواص درمانی گیاه آقطی

از پوست ساقه، گلها، برگها و حبه های آقطی چه تازه یا خشک شده استفاده میگردد. برگهای آقطی را در تابستان جمع آوری و تازه مصرف میکنند. پوست آقطی را در اواخر زمستان قبل از در آمدن برگ و یا در پائیز قبل از تغییر رنگ دادن برگها میبرند و برای جوشاندن خشک میکنند [4].

گل کاملاً باز شده ی آقطی را جمع آوری و خشک میکنند و از دم کرده و شیر ی گل، مرهم و تنتوره می سازند. میوه ی رسیده را کامل برداشت میکنند و از دم نموده و تازه یا خشک مصرف میکنند. برداشت گلهای تولید شده به منظور مصارف داروئی هنگامی است که گلهای قسمت های کناری گل آذین باز شده اند و گلهای وسط حالت غنچه هستند. میوه های رسیده ی این گیاه هم برداشت میشوند. [4]

تمامی اندام های پلم دارای مواد تلخ فاطر، روغن، اسیدهای مختلف میوه و قند بوده و در پوست و ریشه آن ساپوتین وجود دارد [4].



شکل (۲-۴) - موارد استفاده ی گیاه آقطی

▪ ساختار چوبهائی که در صنعت کاغذ سازی بکار میروند

در ابتدا لازم است با ساختار کلی چوب آشنا شویم تا بدانیم در کارخانه ی تولید کاغذ چه میگذرد.

چوب از عناصر ارگانیک، کربن، هیدروژن، اکسیژن تشکیل شده است.

8 درصد مواد تشکیل دهنده چوب را از نقطه نظر تولید خمیر کاغذ میتوان به دو گروه تقسیم کرد؛ از جمله:

- آنهایی که بخشی از دیواره سلول یا بخش بین سلولی را تشکیل میدهند.
- مواد استخراجی که جزء اصلی و ساختمان دیواره سلولی نمی باشند.

مواد استخراجی شامل مواد محلول در آب است که کمتر از ۵ درصد وزن چوب است. مقدار متوسط مواد استخراجی چوب در پهن برگان بین ۲ تا ۳ درصد و در سوزنی برگان حدود ۱۰ درصد است. اسید های چرب چوب که هنگام پخت با مایع پخت ($\text{Na}_2\text{S} + \text{NaOH}$) تولید کف میکنند نیز جزء مواد استخراجی محسوب میشوند.

بطور کلی ترکیباتی که ساختمان چوب را تشکیل میدهند به ۳ گروه تقسیم میشوند: سلولز (ساختار پلی مری از گلوکز میباشد) و همی سلولز که هر دو الیاف گیاهی هستند ولیگنین که ماده ی چسبناک سیمان مانند است که الیاف گیاه را به هم متصل نگه میدارد.

• برخی چوبهای مورد استفاده در صنعت کاغذ سازی

۱. پنبه با بالک دانسیته ^۵ ۱۷۵-۲۳۵

۲. اکالیپتوس با بالک دانسیته ۱۹۰

۳. صنوبر با بالک دانسیته ۱۴۰

۴. بید با بالک دانسیته ۱۵۰

نکته: یکی از مهمترین عوامل در چوب، طول الیاف است که در دانسیته‌های کمتر، الیاف انعطاف پذیری بیشتری دارند.

بالک دانسیته^۲ طبق رابطه ی زیر بدست می آید :

$$\text{بالک دانسیته} = \frac{\text{وزن نمونه} \times \text{درصد خشکی}^3 \times 100}{\text{حجم ظرف نمونه}}$$

-
۲. بالک دانسیته معمولاً بر حسب پوند بر فوت مکعب و یا کیلوگرم بر متر مکعب بیان میگردد. [6]
۳. درصد خشکی (consistency)، با اندازه گیری وزن خشک خمیر بر وزن تر خمیر، ضربدرصد بدست می آید. (به میزان خمیر خشک در وزن محلول تر آن گویند).

■ خلاصه ی تهیه کاغذ از چوب

مرحله اول (تهیه خمیر کاغذ

معمولا از گونه های سلولزی ساخته میشود. این نمونه ها بر دو دسته اند:

۱. چوبی نظیر انواع درختان

۲. غیر چوبی نظیر علف، پنبه، کاه، گیاه آقطی و...

✓ برای تهیه خمیر از گونه های گیاهی دو روش وجود دارد :

- مکانیکی و شیمیایی و گاه تلفیقی از این دو روش.

روش مکانیکی

در این روش گونه چوبی با سنگ آسیاب به پودر تبدیل میشود(با عمل مکانیکی ، پیوند بین سلولز و لیگنین شکسته میشود) که با حل کردن آن سوسپانسیون خمیر کاغذ بدست می آید.

روش شیمیایی

با استفاده از یک یا چند ماده ی شیمیایی در فرآیند پخت چوب، لیگنین چوب با شکستن پیوند های بین لیگنین- لیگنین و سلولز از چوب حذف میگردد و گونه ی چوبی گیاهی نرم تر میگردد. سپس از نمونه های نرم شده توسط اعمال مکانیکی خمیر کاغذ تهیه میشود.

- در ادامه بعد از عملیات پخت چوب، چند عامل مورد بررسی قرار میگیرد :

۱. راندمان پخت

به این معنی که از یک مقدار مشخص گونه ی گیاهی چقدر خمیر بدست می آید.

$$\text{راندمان} = ۱۰۰ \times \text{کل چوب یا گونه پخت شده} \backslash \text{کل خمیر خشک}$$

هرچه راندمان بالاتر باشد بهتر است تا از یک مقدار ثابت چوب، میزان بیشتری خمیر داشته باشیم.

۲. درجه ی پخت

نشان دهنده ی این است که چه درصدی از لیگنین چوب در گونه ی مورد نظر تخریب شده است و یا چه مقدار باقی مانده است. هرچه لیگنین بیشتر از بین رود افت راندمان بیشتر است و لکن خمیر با کیفیت بهتر و مقاومت بیشتر بدست خواهد آمد.

۳. درصد مغز نپخته ی گونه ی مورد نظر یا شایو (Shive)

هرچه پخت بیشتر انجام شود، این عدد کمتر بوده و بهتر است. شایو به مقدار گره ها هم بستگی دارد، هرچه گره بیشتر باشد، این عدد بیشتر میشود.

۴. PH خمیر

بسته به نوع پخت و میزان شستشو بعد از پخت PH خمیر متفاوت خواهد بود. برای کاغذ سازی PH خنثی مناسبتر است.

۵. زمان پالایش

چوب بعد از پخت هنوز به شکل اولیه است و به شکل خمیر در نیامده است. لذا برای تهیه ی خمیر الیاف نمونه ی پخته شده بعد از شستشو، Defibration^۴ میشود. در این مرحله باید الیاف از هم باز شوند و تا حدودی نیز خرد گردند. چوب هر چه بیشتر پخته شود، الیاف بلندتری را بدست خواهد داد که زمان پالایش بیشتری نیز نیاز دارد. هرچه گونه سختتر (از نظر الیاف مثل گردو) باشد زمان بیشتری خواهد گرفت.

۶. درجه ی روانی (میزان سرعت ابکشی)(C.S.F)

این درجه در زمان تهیه کاغذ از خمیر مطرح میشود؛ به این معنی که در هنگام تولید کاغذ، زمان و سرعت آبیگری از خمیر به چه میزانی میباشد.

۴. Defibration: منظور جداسازی است که البته در طی این عمل، تا حدودی نیز خرد میگردد.

مروری بر تحقیقات انجام شده

• نمونه ای از گیاهان بررسی شده در صنعت کاغذسازی

۱. تهیه کاغذ از گیاه نخل:

گونه های مختلف نخل از قبیل تنه های نارگیل^۵ و برگهای نخل^۶ و برگها و ساقه های درخت خرما^۷ جهت کاغذ سازی ارزیابی شده اند. طی مطالعاتی که در فیلیپین انجام شده است، درجات گوناگونی از کاغذ نظیر پاکت و لایه ی میانی کنگره ای، میتوانند با مخلوط خمیرهای تنه ی نارگیل و خمیرهای چوب کرافت تولید شوند. درخت خرما بیشتر در خاورمیانه و شمال آفریقا رشد میکند. کاربرد ساقه ی خرما برای کاغذ سازی در عراق در مقیاس صنعتی و آزمایشگاهی بررسی شده است. اگرچه بازده پائینی از خمیر سازی کرافت حاصل گردیده است اما کاغذی با کیفیت مناسب بدست می آید. [7]

۲. تهیه کاغذ از گیاه موز:

ساقه ی موز سبز^۸ حاوی حدود ۷۰ درصد الیاف و ۳۰ درصد مغز است که البته مواد مغذی آنها باید قبل از خمیرسازی حذف شود. دارای لیگنین کمی است اما مواد استخراجی و خاکستر بیشتری دارد. آزمایشهای کاغذ سازی نشان دادند که با فرایندهای سودا و کرافت یا قلیابیت فعال پایین، خمیری با کیفیت خوب از ساقه به دست می آید. خمیرهای کرافت نسبت به سودا خواص مقاومتی برتری دارند [7].

۳. تهیه کاغذ از گیاهان متفرقه در کشاورزی:

Patel و همکاران [8] خواص خمیرسازی ساقه های توتون، سنبل آبی را گزارش کردند. Alcaid و همکاران نتایج مقاومتی خوبی برای کاغذ های دست ساز حاصل از ۵ نوع ضایعات کشاورزی (درخت زیتون، کاه برنج، ساقه های آفتابگردان، شاخه های مو و ساقه های پنبه) که با فرایند سودا پخته شده بودند. [8]

۵. Cocos nucifera

۶. Palmyra

۷. Phonrix dactylifera

۸. Musa paradisiaca

مواد و روش ها

✓ تهیه ی خمیر کاغذ از گیاه آفتی

این آزمایش در اواسط تابستان انجام شد و لازم به ذکر است که هرچه زمان بیشتری از رشد گیاه بگذرد، ساقه و یا چوب آن بلندتر و ضخیمتر می گردد.

مرحله ی اول (تهیه چپیس)

• تهیه چپیس های خالص و بررسی اولیه آنها

برای تولید چپیس از این گونه چوبی، ابتدا برگها و گلها را از ساقه جدا کرده، زمانی که ساقه به خوبی از شاخه و برگهای اضافی تمیز شد، پوست ساقه را میکنیم. اکثر این گیاهان، حاوی مغز چوب پنبه ای میباشند که معمولا باید جهت بهبود کیفیت کاغذ حذف شود. سپس آنها را در محیط خشک قرار داده شد تا بخوبی خشک شوند (شکل ۴-۶، p28). بعد از خشک شدن کامل چوب ها، آنها را به قطعات کوچکتری که در صنعت کاغذ سازی چپیس گفته میشوند در می آوریم. (تصویر ۱-۶، p27)



شکل (۶-۱) تهیه چپیس های خالص چپیس های خالص از خرد کردن ساقه ی خشک شده و پوست کندن مکانیکی گیاه آفتی که توسط نویسنده ی پایان نامه جمع آوری شده، بدست آمد.



شکل (۳-۶) توزین چیپسهای تر قبل از خشک کردن. (مرحله ی اول - شماره یک)



شکل (۲-۶) توزین چیپسهای خشک شده توسط دستگاه speed dryer (مرحله ی اول- شماره ۳)



شکل (۴-۶) قطعات خرد شده ی ساقه ی گیاه آقطی در دستگاه speed dryer قرار داده شد که پس از ۳۰ دقیقه خشک گردید. (مرحله اول- شماره دو)

سپس درصد رطوبت باقیمانده اندازه گیری (شکل ۲-۶، ۳-۶، p28) و بالك دانسیته آن نیز تعیین شد.

نکته: برای به دست آوردن درصد خشکی باید چوب را مرطوب کرد و میزان رطوبت و خشکی را باهم مقایسه نمود. لذا بعد از اندازه گیری وزن تر آن، در دستگاه خشک کن قرار داده شد تا وزن خشک را نیز بدست آید.

رطوبت چوب بدست آمده % ۸/۳ است در نتیجه درصد خشکی چوب % ۹۱/۷ میشود. طی یک رابطه ی ساده، اگر بخواهیم ۱۰۰ گرم برای هر پخت داشته باشیم می بایست ۱۰۹ گرم از نمونه تهیه شده از چوب پلم را تهیه کنیم .

درصد خشکی چوب (consistency)

درصد خشکی، به میزان خمیر خشک در وزن محلول تر را میگویند:

$$\text{Consistency} = \frac{\text{وزن خمیر خشک}}{\text{وزن خمیر تر}} \times 100$$

در تهیه ی کاغذ از گیاه آقطی که گونه ی جدیدی برای تهیه ی خمیر محسوب میشود در ابتدا باید فهمید که از چه نوع پختی میتوان استفاده نمود.

۱. پخت کرافت

مایع پخت سولفور سدیم ($\text{Na}_2\text{S} + \text{NaOH}$) است.

- مزیت های پخت کرافت

(الف) محکم ترین خمیر را میسازد.

(ب) از سیستم بازیابی قوی و محکم برخوردار است.

(ج) با انواع گونه های چوبی کار میکند.

(د) وجود پوست را همراه چوب تحمل میکند.

۲. پخت سودا

در این پخت از سود استفاده میشود؛ سود ضعیف است و قدرت نفوذ ندارد بنابراین میزان لیگنین باقی مانده بیشتر بوده و خمیر حاصله دارای استحکام کمتری است.

مرحله دوم

تهیه مایع پخت

لازم است ابتدا به چند اصطلاح مهم در پخت کرافت که با توجه به لیکور سفید مطرح میشود اشاره کرد.

۱. **قلیائیت فعال (Active Alkali):** ترکیبات موثر در عمل پخت کرافت هیدروکسید سدیم و سولفید سدیم میباشند که به مجموع آنها قلیائیت فعال گویند.

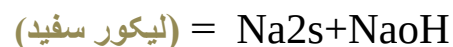
۲. **قلیائیت موثر (Effective Alkali):** این مقدار نشان دهنده ی مقدار موثر هیدروکسید است که از مجموع مقادیر هیدروکسید سدیم و نیمی از سولفید سدیم حاصل میگردد.

۳. **سولفیدیته (Sulfidity):** این مقدار از درصد نسبت مقدار سولفید سدیم به قلیائیت فعال بدست می آید.

اثر لیکور سفید در هنگام پخت با بالا رفتن قلیائیت فعال یعنی بالارفتن میزان مواد شیمیائی بیشتر شده و از سوی دیگر با بالارفتن نسبت مایع پخت به چوب (Liquor/wood) مورد نظر این اثر بیشتر میگردد.



مایع پخت شامل ($\text{NaOH} + \text{Na}_2\text{S}$) است که لیکور سفید نامیده میشوند: (شکل ۵-۶، p30)

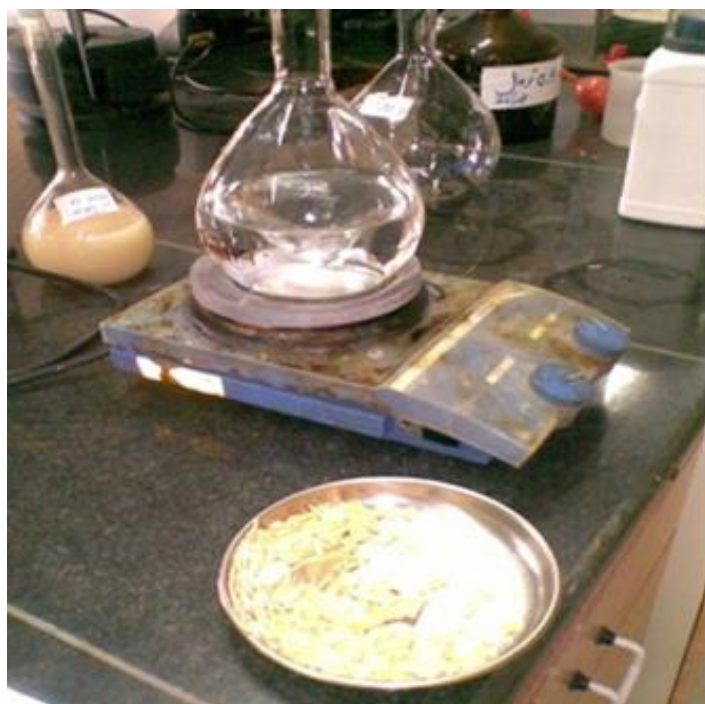


شکل (۵-۶) مایع پخت (لیکور سفید) شامل ترکیبی از $\text{Na}_2\text{S} + \text{NaOH}$ است. (مرحله دوم)

ابتدا مقداری Na_2S را با ترازو وزن کرده و در ارلن ۲۰۰ میلی لیتر حاوی سود، آب ربخته و با همزن آنرا بخوبی حل مینمائیم. (شکل ۶-۶، ۶-۷، ۶-۸، p31)



شکل (۶-۶) شماره ۱، تهیه مایع پخت- وزن کردن با ترازو Na_2S



شکل (۶-۷) شماره ۲، تهیه مایع پخت - مخلوط کردن Na_2S وزن شده در ارلن ۲۰۰ میلی لیتر حاوی آب.



شکل (۶-۸) شماره ۳، پخت مایع پخت - مخلوط کردن آب و سود در ارلن ۲۰۰ میلی لیتر با همزن برقی.

هنگام آزمایش میزان Na_2S را بطور تجربی اندازه گرفته و در نهایت با اضافه کردن Na_2 میزان آن را افزایش داده شد.



شکل (۶-۹) فنول فتالئین در محیط بازی به رنگ ارغوانی در می آید.

حال باید برای فهمیدن اینکه مایع پخت حاصل درست و کافی است یا خیر تیتراسیون انجام گردد.

کمی فنول فتالئین به مایع پخت اضافه شد، فنول فتالئین در محیط بازی به رنگ ارغوانی در می آید، پس با اسید کلریدریک تیتراسیون انجام می‌دهیم. (شکل ۶-۹، p32)



شکل (۶-۱۰) دانه های سفیدرنگ، فرمالین هستند.



شکل (۶-۱۱) اضافه کردن فرمالین به تیتراسیون مایع پخت.

آنقدر تیتراسیون را ادامه می‌دهیم تا رنگ محیط بیرنگ شود. عدد تیتراسیون بدست آمده، ۳۴ cc است. سپس فرمالین (شکل ۶-۱۰، p33) اضافه شد. فرمالین باعث فعال شدن HS- می‌شود و گاز H_2S با بوی بد آزاد می‌گردد (شکل ۶-۱۱، p33).

علت آن است که اکتیو آلكالی زیاد بوده (۳۴ cc) و سولفیدیتی کم است لذا باید Na_2S را اضافه نمود تا اکتیو آلكالی کم شود.

مرحله سوم

طراحی و انجام پخت

با توجه به کیفیت فیزیکی این گونه، ۴ پخت مختلف مطابق جدول ۱ (صفحه ی ۶۰) انجام شد. خرده چوبهای پخت شده با آب فراوان شستشو داده شد تا باقیمانده مواد شیمیایی مایع پخت آن تا حد ممکن از چپیس های پخت شده خارج گردد. پس از شستشوی کافی، خرده چوب های پخت شده و عاری از مواد شیمیایی، توسط دستگاه دیسینتگراسیون مدل 7725D (England)، دفیبره گردید، تا پس از آبیگری از آنها، خمیر اولیه حاصل شود.

در این آزمایش، دو نوع پخت سودا و پخت کرافت انجام شد.



شکل (۶-۱۳) دستگاه Digester .



شکل (۶-۱۲) قرار دادن مخزن های هرکدام از دو پخت سودا و کرافت در دستگاه Digester.

هر کدام از دو نوع پخت در Digester انجام داده شد (شکل ۱۲-۱۳، ۶-۶، p34). دایجستر دارای دو مرحله پخت است. در مرحله ی اول به مدت ۴۰ دقیقه دما را به اندازه ۷۵ درجه ی سانتیگراد در دایجستر افزایش میدهیم. پس از ۴۰ دقیقه، پخت وارد مرحله دوم میشود. مرحله ی دوم و در نهایت رسیدن به دمای ۱۷۰ درجه ی سانتیگراد، ۳ ساعت و ۲۲ دقیقه بطول انجامید.



شکل (۱۵-۶) مخزن پخت Digester برای پخت کرافت



شکل (۱۴-۶) مخزن پخت Digester برای پخت سودا

- پخت کرافت

راحتترین نوع پخت، پخت کرافت است به این دلیل که لیگنین زدایی کمتری دارد، غلظت لیکور کمتر خواهد بود.

میزان مواد شیمیایی به وزن چوب مغز خشک ; $\text{chemical/wood: } C/W = 0/11$

$A.A = 98/2$ غلظت لیکور (محلول)

$\text{حجم لیکور} = 11\text{gr} \div 98/2 = 0/112 \text{ lit or } 112 \text{ mlit}$

$\text{پس حجم لیکور مورد نظر به وزن خشک چوب} = 6\backslash 1 \times 100 = 600 \text{ mlit}$

$8/33 = 600 \text{ mlit}$ (رطوبت موجود در چوب) + آب + 112 mlit = در نتیجه

لیکور مورد نیاز برای پخت کرافت

آب مورد نیاز = 480 mlit

مخزن در تصویر (p35، ۶-۱۵) برای پخت کرافت در نظر گرفته شد که به ترتیب چوب، آب و لیکور به آن اضافه می گردد.

- پخت سودا

بدلیل لیگنین زدایی و در نتیجه افزایش مواد شیمیایی، فرآیند پخت سودا از کرافت کند تر انجام میشود.

$C/W = 12\backslash 100 = 0/12$

$10\% = \text{لیکور}$

$120\text{mlit} = \text{در نتیجه حجم لیکور سودا}$

میزان لیکور پخت به وزن چوب ; $\text{Liquor/wood: } L/W = 6\backslash 1 \div 100 = 600 \text{ mlit}$

$600 - (8/3 + 120) = 472 \approx 470\text{mlit}$ = حجم آب لازم برای پخت سودا



شکل (۱۶-۶) صفحه ی نمایش Digester برای نشان دادن دما و زمان

مخزن پخت شماره دو (شکل ۱۴-۶، p35) برای پخت سودا در نظر گرفته شد و به همراه مخزن یک در داخل رآکتور پخت (Digester) گذاشته و به مدت ۲ ساعت در دمای ۱۷۰ درجه سانتیگراد قرار می‌دهیم. در طول مدت پخت باید چند بار دما را در زمان های مختلف اندازه گیری کنیم تا پخت در زمان مناسب و دقیق صورت گیرد.

در سری اول پخت، زمان فاز اول ۴۰ دقیقه و فاز دوم پخت، با خاتمه ی ۴۰ دقیقه ی اول آغاز شد و تا دمای ۱۷۰ درجه ی سانتیگراد پیش رفت. اما در سری دوم پخت بر اساس نتایج بدست آمده که در ادامه به آنها اشاره خواهد شد، حصول کیفیت بهتر کاغذ، زمان فاز اول و دوم را ۱۰ دقیقه افزایش دادیم لذا به ترتیب به ۵۰ و ۹۰ دقیقه تغییر یافت یعنی تا ۱۸۰ درجه ی سانتیگراد پیش رفت. (شکل ۱۶-۶، p37)

پس از اتمام پخت و بعد از خنک شدن مخزن ها، آنها را از رآکتور در آورده و پخته های کرافت و سودا را امتحان کردیم. اگر در هر کدام از آنها خمیر حاصل بیشتر از بین رفت، آن پخت مناسب نخواهد بود چون باید تا حدی ساختار چوبی خمیر یعنی الیاف سلولزی آن محفوظ ماند.

بررسی های اولیه که شامل تعیین درصد خشکی، تعیین وزن خمیر حاصل از هر کدام از پخت ها، شایو باقیمانده، راندمان و اندازه گیری درجه پخت (عدد کاپا) است برای هر کدام از پخت ها انجام شد. همچنین لیکور های سیاه هر کدام از پخت ها آنالیز گردید. نتایج اولیه بدست آمده، در جدول ۱ (صفحه ۶۰) نشان داده شده است.

مرحله چهارم

آنالیز نتایج پخت

لیکورها یا مایع پخت را بعد از پخت کرافت و سودا در دو بشر مجزا جدا کردیم تا آنها را برای آزمایش نگاه داریم. سپس چپیس ها را در زیر آب شستیم تا مواد استخراجی و کف آن که حاصل از مواد قلیایی لیکورسیاه است بخوبی خارج شوند (شکل ۱۷-۶، ۱۸-۶، ۳۸-۶). چپیسهای حاصل از پخت کرافت از سودا نرمتر است اما پخت سودا نیز در حد مطلوبی حاصل شد.

نکته (۱): بدلیل بوی تند و بخارات سمی لیکورها، باید آنها را در تهویه نگه داریم.

نکته (۲): پخت کرافت، چپیسهای نرمتری نسبت به پخت سودا ایجاد میکند چون در پخت سودا از Na_2S استفاده نمیشود.

نکته (۳): در پخت کرافت به دلیل گاز H_2S بوی تندتری نسبت به سودا بدست می آید.



شکل (۱۸-۶). شستشوی چپیسهای پخت سودا (مرحله چهارم)



شکل (۱۷-۶) شستشوی چپیسهای پخت کرافت (مرحله چهارم)

بررسی نتایج پخت

آنالیز لیکور سیاه (مایع پخت مصرف شده):

لیکور سفید ($\text{NaOH} + \text{Na}_2\text{S}, \text{H}_2\text{O}$) در مایع پخت با گونه ی آقطی در رآکتور شیمیایی واکنش داده و موجب تخریب در صدی از لیگنین شده و مواد حاصل از این تخریب را وارد فاز آب میکند. بدلیل اینکه ممکن است قسمتی از سلولز یا همی لولز هم تخریب شود، مواد استخراج شونده شامل اسیدها، فنول ها و ... باشد و وارد فاز آب میشود. بدین ترتیب لیکور سفید با حل کردن مواد پخت تبدیل به مایع پخت سیاه میشود. (نتایج آنالیز لیکور از پخت اول و دوم در جدول ۱ صفحه ی ۶۰ ذکر شده است)

لیکور سیاه هم دارای مواد آلی و هم معدنی است که از جمله ی این مواد معدنی، کربنات سدیم (Na_2CO_3) است. در نتیجه مواردی که در آنالیز لیکور سیاه باید به آن اشاره کرد به شرح زیر است:

1. PH
2. Solid: $\times 100$ وزن خشک لیکور/وزن تر لیکور
3. Inorganic matter: (وزن خشک خمیر $\times 100 \times 0.563$) /وزن خشک خمیر
4. Organic matter: (Inorganic matter - 100)

توضیح تعاریفات فوق در ادامه ی این بخش آورده شده است.

۲۰ cc از هر کدام از لیکورهای سیاه پخت سودا و کرافت رادر بالن ژوژه ی ۵۰۰ میلی لیتر ریخته و ۵۰ cc کلرید باریم ۱۰ درصد به آن اضافه کردیم و آنرا به حجم رساندیم. بعد از ۲۰ دقیقه، از هر کدام از پختها ۵۰ cc برداشتیم.



شکل (۷-۲) لیکور پخت کرافت



شکل (۷-۱) لیکور پخت سودا

شکل (۷-۱) لیکور حاصل از پخت کرافت و شکل (۷-۲) مربوط به لیکور حاصل از پخت سودا است. از نظر ظاهری با هم تفاوت خاصی ندارند.

تعیین درصد خشکی :

ابتدا کروزه های تمیز را داخل کوره قرار دادیم و پس از ۱۰ دقیقه به دسیکاتور منتقل کرده و وزن نمودیم. تقریباً ۱ cc لیکور سیاه غلیظ و حدود ۵ cc لیکور متوسط را در کروزه ها ریخته و وزن کردیم و داخل دسیکاتور گذاشته و بعد از ۱۰ دقیقه وزن کردیم. بعد از ۲۴ ساعت کروزه ها را روی شعله قرار دادیم تا لیکورها خشک گشتند و در کوره با دمای تنظیم شده ی ۶۵۰-۷۰۰ درجه ی سانتیگراد گذاشته (شکل ۳-۷، p42) بعد از قرار دادن در دسیکاتور، آن را وزن کردیم.



شکل (۳-۷) کوره ی سوختن لیکورها



سپس به محتوی کروزه ها (شکل ۴-۷، p43) ۲ قطره متیل اورانژ، ۲ قطره اسید سولفوریک و ۲ الی ۳ قطره آب اضافه کرده و روی شعله میگذاریم تا خشک شود و سپس در کوره قرار می‌دهیم و بعد از ۳۰ دقیقه آنرا وزن می‌نمائیم تا وزن خشک نهایی بدست آید.

$\text{Solid} = \text{وزن خشک لیکور/به وزن تر لیکور} \times 100$

$\text{Inorganic matter} = \text{وزن خشک} \times 100 \times 0.563 / \text{وزن خشک ۵ یا ۱ سی سی لیکور}$

$\text{Organic matter} = 100 - \text{Inorganic matter}$

تعیین قلیائیت باقی مانده لیکور: (Remaining Active Alkaline or R.A.A)

به ۵ سی سی از لیکور، فنول فتالئین اضافه میکنیم، بدین ترتیب لیکور سیاه ارغوانی میشود (شکل ۴-۷، p43). سپس با اسید کلریک تیتراسیون انجام دادیم. اینکار باید قطره قطره انجام شود تا دقت کار بالا رود. با اضافه کردن اسید، محلول کمرنگ تر شده تا حدی که تقریباً بی رنگ میگردد. (شکل ۵-۷، p44) (۶-۷، p45)

شکل (۴-۷) خشک کردن کروزه های پخت کرافت و سودا که حاوی ۲ قطره متیل اورانژ، ۲ قطره اسید سولفوریک و ۲ الی ۳ قطره آب است.



شکل (۷-۵) لیکور سیاه با اضافه کردن فنول فتالین به رنگ ارغوانی در می آید.



شکل (۷-۶) کمرنگ شدن محلول با اضافه کردن اسید



شکل (۷-۷) بیرنگ شدن محلول با اضافه کردن اسید

آنالیز خمیرها:

۱۲ ساعت بعد از شستشوی چپسهای پخته شده از هر دو پخت سودا و کرافت را، به مدت ۲۰ دقیقه با دستگاه Desintegrator (جدا کننده) جداسازی می گردد (شکل ۷-۸، p46). (این دستگاه در دقیقه ۱۲۰، دور میزند) (شکل ۷-۷، p 45) (شکل ۷-۹، ۱۰-۷، p47) بعد از جداسازی، مجددا خمیر را آبیگری کردیم (شکل ۷-۱۱، p47)، در این قسمت الیاف را با دست



شکل (۷-۸) چپسها به مدت ۲۰ دقیقه با دستگاه Desintegrator (جدا کننده) جداسازی گشته، بیشتر خرد میگردند.

آبگیری (شکل ۱۲-۷، ۷-۷، p48) و سپس جداسازی نمودیم (شکل ۱۴-۷، p49).



شکل (۷-۱۰) چیپسها را داخل دستگاه Desintegrator میریزیم



شکل (۷-۹) دستگاه Desintegrator



شکل (۷-۱۱) آبگیری چیپسها . محتویات دستگاه Desintegrator را در داخل صافی میریزیم و چیپسها را آبکشی مینمائیم.



شکل (۷-۱۲) جداسازی الیاف و آبگیری چپسها با دست



شکل (۷-۱۳) چپسها ی آبگیری شده با دست



شکل (۷-۱۴) با دست الیاف چپسهای آبگیری شده را از هم جدا میکنیم.

سپس برچسبی آماده کرده و اسم هر کدام از پخت ها را روی آن نوشته بر روی ظرفی که محتوی خمیر هاست چسبانندیم.

در ابتدا وزن خمیر مرطوب را اندازه گیری نمودیم. وزن خمیر مرطوب گونه ی مورد نظر، ۲۳۱ گرم بود. در تمام مراحل کار با خمیر مانند کلاسه بندی، تعیین راندمان و هندشیت سازی اولین قدم، تعیین درصد خشکی یا Consistenc خمیر است. (نتایج آنالیز خمیر در جدول شماره ی ۱ صفحه ی ۶۰ نشان داده شده است)

$$\text{Consistency} = (\text{وزن تر خمیر} / \text{وزن خشک خمیر}) \times 100$$

$$\text{Consistency} - 100 = \text{درصد رطوبت خمیر}$$



باید خمیرهای حاصل از دو پخت سودا و کرافت را بر روی کاغذهای صافی قرار دادیم و در دستگاه speed dryer به مدت ۱۵ تا ۲۰ دقیقه حرارت داده تا خشک شود. (شکل ۷-۱۵، p49)

شکل (۷-۱۵) قرار دادن خمیرها در دستگاه speed dryer برای خشک شدن و سپس وزن کردن.

وزن خشک خمیر

سودا: ۱/۱۹۲ گرم - کرافت: ۱/۱۶۴ گرم

نکته: هنگام آماده سازی خمیرها، باید شایوها (shive) را برای پالایش از خمیر جدا کردیم. اگر شایوها خوب پخته نشده باشند از پالایش جدا و در تعیین راندمان محسوب نمی شوند. اما در فرآیند کرافت میتوان به دلیل نرم بودن شایوها، آنها را در پالایش قرار داد، زیرا در فرآیند پالایش شکسته خواهند شد.

نکته: در پخت سودا، بعد از یکبار desintegrator کردن، هنوز شایوهای نرم و درشت تری مشاهده شد، لذا مجدداً در دستگاه desintegrator قرار داده و تا زمانی که شایوها باز و شکسته شوند، در دستگاه قرار میگیرند. (۴۵ دقیقه برای پخت سودا)

با آنکه دوباره این عمل را انجام دادیم هنوز شایوهای درشت باقی مانده بود که البته در فرآیند پالایش از هم باز میگردند. وزن خمیر تر در پخت سودا ۲۴۶ گرم اندازه گیری شد. از پخت کرافت، نمونه ی ۴/۵ گرم از خمیر و از پخت سودا ۴/۶ گرم خمیر برداشتیم تا درصد خشکی خمیر را بر اساس فرمول حساب کنیم.

نتیجه :

$R : \text{Consistency/water} = R / 100$ تعیین راندمان

کرافت : Consistency = ۲۵/۸۱ راندمان = ۵۹/۶

سودا : Consistency = ۲۵/۷۷ راندمان = ۳۶/۶ or: ۶۴

تعیین فرینس یا درجه ی روانی (freeness) :

برای پالایش خمیر، باید خمیر را در دستگاه پالاینده PFI قرار دهیم (شکل ۷-۱۸، p53). اما در ابتدا باید درجه ی روانی اولیه را بدانیم تا تعداد دورهای دستگاه پالاینده مشخص شود (شکل ۷-۱۶، p51 - ۷-۱۷، p52).

فرینس استاندارد:

درجه ی سانتیگراد $T=20$

Consistency خمیر = ۳ gr/lit

نکته: بدلیل آنکه تا به حال چنین گونه ای پخت نشده بود، باید این آزمایش با دقت انجام

شود.



شکل (۷-۱۶) قرار دادن سوسپانسیون هریک از خمیرهای پخت یودا و کرافت در دستگاه تعیین فرینس، برای تعیین فرینس یا درجه ی روانی خمیر.



شکل (۷-۱۷) ریختن سوسپانسونها در دستگاه تعیین فرنیس.

برای تعیین درجه ی روانی یا freeness هر کدام از پخت های سودا و کرافت، سوسپانسیونی معادل ۳ گرم بر لیتر تهیه کردیم. سپس بر اساس جدول فرینس کارخانه مورد نظر، نسبت به دمای بدست آمده مشخص کردیم که بر اساس فرینس حاصل، دستگاه پالاینده باید چند دور بزند (توسط جدول فرینس کارخانه، بر اساس وزن و دما، تعداد دورهای دستگاه پالاینده بدست میآید). برای پخت کرافت ۳۰۰ دور در دقیقه و برای پخت سودا ۷۰۰ دور در دقیقه مشخص گردید.



شکل (۷-۱۸) دستگاه پالاینده (PFI) برای پالایش هریک از خمیر های پخت کرافت و سودا.

همانطور که در شکل های (۷-۲۰ و ۷-۱۹ p54) مشاهده میشود، باید خمیر را بطور کامل به دیواره ی پالاینده بچسبانیم تا زمانی که دستگاه را میبندیم، خمیر بخوبی با دندانها برخورد کند (شکل ۷-۲۰، ۷-۱۹ p54). این امر سبب میشود خمیر بخوبی پالایش شده و به قطعات ریزتری تبدیل شود. (مدت زمانی را که خمیر در دستگاه پالاینده پالایش میشود، بر اساس تعداد دورهای دستگاه تنظیم میگردد.)

برای هر یک از پختههای کرافت و سودا بر اساس تعداد دورهایی که نیاز دارند پالایش شوند، به تفکیک در دستگاه پالاینده قرار میدهم.



شکل (۷-۱۹) خمیر را به طور کامل به دیواره ی دستگاه پالاینده میچسبانیم.



شکل (۷-۲۰) تصویری از خمیر کاغذ که به طور کامل در دستگاه پالاینده قرار گرفته است

نکته: علت تعیین فرینس و در نهایت تعداد دورهای دستگاه به این دلیل است که بر اساس شایوهای موجود در خمیر، به اندازه ای خمیر پالایش شود که نیاز است، تا خمیر زیاد خرد نشود. چراکه در صنعت کاغذسازی، شکل الیاف سلولزی باید تا حدی حفظ شود تا ساختار خوبی برای استقامت کاغذ داشته باشد.

تعیین عدد کاپا:

عدد کاپا، عدد حاصل در آزمون تغییر یافته ی عدد پرمنگنات روی خمیر که بر اساس ۵۰ درصد مصرف مواد شیمیایی تصحیح شده است. [6] در واقع عدد کاپا معرف میزان لیگنین زدایی خمیر است. [10]

لیگنین زدایی از چوب باید به حد استاندارد انجام شود. بهترین عدد کاپا برای پخت کرافت بین ۸۰-۶۰ است که بالاترین مقاومت فیزیکی کاغذ را نشان میدهد. بیشتر بودن مواد شیمیایی باعث میشود خمیر بیشتر له شود، در نتیجه راندمان پائین می آید. از سوی دیگر افزایش لیگنین موجب کاهش مقاومت کاغذ میشود.

مقدار خمیری که در این آزمایش استفاده کردیم براساس له بودن و یا شایودار بودن خمیر، بین ۱/۸ - ۰/۴ گرم در نظر گرفته میشود. اگر C/W کم باشد عدد کاپا بزرگتر میشود و برعکس.

وزن خمیر به گرم /ضریب تصحیح شده از جدول $\times 2 \times (V_1 - V_2)$ Kappa No:

V_1 = حجم تیوسولفات مصرف شده در تست شاهد

V_2 = حجم تیوسولفات در وزن خمیر

پخت کرافت:

۲/۸۲ = ۰/۸ گرم وزن خشک خمیر از خمیر پالایش Consistency = ۲۵/۳۵

بر روی ترازوی حساس ۰/۸ را تنظیم نمودیم. در بشر بزرگی تقریباً ۲ لیتر آب برمیداریم و خمیر را به صورت سوسپانسیون در آب مقطر و چسب نشاسته میریزیم (در Blander) سپس مدت زمان یک تا دو دقیقه بهم میزنیم. سوسپانسیون حاصل را در بشر بزرگی که در آن مگنت (برای هم زدن) وجود دارد میریزیم. با بورت بر طبق مقدار خمیری که داریم، پرمنگنات پتاسیم ۰/۱ نرمال بر میداریم. ۱۰۰ cc پرمنگنات پتاسیم به همراه ۱۰۰ cc اسید سولفوریک ۴ نرمال بر میداریم و در سوسپانسیون میریزیم.

نکته: پرمنگنات پتاسیم، لیگنین باقی مانده در خمیر را اکسید میکند (نقش اکسید کنندگی دارد) اسید به عنوان یک کاتالیزور عمل میکند.

پخت سودا:

برای پخت سودا نیز دقیقاً تمامی موارد فوق تکرار میشود، با این تفاوت که:

۲/۶۹۲ = گرم وزن خشک خمیر، چون لیگنین زیادی دارد ۰/۷

Consistency = ۲۶



در طی واکنش، براساس مقدار لیگنین مقدار مصرفی پرمنگنات مشخص میشود.

شکل (۷-۲۱) ارغوانی شدن سوسپانسیون با اضافه کردن پرمنگنات

- تعیین عدد کاپا برای پخت کرافت:

هر چه پرمنگنات بیشتر باشد بدلیل ایجاد محیط اسیدی، سوسپانسیون تیره تر میگردد. در این آزمایش سوسپانسیون به رنگ ارغوانی تیره در آمده است (شکل ۲۱-۷، p56) که البته در ادامه با اضافه شدن KI برنگ شیری تغییر می یابد.

KI + پرمنگنات باقی مانده → با مصرف پرمنگنات --- پر منگنات + اسید سولفوریک + لیگنین خمیر

(بیرنگ است) I⁻ → توسط تیوسولفات تیترا میشود ---- I₂ → (روشن است) I₂

بطوی کلی طبق نمودار فوق، به محلول خمیر مورد نظر، اسید سولفوریک اضافه کرده همزمان به سوسپانسیون حاصل، پرمنگنات اضافه می نمائیم. با اضافه کردن پرمنگنات (اکسید کننده) و مصرف آن در فرایند در حال انجام در سوسپانسیون، رنگ سوسپانسیون قرمز میشود. پرمنگنات باقی مانده با اضافه کردن KI با آن واکنش داده و رنگ سوسپانسیون روشن تر میشود تا حدی که تیتراسیون آن توسط تیوسولفات، بیرنگ میگردد.

در انتهای آزمایش، چسب نشاسته را که معرف پایان واکنش (تیتراسیون) است، اضافه میکنیم. در نتیجه ی تیتراسیون مشاهده شد که سوسپانسیون زود بیرنگ شده به این دلیل که میزان ۰/۸ گرم خمیر زیاد بود، پس آن را به ۰/۵ گرم تغییر دادیم و دوباره تیترا کردیم. با تکرار این آزمایش، پس از ۹ دقیقه بعد از ریختن اسید، محلول KI = ۲۰ cc را اضافه کردیم. با اضافه شدن KI، رنگ سوسپانسیون نسبت به دفعه ی قبلی قرمز تر شد. سپس ۱۰ دقیقه بعد آنرا به آرامی با تیوسولفات تیترا میکنیم. پس از ریختن چسب نشاسته بدلیل وجود I₂ در محیط رنگ محلول، آبی میگردد.

چون عدد کاپا بالا شد، میزان ۰/۴ گرم خمیر بر میداریم → Kappa = ۱۵۵/۷

حجم شاهد = ۴۹/۳

برای بار سوم، تمامی مراحل فوق را تکرار کردیم : با اضافه کردن KI رنگ سوسپانسیون پررنگ تر شد (قرمز تند). سپس با تیوسولفات تیترو می‌کنیم تا بیرنگ شود. پس از آن، چسب نشاسته را در ادامه اضافه نمودیم و سوسپانسیون به رنگ سبز زیتونی درآمد. اینبار نیز مجدداً قطره قطره و به آرامی با اسید تیترو کردیم تا بیرنگ شد. لحظه ی بیرنگ شدن، پایان تیتراسیون است و عدد بدست آمده را به عنوان حجم تیتراسیون حاصل، ثبت کرده و با کمک فرمول کاپا، عدد کاپا را بدست آوردیم.

$$V = 51/5 \text{ = حجم شاهد (پرمنگات)}$$

$$Kappa = 167/8$$

تعیین عدد کاپا برای پخت سودا:

برای تعیین عدد کاپای پخت سودا، ۰/۳ گرم خمیر و ۱۰۰ cc شاهد (اسید سولفوریک) بر داشته و تمامی مراحل را تکرار کردیم.

نکته : بدلیل آنکه گونه غیر چوبی است، احتمال وجود مواد استخراجی زیاد است که بامایع پخت واکنش میدهد، پس مایع برای تخریب لیگنین کم می آید.

$$V = 22$$

$$V \text{ شاهد} = 51/5 \rightarrow Kappa = 200$$

$$100 \text{ cc} = \text{پرمنگات}$$

$$100 \text{ cc} = \text{اسید}$$

نتیجه:

بطور معمول عدد کاپا برای پخت کرافت ۶۰، ۸۰، یا حداکثر ۹۰ است. با توجه به کاپای بالای حاصل از خمیر کرافت (۱۶۷)، که نشان دهنده باقی ماندن لیگنین زیادی در خمیر است، خمیر به پخت بیشتری نیاز دارد لذا باید زمان پخت را بالاتر برد یا میزان C/W را افزایش داد و یا با هر دو روش این عدد را پایین آورد.

این امر نشان میدهد که احتمالاً خمیر حاصل از پخت این گونه ی گیاهی دارای مواد استخراج شونده ی بیشتری بوده که مواد شیمیایی لیکور پخت، به جای واکنش با لیگنین، همگی صرف واکنش با چنین موادی شده است. با اینحال مقاومت کاغذهای بدست آمده از این خمیر نشان خواهد داد که خمیر تولیدی با چنین شرایطی مطلوب هست یا خیر؟! البته با مطلوب نبودن این امر، میتوان پخت دیگری انجام داد.

با انجام دوباره ی پخت و تعیین عدد کاپا برای هر یک پختها به نتایج شماره ی ۴ و ۲ در جدول ۱ (صفحه ی ۶۰) رسیدیم.

جدول ۱

شرایط پخت و نتایج اولیه آنالیز خمیر آق‌طی

شماره	عامل	شرایط پخت			آنالیز خمیرها			آنالیز لیکور های سیاه				
		C/W %	L/W	Cook. Time (min)	نوع پخت	yield %	Kappa No.	pH	Solid %	R.A.A (g/l)	Inorg. %	Org. %
1		۱۱	۵/۱	۱۲۰	کرافت	۵۹/۶	۱۶۷	-	۱۰/۱	۰/۸۵	۳۹/۰	۶۱
2		۱۳	۵/۱	۱۴۰	//	۵۹/۶	۱۳۶	۹/۹	۱۲/۴	۷/۱	۴۹	۶۱
3		۱۲	۵/۱	۱۲۰	سودا	۶۴	۲۰۰	-	۹/۶۵	۰/۰	۳۵/۶	۶۴/۴
4		۱۵	۵/۱	۱۴۰	//	۶۲	۱۷۹	۹/۵	۱۰	۰/۴۲	۴۹	۶۱

پخت کرافت شماره ی ۲ و پخت سودای شماره ی ۴، پخت دومی است که با مواد شیمیایی بیشتر انجام شد و زمان پخت را ۲۰ دقیقه افزایش دادیم.

نتایج :

جمع بندی نتایج آزمایش در فصل یازدهم ذکر شده است.

پخت کرافت شماره ی ۲، عدد کاپای کمتری در مقایسه با سایر پخت ها داشت که پخت مناسبتری برای تولید کاغذ مرغوبتر محسوب میشود. **

کلاسه بندی

کلاسه بندی خمیرها

خمیرهای حاصل از نمونه های پخت شده بعد از پالایش نهایی، توسط دستگاه کلاسه بندی مدل CE Baur 203 طبقه بندی شد و چگونگی توزیع اندازه الیاف و طول متوسط الیاف بعد از پالایش نهایی، محاسبه گردید (شکل ۲-۸، p64). نتایج کلاسه بندی و اندازه طول متوسط الیاف برای هر چهار خمیر در جدول ۲ (صفحه ی ۶۶) نشان داده شده است. برای تعیین اندازه ی الیاف، بعد از کلاسه بندی هر کدام از دو پخت کرافت و سودا، آنها را در Speed Dryer گذاشتیم تا پس از خشک شدن، وزن آنها را اندازه گیری کنیم (شکل ۳-۸، p64).

همانطور که در شکل مشاهده میشود، دستگاه کلاسه بندی دارای ۴ تانک یا ۴ طبقه است (شکل ۱-۸، p63). از محفظه ی بالایی دستگاه، محلول حاوی خمیر هر کدام از پخت ها را بترتیب در دستگاه ریختیم. هر محفظه دارای مش هایی حاوی منافذ است. از بالا به پایین، منافذ مشها ریزتر میشود و از بالا بترتیب R_{14} - R_{28} - R_{48} - R_{100} را خواهیم داشت و خمیر عبور کرده از کلیه مشها، P_{100} یا همان هدر- رفت نام دارد که شامل الیاف خیلی ریز (fine) است. در این آزمایش مقادیر خمیر عبور کرده از هریک از مشها را به باقیمانده ی خمیر روی مشها نشان میدهیم. R_{14} نمایش دهنده الیاف باقی مانده روی مش ۱۴ میباشد.

دستگاه ۲۰ دقیقه حرکت میکند، الیاف به نسبت اندازه ی خود پشت مشها قرار میگیرند. بعد از ۲۰ دقیقه الیاف توسط مش ۲۳۰ که زیر دریچه ی زیرین دستگاه قرار میگیرد، جمع و خشک میشود.



شکل (۸-۱) دستگاه کلاسه بندی- دستگاه کلاسه بندی دارای ۴ تانک است. از محفظه ی بالایی دستگاه، محلول حاوی خمیرار تانک بالایی داخل دستگاه ریخته میشود. هر محفظه دارای مش هایی حاوی منافذ است. از بالا به پایین، منافذ مشها ریزتر میشود و از بالا بترتیب R14-R28-R48-R100 است.



شکل (۸-۲) دستگاه کلاسه بندی - خمیر عبور کرده از کلیه مشها، P100 یا همان هدر- رفت نام دارد که شامل الیاف خیلی ریز (fine) است



شکل (۸-۳) ترازوی دیجیتال- برای تعیین اندازه ی الیاف، بعد از کلاسه بندی هرکدام از دو پخت کرافت و سودا، آنها را در Speed Dryer قرار داده شدند تا پس از خشک شدن، وزن آنها با ترازوی دیجیتال اندازه گیری شود.

R14	
R28	
R48	
R100	
P100	

ضرایب برای قرار دادن در فرمول ها	
R14	۱/۲
R28	۱/۱۹
R48	۰/۵۹۵
R100	۰/۲۹۷
P100	۰/۱

فرمول بدست آوردن طول الیاف برای هر یک از پخت ها : (نتایج کلاسه بندی در جدول ۲ آورده شده است)

Fiber Length (mm):

$$(F.L) = R_{14} \times (1/2 + R_{28}) \times (1/19 + R_{48}) \times (0/595 + R_{100}) \times (0/297 + P_{100}) \times 0/1 \div 10$$

جدول ۲ - نتایج کلاسه بندی الیاف خمیر آق‌طی

شماره پخت متغیر	1 کرافت	2 کرافت	3 سودا	4 سودا
C.S.F(ml)	۳۰۰	۳۰۰	۳۱۰	۳۱۰
R ₁₄ (%)	۰/۵	۰/۲	۰/۹	۰/۶
R ₂₈ (%)	۲/۱	۱/۶	۷/۱	۳/۷۵
R ₄₈ (%)	۳۴/۵	۳۴/۳	۴۲/۱	۴۱
R ₁₀₀ (%)	۴۰	۳۵/۵	۲۸/۱	۲۷
P ₁₀₀ (%)	۲۲/۹	۲۸/۴	۲۱/۸	۲۸/۲
F.L.(mm)	۰/۳۷۸	۰/۳۳	۰/۴۵۱	۰/۴۰۴

• CSF به تعداد دور برای پالایش هریک از خمیرهای پخت کرافت و سودا گویند.

بهترین نتایج کلاسه بندی از نظر شایوهای باقی مانده و طول الیاف را میتوان در پخت ۲ کرافت مشاهده کرد.

آماده سازی خمیر و ساخت هندشیت و تعیین خواص فیزیکی

از خمیرهای بدست آمده، درجه روانی اولیه توسط دستگاه CANADIAN STANDARD FREENESS TESTER(CSF) اندازه گیری شد و سپس برای حصول درجه روانی حدود 300 میلی لیتر، خمیر اولیه، توسط پالاینده مدل PFI-MILL پالایش گردید و برای ساخت کاغذ دست ساز آماده سازی شد. از خمیرهای آماده شده توسط دستگاه هندشیت ساز مدل Labtech 300 با گراماژ 60 (g/m²) کاغذ دست ساز ساخته و پس از خشك کردن در محیط آزمایشگاه (دمای ۲۷ °C و رطوبت حدود ۵۰%)، مقاومت های فیزیکی آنها اندازه گیری گردید که نتایج بدست آمده در جدول ۳ (صفحه ی ۸۲) نشان داده شده است.

تهیه سوسپانسیون :

برای تهیه یک هندشیت ، ۱/۲ گرم خمیر خشک از هر یک از پخت ها را با یک لیتر آب به صورت سوسپانسیون در آوردیم. پس برای ۱۰ هندشیت به طور کلی باید از ۱۰×۱/۲ گرم معادل ۱۲ گرم خمیر خشک به همراه ۱۲ لیتر آب، سوسپانسیون درست کرد.

* * *

دستگاه هندشیت سازی:

این دستگاه به شکل استوانه و دارای بشر الکتریکی است (شکل ۱-۹، ۲-۹، p68) که سوسپانسیونهای درست شده را در آن میریزند. محلول در این بشر به صورت یکنواخت ته نشین میشود و بعد از چند ثانیه، آب تخلیه میگردد و خمیر ته نشین شده، هندشیت ساخته میشود.



شکل (۲-۹) دستگاه Hand-sheet سازی (نمای باز دستگاه)



شکل (۱-۹) دستگاه hand-sheet سازی (نمای بسته ی دستگاه)



شکل (۹-۳) ته نشین شدن یکنواخت خمیر در دستگاه هندشیت ساز- محلول در این بشر به صورت یکنواخت ته نشین میشود و بعد از چند ثانیه، آب تخلیه میگردد و خمیر ته نشین شده، هندشیت ساخته میشود

پس از آنکه خمیر در دستگاه فوق ته نشین شد، آبیگیری اولیه توسط دستگاه هندشیت ساز انجام میشود.

شکل (۹-۳، ۹-۹، ۹-۶) (p69)



تا حدی خمیر خشک میگردد سپس هر کدام از هندشیت ها رابه مدت ۵-۲ دقیقه در دستگاه پرس قرار میدهیم تا بخوبی پرس شده و شکل آن ثابت بماند چراکه خمیر هنوز نرم است.

نکته: باید خمیر را لای چند کاغذ خشک کن قرار داد تا آبیگیری بهتر انجام شود.

شکل (۹-۴) دستگاه Hand-sheet ساز. در این دستگاه آبیگیری اولیه از خمیر انجام میشود.

دستگاه پرس:

پرس کاغذ، در این دستگاه در دو مرحله صورت میگیرد (شکل ۹-۶، p70) که فشار پرس دستگاه ۵۰ (پوند براینچ مربع) است، بر روی هر یک از sheet ها، صفحه ای آهنی قرار میدهم، زیرا دستگاه پرس دارای دو صفحه ی آهنربایی است. با این روش، برگه ها سریعتر و بهتر پرس میشوند (شکل ۹-۵، p70).



شکل (۹-۶) دستگاه پرس- دستگاه پرس دارای دو صفحه ی آهنربایی است. با این روش، برگه ها سریعتر و بهتر پرس میشوند.



شکل (۹-۵) دستگاه پرس. برای آگیری بیشتر، sheet را بین دو صفحه ی آهنی قرار داده، به دقت در دستگاه پرس میگذاریم.

پس از این مرحله، کاغذ های حاصل را مدت ۲۴ ساعت در رینگ (Ring) میگذاریم تا خشک شوند. (۹-۷، ۹-۷، p71) همانطور که در شکل (۸-۹) مشاهده میشود، رینگها باید کاملاً غالب کاغذ ها باشند تا کاغذ دچار تا خوردگی یا چروک نشده و صاف خشک گردد.



شکل (۸-۹) قراردادن کاغذ در Ring



شکل (۷-۹) کاغذها را به مدت ۲۴ ساعت در Ring میگذاریم.

بعد از ۲۴ ساعت که کاغذهای بدست آمده کاملاً خشک شدند، هرکدام را وزن کردیم تا گراماژ بدست آمده مشخص شود.

: (gr/m^2) * تعیین گراماژ کاغذ

$\times 10.000$ (وزن قطعه ی مورد نظر به گرم / ابعاد به سانتی متر مربع)

$\text{gr/m}^2 = 60 = \text{گراماژ کاغذ}$



شکل (۹-۹) Ring مخصوص قرار گرفتن کاغذ

* جرم واحد کاغذ که بر حسب گرم بر مترمربع بیان میشود. (اصطلاح گراماژ، منتخب سازمان استاندارد بین المللی است).



شکل (۹-۱۱) کاغذ حاصل از پخت کرافت



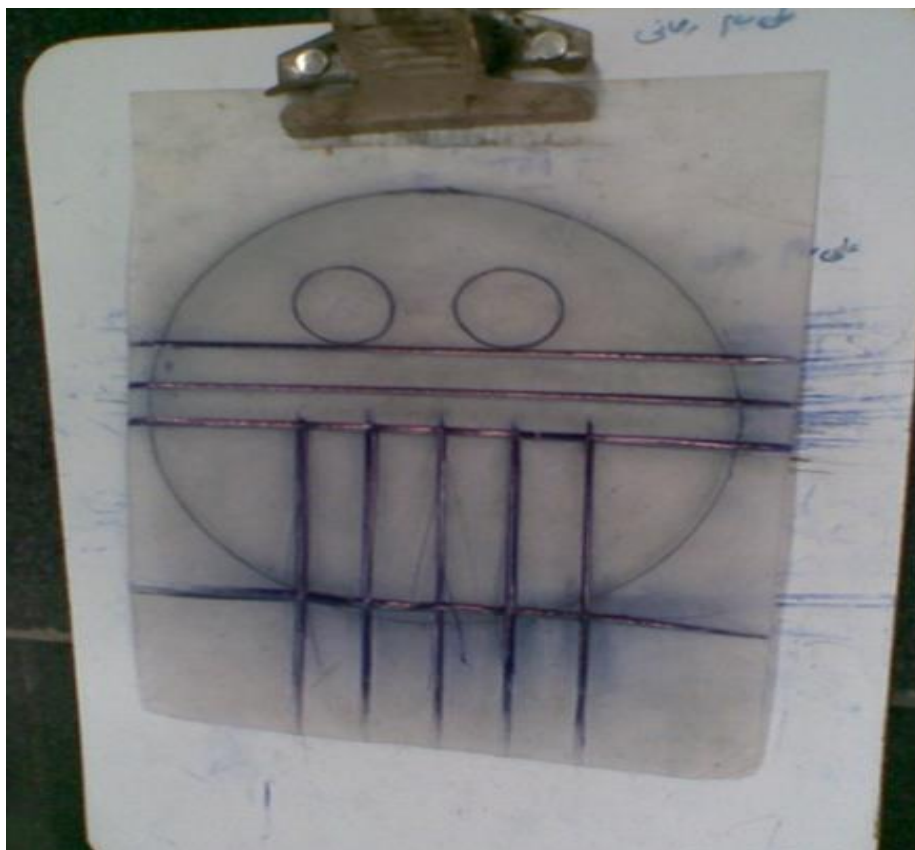
شکل (۹-۱۰) کاغذ حاصل از پخت سودا

شکل (۹-۱۰، صفحه ی ۷۲) پخت سودا و شکل (۹-۱۱، صفحه ی ۷۲) پخت کرافت را نشان میدهد. کاغذ حاصل از پخت سودا کمی روشنتر از کاغذ کرافت است. دلیل روشنتر شدن کاغذ سودا، لیگنین زدایی بیشتر خمیر سودا توسط مواد شیمیایی است. تیره بودن رنگ کاغذ های حاصل در این آزمایش به دلیل عدم لیگنین زدایی و رنگبری است که بطور معمول در صنعت کاغذ سازی انجام میشود. ولی با توجه به اینکه لیگنین زدایی آسیب به محیط زیست میرساند در این آزمایش از آن صرف نظر گردید.

پشت و روی کاغذ را میتوان با سطح صیقلی و زیر آن تشخیص داد. سطحی که صیقلی است (با فلز در تماس بوده است) پشت کاغذ است و قسمت رویی کاغذ، قسمت زبرتر آن است.

تعیین خواص فیزیکی کاغذ

در این فصل، به چگونگی تعیین خواص فیزیکی کاغذ پرداخته میشود. خواص فیزیکی کاغذ از روشهای متفاوتی بدست می آید که در این بخش ابتدا به نحوه ی عمل و سپس به نتیجه هر روش در جدول ۳ (صفحه ی ۸۲) اشاره میگردد.



شکل (۱۰-۱) الگوی برش کاغذ و تعیین خواص فیزیکی کاغذ بدست آمده از هر یک از پختها

برای تست فیزیکی کاغذ، از هر یک از چهار پخت، یک نمونه انتخاب کرده، از روی الگوی موجود برای برش کاغذ (شکل ۱۰-۱، p63)، آنها را برش میزنیم.

۱. تعیین مقاومت ترکیدگی کاغذ (Burst factor)

مقاومت ترکیدن کاغذ به مقاومت یک ورق کاغذ در برابر تغییر شکل دادن به وسیله ی یک پردهٔ پلاستیکی منبسط شونده را گویند (شکل ۲-۱۰، p74) که با اندازه گیری فشار هیدرولیکی در نقطه پارگی (ترکیدن) کاغذ تعیین میشود^{۱۳}. [11]

برشهای نیم دایره ی کاغذها برای این تست، بدلیل نحوه ی عملکرد دستگاه Bursting tester (شکل ۳-۱۰، p75) انتخاب میگردند. این روش در دو مرحله انجام میگردد:

Burst strength^{۱۳} (صفحه ی ۷۰) ----> بر حسب Kilo-Pascal

Burst factor^{۱۲} (g/m²) ---> (میانگین اعداد تست شده) $\times 10/19$ ÷ وزن پایه



شکل (۲-۱۰) با ایجاد حالت مکش توسط دستگاه، مقاومت ترکیدگی کاغذ تعیین میگردد.

9. The strength of a sheet, determined by dividing its bursting strength by its basis weight [12]

(معیاری از مقاومت کاغذ در برابر ترکیدن که مستقل از گراماژ است و اساسا با تقسیم مقاومت در برابر ترک خوری به گراماژ نمونه کاغذ محاسبه میشود).



شکل (۱۰-۳) دستگاه Bursting Factor برای تعیین مقاومت ترکیدگی کاغذ.

-
13. The maximum uniformly distributed pressure applied at right angles to its surface that a piece of paper will stand before it breaks under the condition defined in the standard test method. Sometimes called pop strength.[12]

۲. تعیین مقاومت کششی کاغذ (Tensile strength (Km)) :

مقاومت کششی نیروی لازم برای پاره کردن یک نوار باریک کاغذ هنگامی که طول نوار و سرعت بارگذاری هر دو به دقت مشخص شده است^{۱۴}. [11] در این روش کار به این صورت است که ابتدا عدد گراماژ مربوط به کاغذ را وارد دستگاه میکنیم (شکل ۴-۱۰، p77) و آن را برحسب Km میخوانیم. برشهای طولی کاغذها، که از روی الگوی برش، بدست آمده اند را در دستگاه قرار میدهیم. دستگاه، توسط بازوی خود، کاغذ را آنقدر میکشد تا در یک نقطه پاره شود. آنگاه عددی را که بر روی دستگاه بر حسب Km تعیین شده مشاهده می کنیم.

طول پارگی سنجشی است از مقاومت کششی کاغذ، مستقل از مقدار گرم آن. بعبارت دیگر، به طولی از یک نوار کاغذ میگویند که تحت تاثیر وزن خود زمانی که به حالت عمودی در دستگاه آویزان شود پاره خواهد شد. سپس با استفاده از مقاومت کششی و گراماژ کاغذ محاسبه میشود^{۱۵}. [11].

14. The resistance property of a sheet to pull or stress produced by tension. It is expressed as force per. Unit width of a sample by applying and measuring the tension force.[12]

15. The evaluating limiting length of a strip of paper or board of any uniform width beyond which, if such a strip were suspended by one end, it could break by its own weight. Its value is evaluated from the tensile strength and the basis weight of the sheet in expressing paper and pulp testing results.[12]



شکل (۴-۱۰) دستگاه تعیین مقاومت کششی (tensile strength) -برشهای طولی کاغذها، که از روی الگوی برش، بدست آمده اند را در دستگاه قرار میگیرد. دستگاه، توسط بازوی خود، کاغذ را آنقدر میکشد تا در یک نقطه پاره شود. آنگاه عددی بر روی دستگاه بر حسب Km مشاهده میشود.

۳. تعیین مقاومت پارگی کاغذ (Tear strength):

در این آزمایش (شکل ۱۰-۵، ۱۰-۶، p78) قطعات کاغذ را ۴ لایه کرده در دستگاه قرار می‌دهیم. بدین صورت که از هر کاغذ، ۴ برش طولی انتخاب و در دستگاه می‌گذاریم. دستگاه نیرویی که برای پاره کردن این کاغذها به کار می‌برد را بر حسب میلی نیوتن، نشان می‌دهد. سپس این عدد را در فرمول قرار می‌دهیم.

$\text{Tear Factor} = \text{گراماژ کاغذ مورد نظر} \times 100 \text{ (g/gsm)}$



شکل (۱۰-۵) قرار دادن کاغذهای با برشهای طولی در دستگاه

شکل (۱۰-۶) دستگاه تعیین مقاومت پارگی کاغذ (tear strength tester)

۴. تعیین مقاومت تاخوردگی کاغذ (folding endurance):

این آزمایش قابلیت تعداد دفعاتی که یک نوار کاغذ، تحت تاثیر نیروی کشش معین، بدون پاره شده میتواند تاخوردگی را تحمل کند بررسی میکند¹⁶ [11]. این نیرو بر روی کاغذ توسط حرکات چپ و راست بازوی دستگاه انجام میشود. دستگاه نیرویی معادل یک کیلوگرم به کار میبرد تا کاغذ را چندین بار تا کند. (شکل ۷-۱۰، p 79)



شکل (۷-۱۰) دستگاه تعیین مقاومت تاشویی کاغذ (folding endurance tester) - این نیرو بر روی کاغذ توسط حرکات چپ و راست بازوی دستگاه انجام میشود. دستگاه نیرویی معادل یک کیلوگرم به کار میبرد تا کاغذ را چندین بار تا کند

16. Refers to the abilities of paper or paper board to withstand repeated bending and folding with a minimum of damage. [12]

۵. تعیین شفافیت کاغذ (Brightness):

در تعیین شفافیت کاغذ، قابلیت بازتابش نوری با طول موج معین (۴۵۷ نانومتر) به وسیله ی یک نمونه ی کاغذ که عموماً به عنوان معیاری از سفیدی کاغذ محسوب میشود، بررسی میشود¹⁷ [11].

چند برگ از نمونه ی کاغذ مورد نظر را از بالا به پائین زیرورو کرده در دستگاه Brightness قرار میدهیم و میانگین میگیریم. (شکل ۸-۱۰، p80)



شکل (۸-۱۰) دستگاه تعیین شفافیت کاغذ (brightness tester)- چند برگ از نمونه ی کاغذ مورد نظر را از بالا به پائین زیرورو کرده و برای گرفتن در دستگاه Brightness قرار داده میشود.

17. A measure of the degree of reflectivity of a sheet of pulp or paper for a blue light measured under specified standard conditions. [12]

۶. تعیین مقاومت لبه ی کاغذ (Ring crush) :

در تعیین مقاومت لبه ی کاغذ، مقاومت یک استوانه کوتاه کاغذ (یک نوار آزمایش خم شده و فرو برده شده در یک حلقه) در برابر فشار تراکمی موازی با محور حلقه بررسی میشود¹⁸.

[11]

در دستگاه مورد این آزمایش، صفحه ی نشان دهنده ی نیروی دستگاه (شکل ۹-۱۰، p81) دارای ۲ عقربه بزرگ و کوچک است. یک دور عقربه ی بزرگ برابر با ۱۰N، معادل یک درجه ی عقربه ی کوچک است. بنابراین دور کامل را از عقربه ی کوچک و دور ناتمام را از عقربه ی بزرگ می خوانیم، سپس هر دو را جمع کرده و نیروی کل را حساب میکنیم.



شکل (۹-۱۰) دستگاه تعیین مقاومت لبه ی کاغذ

-
18. The ability of paper and paper board, made up into cylinders, to withstand deformation force applied to the edge. Also called ring stiffness. [12]

نتایج حاصل از تست فیزیکی کاغذهای دو پخت سودا و کرافتو مقایسه آن با گیاه بامبو و سویا به شرح زیر است:

جدول ۳ . خواص فیزیکی (Hand-sheet) خمیر آقطی

شماره خواص	۱(کرافت)	۲(کرافت)	۳(سودا)	۴(سودا)	خواص کاغذ تهیه شده از پخت کرافت گیاه سویا	خواص کاغذ تهیه شده از پخت کرافت گیاه بامبو
Burst factor	۲۴	۲۹	۱۶/۸	۲۰/۷	۱۵	۱۷
Breaking length(km)	۳/۷۲۱	۴/۷۰۵	۲/۷۰۱	۳/۲۶۸	-	-
Tear factor	۵۲/۶	۶۷/۱	۴۵/۲	۵۱/۳	۷۰	۶۲
Folding Endurance	۱۰	۱۳	۳	۵	۴	۱۰
Brightness(%iso)	۷/۱	۸	۹/۱	۱۰/۶	-	-
Ring crush(Kgf)	۰/۲	۰/۲۳	۰/۲۵	۰/۳	-	-
C.M.T(kg/cm ²)	۵۸	۶۰	۵۸	۴۳	-	-

نکته: در پخت سودا، با آنکه از مواد شیمیایی بیشتری نسبت به کرافت استفاده شده است، اما کاغذ حاصل روشنتر از کاغذ نمونه ای کرافت است. پخت کرافت گونه ی آقطی در مقایسه با گونه ی گیاهی سویا و بامبواز مقاومت تاشدگی و ترکیدگی بیشتری برخوردار است، اما مقاومت پارشدگی آن کم است. لذا همانند گیاه بامبو، پخت کرافت گیاه آقطی میتواند برای کاغذ کنگره ای

استفاده شود. نتایج جدول فوق در فصل یازدهم مورد بحث قرار گرفته است.

بحث و نتیجه گیری

بحث و نتیجه گیری

گونه آق‌طی سیاه دارای بالک دانسیته ۱۷۷ کیلو گرم بر مترمکعب و سبک می باشد و به سهولت خرد می‌گردد. علیرغم اینکه گونه غیر چوبی است، بدلیل داشتن لیگنین بالا و احتمالاً مواد استخراج شونده بالا، به‌سهولت پخت نمی شود و حتی با C/W نسبتاً بالا خمیرهایی با عدد کاپای نسبتاً بالا بدست می آید. با شرایط پخت شده در آزمایشهای فوق با توجه به راندمان کار، خمیر های به نسبت خوب بدست آمده است که اگر بخواهیم از نظر عدد کاپا و مقاومت فیزیکی هندشیت ها نتایج قابل مقایسه با خمیر و کاغذ چوبی بدست آوریم، نیاز مند پخت با شرایط شدید تر (C/W) نسبتاً بالایی باید بکار ببریم که در آن صورت راندمان خمیر سازی نسبتاً افت خواهد کرد. نتایج بدست آمده می تواند راهنمای خوبی جهت بررسی های بیشتر در این زمینه باشد. در هر صورت با توجه به همه نتایج می توان از این گونه خمیر کاغذ فلوتینگ^۹ با راندمان و کیفیت نسبتاً مطلوب بدست آورد.

الف (همانطوریکه در جدول شماره ۱ مشاهده گردید با $C/W\%$ ۱۱ و ۱۳) در پخت کرافت (خمیری بترتیب با عدد کاپای ۱۶۷ و ۱۳۶ بدست می آید. که در این صورت راندمان خمیرها نیز بترتیب ۵۹/۵ تا ۵۱/۵ خواهد بود. در پخت سودا نیز با $C/W\%$ ۱۲ و ۱۵ عدد کاپا به ترتیب ۲۰۰ و ۱۷۹ و راندمان خمیر ۶۴ و ۶۲ می باشد .

ب) درجه پخت خمیر (کاپا) نسبت به گونه های مخلوط جنگلی بالاتر بوده و حتی با افزایش $C/W\%$ به ۱۳ به زیر ۱۳۰ هم نرسیده است در حالی که گونه های چوبی جنگلی در شرایط پخت مشابه، دارای کاپای حدود ۷۰-۸۰ خواهند بود که در نتیجه میتوان از این گونه برای تولید کاغذ های فلوتینگ جهت لایه های میانی کاغذ استفاده نمود.

۱۹. کاغذ فلوتینگ به طور عمودی برای افزایش سفتی و مقاومت به ضربه ها در بین لایه های کارتن و یا مقوا قرار می گیرد. [13]

پ) با شرایط پخت فوق (محدوده کرافت) مقاومت کاغذهای تولید شده از گیاه آقطی در مقایسه با گونه های نیمه خشبی دیگر تا حدی مطلوب می باشد. ولی بدلیل کاپای بالا الیاف آن شکننده بوده و مقاومت کاغذها خیلی بالا نیست. برای حصول مقاومت بالا نیازمند پخت با مواد شیمیایی (C/W) نسبتاً بالا نیاز می باشد. که می تواند مورد بررسی قرار گیرد. در ضمن در پخت کرافت بدلیل رنگ تیره خمیر، شفافیت کاغذ تولیدی از آن پایین بوده است (حدود ۷) ولی در پخت سودا علیرغم کاپای بالاتر، کاغذ از شفافیت بیشتری برخوردار بوده، روشنی کاغذ ۱۰/۶ می باشد.

ت) همانطوریکه در جدول شماره ۲ مشاهده می گردد، با افزایش میزان مواد شیمیایی (در پخت شماره ۳)، مقاومت های فیزیکی کاغذ افزایش یافته ولی در ازای آن، راندمان خمیر کاهش یافته است با افزایش بیشتر مواد شیمیایی، راندمان بخصوص در پخت کرافت کاهش بیشتری داشته و به زیر ۴۵ میرسد و مصرف مواد شیمیایی نیز افزایش می یابد این از نظر اقتصادی به صرفه نخواهد بود. نتیجتاً پخت کرافت با ۱۳ C/W%، شرایط نسبتاً مطلوب برای پخت این گونه می باشد.

ث) بر اساس نتایج بدست آمده، طول الیاف در پخت سودا از کرافت بیشتر است. در نتیجه کاغذ کرافت مقاومت بیشتری نسبت به سودا نشان میدهد. این در حالیست که کاغذ سودا الیاف ضخیمتری دارد.

ج) طبق تجربه شخصی، بر اساس نتایج بدست آمده، اگر خمیر کاغذسازی گیاه آقطی به همراه گونه ی دیگر گیاهی مانند بامبو و یا کاه برنج تهیه و مورد بررسی قرار گیرد میتواند بسیاری از ضعف های خواص فیزیکی کاغذ حاصل برطرف شده و از لحاظ کیفی کاغذ بهتری بدست آورد. این روند میتواند با ترکیب گونه های دیگر گیاهی نیز انجام شود.

چ) میتوان برای تهیه کاغذ مناسب و حتی کاغذ روزنامه و یا پاکت، حدود ۱۰ درصد از خمیر صنعتی را از خمیر گیاه آقطی در نظر گرفت. زیرا نتایج کاغذ حاصل از گیاه آقطی بسیار

نزدیک به کاغذ تهیه شده از گیاه نخل است. بدین ترتیب از لحاظ اقتصادی، در ساخت کاغذ صرفه جویی خواهد شد.

References:

1. Available in ۱۶ آبان ۱۳۸۷. سایت رسمی کارخانه ی چوب و کاغذ تالش (چوکا) [بازیابی شده در تاریخ 1390/6/15] <http://www.Chuka.net/About.htm>
2. Dr. Karimi. Hadi. (2006). Dictionary of Iran's vegetarian (plants). Vol2. Publisher; Prcham. Tehran. pages 398-399
3. Dr. Karimi. Hadi. (2002). Dictionary of Iran's vegetarian (part 1; genus and species-part2; family). Publisher; Parcham. Tehran.
4. Dr. Karimi. Hadi. (2006). Dictionary of Iran's vegetarian (plants). Vol3. Publisher; Prcham. Tehran. pages 300-301
5. Wikipedia. ۱۳۸۸. سایت فارسی [بازیابی شده در تاریخ 1390/6/15] http://www.Fa.wikipedia.org/wiki/آقَطی_سیاه
6. Smook, G.A. Pulp and paper dictionary. Vol1. translation by Dr.Ahmad.Mirshokrai. Publisher; Payam Nour University.
7. Roger M. Rowell, Raymond A. Young, Judith K. Rowell. (۱۹۴۵). Paper and composites from Agro-Based Resources. Translation by; Dr.Mahdi faezipour, Alireza Kabourani, Davoud Parsapajouh (2001). Publisher; Tehran University. Tehran, page316
8. Patel, R.J., Angadujavar, C.S., and Y.S. (1985), Non-wood fiber plants for papermaking, Non-Wood Plant Fiber Pulping, prog. Rept. No. 15, TAPPI press, Atlanta, page77

9. Alcaide, L.J., Baldovin, F.L., and Herranz, J.L.F. (1993), Evaluation of agricultural residues for paper manufacture. page 76-169.
10. Dr. Manzorolajdad. Mahdi. Special dictionary of pulp and paper.

References continued ...

11. Smook, G.A. Pulp and paper dictionary. Vol 2. translation by Dr. Ahmad. Mirshokrai. Publisher; Payam Nour University.
12. John, R. LAVIGNE. Pulp and paper dictionary. Miller freeman publication.
13. Roger M. Rowell, Raymond A. Young, Judith K. Rowell. (۱۹۴۵). Paper and composites from Agro-Based Resources. Translation by; Dr. Mahdi faezipour, Alireza Kabourani, Davoud Parsapajouh (2001). Publisher; Tehran University. Tehran. Page 454