

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
دانشکده منابع طبیعی

عنوان:

اثر اختلاط گونه‌ها بر ویژگیهای خمیر کاغذ شیمیایی - مکانیکی

پایان نامه جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد (M.Sc) در رشته صنایع خمیر و کاغذ

استاد راهنما:

دکتر سید مجید ذبیح زاده

استاد مشاور:

دکتر قاسم اسدپور اتوئی

مهندس علی برزن

پژوهش و نگارش:

مجتبی گلی

سپاسگزاری

سپاس خدایی که سخنوران درستودن آن بمانند و شمارندگان نعمت های او ندانند و کوشندگان حق او را گذاردن نتوانند. خدای که پای اندیشه تیزگام درراه شنا سایی اوسنگ است و صفت های او تعریف نشدنی و به وصف نیامدنی دروقت نا گنجیدنی و به زمانی مخصوص نا بودنی است.

هرچند واژه ها را یارای آن نیست که لطف، محبت و بزرگواری کسانی که درتمام دوران زندگیم جرعه نوش دریای مهر محبتشان بوده ام به تصویر بکشد، به رسم ادب احترام، بوسه بردستان زده و بر خود واجب می دانم زحمات و ارشادات کلیه اساتید بزرگوام را ارج نهاده و مراتب تشکر قلبی و باطنی خویش را از الطاف و مهربانی های آنها ابراز نمائیم.

از همسر مهربانم به پاس محبت های بی دریغشان که هرگز فروکش نمیکند و همچنین دختر نازنینم بی نهایت سپاسگزارم.

از زحمات، راهنماهای ارزشمند استاد گرانقدرم جناب آقای دکتر مجید ذبیح زاده که با راهنمایی ها و نظرات گوهر بار خود راهگشای اینجانب بوده اند. کمال تشکر را دارم. انجام این پژوهش بدون کمک فکری، همکاری همدلی این استاد متواضع و اندیشمند غیرممکن می نمود و همنشینی شاگردی ایشان را که از بزرگترین افتخارات زندگی من می باشد، منت دار محبت های کارساز مهربان هستم.

بر خود میدانم که از زحمات بی دریغ و مشاورت های ارزشمند استاد گرامی جناب آقای دکتر اسدپور که با نظرات شیوا و راه گشایشان بر غنای علمی این تحقیق افزودند، قدردانی و حق شناسی نمایم. از مشاور ارجمندم جناب آقای مهندس برزن مدیریت محترم تولید چوب کاغذ مازندران که در طول انجام این پژوهش از هم فکریشان بهره بردم نهایت سپاس و تشکر را دارم.

از اساتید گرامی سرکار خانم دکتر قربانی و جناب آقای دکتر نظر نژاد که زحمت داوری این پایان نامه را تقبل نمودند از صمیم قلب سپاسگزارم.

از نماینده محترم تحصیلات تکمیلی جناب آقای دکتر حیدری نهایت تشکر را دارم.

در پایان بر خود لازم می دانم از عزایانی که در انجام این پروژه مرا یاری رساندند. سرکار خانم مهندس سورکی آزاد، دستوریان و بوانقی، آقایان مهندس اکبری، منقولی، پناه، حبیبی، آزادی، سلطانی، اندراژی، نوحی و ناصحی و دوستان و همکاران عزیز آقایان ادهمی، قدمی، کوچکی، اسلامی، رضی، فهروندی و صمیمانه سپاسگزاری کرده و از خدای کریم پاداش درخور کرم خویش برای آنان مسلت نمایم.

مجتبی گلی

بهمن 1391

تقدیم به:

روح گرانقدر پدر بزرگوارم:

که اسطوره تلاش و کوشش بود و درس زندگی را به من آموخت.

مادر عزیز و مهربانم:

که در تمامی مراحل زندگی همچون کوهی استوار حامی من بود.

همسر مهربانم:

که معنای حقیقی از خود گذشتگی و ایثار را به من آموخت.

دختر نازنینم:

که وجودش روشنی بخش کانون زندگی ام است.

..... و تمامی انسان هایی که در دل و جان آدمیان نفوذ می کنند و نام

نیکشان بر سر زبان ها جاری و یادشان تا ابد در دل ها ماندگار است.

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
	فصل اول
2	1- کلیات.....
2	1-1- مقدمه.....
2	1- 2- روش‌های تهیه خمیر کاغذ.....
2	1-2-1- خمیر کاغذهای مکانیکی.....
3	1-2-2-1- خمیر کاغذ شیمیایی.....
5	1-2-3-1- خمیر کاغذ شیمیایی - مکانیکی.....
6	1-3-2-1- دلایل استفاده از خمیر کاغذ شیمیایی - مکانیکی.....
7	1-3-3-1- پساب کاغذسازی.....
7	1-3-1- اکسیژن خواهی زیستی (BOD).....
8	1-3-2-1- اکسیژن خواهی شیمیایی (COD).....
8	1-3-3-1- منابع آلاینده و اثرات زیست- محیطی پساب های کاغذسازی.....
12	1-4-1- شرکت چوب کاغذ مازندران.....
12	1-4-1-1- واحد تولید خمیر کاغذ روزنامه و چاپ تحریر.....
15	1-4-2-1- واحد تصفیه پساب.....

17 5-1- فرضیه‌های پژوهش

17 6-1- هدف‌های پژوهش

فصل دوم

2- بررسی پیشینه تحقیق

20 1-2- ویژگی‌های خمیر کاغذ و کاغذ

22 2-2- پساب کاغذ سازی

فصل سوم

25 3- مواد و روش‌ها

25 1-3- نمونه برداری

25 2-3- اندازه گیری ابعاد الیاف

25 3-3- تعیین بازده الیاف

25 4-3- محاسبه ضرایب کاغذسازی الیاف

26 5-3- آنالیز شیمیایی

26 6-3- تهیه تصویر با میکروسکوپ نوری

27 7-3- شستشوی خرده چوب‌ها

27 8-3- تعیین مقدار رطوبت خرده چوب‌ها

27 9-3- پخت خرده چوب‌ها

28 10-3- تعیین بازده خمیر کاغذ

- 11-3- تعیین درجه روانی خمیر کاغذ..... 29
- 12-3- پالایش خمیر کاغذ..... 29
- 13-3- رنگبری خمیر کاغذ 29
- 14-3- تهیه کاغذ دست ساز..... 31
- 15-3- اندازه گیری خواص کاغذ..... 31
- 1-15-3- اندازه گیری خواص مقاومتی کاغذ..... 31
- 1-1-15-3- شاخص مقاومت در برابر مقاومت کشش..... 31
- 2-1-15-3- شاخص مقاومت در برابر ترکیدن..... 32
- 3-1-15-3- شاخص مقاومت در برابر پاره شدن 32
- 2-15-3- اندازه گیری ویژگی های نوری 32
- 16-3- تعیین شاخص های پساب..... 33
- 1-16-3- تعیین pH..... 33
- 2-16-3- اندازه گیری BOD..... 33
- 3-16-3- اندازه گیری COD..... 34
- 4-16-3- تعیین رنگ..... 34

فصل چهارم

- 4- نتایج..... 36

- 36.....1-4 بیومتری وریخت شناسی الیاف
- 45.....2-4 ترکیبات شیمیایی
- 46.....3-4 بازده پخت
- 46.....4-4 ویژگی های کاغذ
- 46.....1-4-4 شاخص مقاومت در برابر کشش
- 47.....2-4-4 شاخص مقاومت در برابر ترکیدن
- 49.....3-4-4 شاخص مقاومت در برابر پاره شدن
- 50.....4-4-4 درجه روشنی کاغذ
- 51.....5-4-4 ماتی کاغذ
- 52.....5-4 ارزیابی پساب
- 52.....1-5-4 پساب شستشوی خرده چوب ها
- 55.....2-5-4 پساب مایع پخت سیاه
- 58.....3-5-4 پساب رنگبری خمیر کاغذ

فصل پنجم

- 63.....5 بحث
- 63.....1-5 بیومتری الیاف
- 64.....2-5 آنالیز شیمیایی

- 65.....3-5-ویژگی های مقاومتی ونوری کاغذ.....
- 65.....1-3-5- شاخص مقاومت در برابر مقاومت کشش کاغذ.....
- 66.....2-3-5- شاخص مقاومت در برابر ترکیدن کاغذ.....
- 66.....3-3-5- شاخص مقاومت در برابر پاره شدن کاغذ.....
- 66.....4-3-5- درجه روشنی کاغذ.....
- 67.....5-3-5- ماتی کاغذ.....
- 67.....4-5- پساب شستشوی خرده چوب ورنگیری خمیر کاغذ.....
- 68.....PH-1-4-5.....
- 68.....2-4-5- رنگ پساب.....
- 69.....3-4-5- اکسیژن خواهی زیستی.....
- 69.....4-4-5- اکسیژن خواهی شیمیایی.....
- 70.....5-4-5- قابلیت تجزیه زیستی.....
- 71.....5-5- نتیجه گیری.....
- 71.....6-5- پیشنهادها.....
- 72.....منابع و مآخذ.....

فهرست جداول

صفحه	عنوان
3	جدول 1-1 مقایسه فرایندهای خمیر کاغذسازی مختلف
28	جدول 1-3 نسبت اختلاط گونه هاوزمان پخت
36	جدول 1-4 میانگین ابعاد و بازده الیاف
36	جدول 2-4 میانگین ضرایب کاغذسازی
45	جدول 3-4 آنالیز شیمیایی الیاف
46	جدول 4-4 میانگین بازده خمیر کاغذ

فهرست اشکال

صفحه	عنوان
37	شکل 1-4 پراکنش طول الیاف گونه راش.....
38	شکل 2-4 پراکنش طول الیاف گونه توسکا.....
38	شکل 3-4 پراکنش الیاف گونه افرا.....
39	شکل 4-4 پراکنش طول الیاف گونه ممرز.....
39	شکل 5-4 پراکنش طول الیاف گونه کلهو.....
40	شکل 6-4 پراکنش طول الیاف گونه بلوط.....
40	شکل 7-4 پراکنش طول الیاف گونه صنوبر.....
41	شکل 8-4 پراکنش طول الیاف گونه بید.....
41	شکل 9-4 تصویر میکروسکوپی الیاف راش.....
42	شکل 10-4 تصویر میکروسکوپی الیاف توسکا.....
42	شکل 11-4 تصویر میکروسکوپی الیاف افرا.....
43	شکل 12-4 تصویر میکروسکوپی الیاف ممرز.....

- شکل 4-13 تصویر میکروسکوپی الیاف کلهو 43
- شکل 4-14 تصویر میکروسکوپی الیاف بلوط 44
- شکل 4-15 تصویر میکروسکوپی الیاف صنوبر 44
- شکل 4-16 تصویر میکروسکوپی الیاف بید 45
- شکل 4-17 شاخص مقاومت در برابر کشش کاغذ قبل از رنگبری 46
- شکل 4-18 شاخص مقاومت در برابر کششی کاغذ بعد از رنگبری 47
- شکل 4-19 شاخص مقاومت در برابر ترکیدن کاغذ قبل از رنگبری 48
- شکل 4-20 شاخص مقاومت در برابر ترکیدن کاغذ بعد از رنگبری 48
- شکل 4-21 شاخص مقاومت در برابر پاره شدن کاغذ قبل از رنگبری 49
- شکل 4-22 شاخص مقاومت در برابر پاره شدن کاغذ بعد از رنگبری 49
- شکل 4-23 درجه روشنی کاغذ قبل از رنگبری 50
- شکل 4-24 درجه روشنی کاغذ بعد از رنگبری 51
- شکل 4-25 ماتی کاغذ قبل از رنگبری 51

- شکل 4-26 ماتی کاغذ بعد از رنگبری 52
- شکل 4-27 پساب شستشوی خرده چوب ها 53
- شکل 4-28 پساب شستشوی خرده چوب ها 53
- شکل 4-29 پساب شستشوی خرده چوب ها 54
- شکل 4-30 رنگ پساب شستشوی ترکیب خرده چوب ها 54
- شکل 4-31 پساب شستشوی خرده چوب ها 55
- شکل 4-32 مایع پخت سیاه 56
- شکل 4-33 رنگ مایع پخت سیاه 56
- شکل 4-34 مایع پخت سیاه 57
- شکل 4-35 مایع پخت سیاه 57
- شکل 4-36 مایع پخت سیاه 58
- شکل 4-37 پساب رنگبری خمیر کاغذ 58
- شکل 4-38 پساب رنگبری خمیر کاغذ 59

صفحه

عنوان

شکل 4-39 COD پساب رنگبری خمیر کاغذ 60

شکل 4-40 رنگ پساب رنگبری خمیر کاغذ 60

شکل 4-41 BOD/COD پساب رنگبری خمیرهای مختلف 61

چکیده

این تحقیق با هدف امکان سنجی جایگزینی بخشی از چوب‌های راش و ممرز در تولید خمیر کاغذ شیمیایی/مکانیکی کارخانه چوب و کاغذ مازندران با گونه‌های جنگلی و غیرجنگلی صورت پذیرفت. نتایج اندازه گیری ابعاد و بازده الیاف گونه های مورد استفاده نشان داد که ممرز دارای بیشترین طول فیبر و کلهو دارای بیشترین بازده فیبر است. نتایج آنالیز شیمیایی گونه‌ها نشان داد که صنوبر حاوی بیشترین مقدار سلولز و کمترین مقدار مواد استخراجی است. بیشترین و کمترین مقدار لیگنین به ترتیب برای گونه ممرز و گونه بلوط بدست آمد. تهیه خمیر کاغذ از ترکیب گونه‌ها در قالب نه تیمار انجام شد. شرایط پخت شامل نسبت مایع به خرده چوب 5 به 1 در دمای 170 درجه سانتی‌گراد برای زمان های متفاوت (30-120 دقیقه) به منظور دستیابی به بازده مورد نظر کارخانه (85 درصد) بود. نتایج ارزیابی خواص مقاومتی و نوری کاغذ قبل و بعد از عمل رنگبری خمیر کاغذ نشان داد که بهترین ترکیب گونه‌ها از نظر خواص مقاومتی و درجه روشنی مربوط به تیمارهایی بود که گونه صنوبر در آن‌ها با درصدهای بالا وجود داشت. بیشترین مقدار مقاومت در برابر پاره شدن نیز در در تیمار حاوی 40 درصد صنوبر در ترکیب با 15 درصد راش و 45 درصد ممرز بدست آمد. بعلاوه، ماتی کاغذ با افزایش مقدار گونه افرا (تا میزان 40 درصد) و کاهش مقدار صنوبر (تا میزان 20 درصد) بهبود یافت. نتایج آنالیز پساب شستشوی خرده چوب ها نشان داد که با افزایش مقدار صنوبر در ترکیب گونه ها رنگ، اکسیژن خواهی شیمیایی و اکسیژن خواهی زیستی کاهش ولی pH و نسبت **BOD/COD** افزایش می یابد. پساب حاصل از رنگبری خمیر کاغذ نیز رفتاری مشابه پساب شستشوی خرده چوب نشان داد.

واژگان کلیدی : خمیر شیمیایی مکانیکی، رنگبری، اکسیژن خواهی زیستی، اکسیژن خواهی شیمیایی، بازده.

فصل اول

کلیات

1- کلیات

1-1- مقدمه

کارخانه چوب و کاغذ مازندران به منظور تولید سالیانه 90 هزار تن کاغذ فلوتینگ 52 هزار تن کاغذ روزنامه و 33000 تن کاغذ چاپ تحریر طراحی شده است. مصرف سالیانه انواع چوب‌های جنگلی مجتمع در تولید ظرفیت اسمی به مقدار 435 هزار مترمکعب است که 180 هزار متر مکعب آن از 124 هزار جنگل اختصاص داده شده به صنایع چوب کاغذ مازندران حوزه تالار و تجن و هراز و بقیه از سایر جنگل‌های شمال کشور و گونه‌های باغی تامین می‌شود. مقدار متوسط مصرف روزانه آب فرآیندی و بهداشتی کل مجتمع 28500 مترمکعب در روز است که این مقدار آب از رودخانه تجن و درموارد اضطراری از 6 حلقه چاه حفر شده برداشت می‌شود. مقدار پساب صنعتی روزانه مجتمع 16500 متر مکعب در روز است که بعد از تصفیه مکانیکی و زیستی با شرایط استاندارد محیط زیست وارد رودخانه تجن می‌گردد.

2-1- روش‌های تهیه خمیر کاغذ

از نظر علمی و نظری، هر گونه مواد لیفی طبیعی را می‌توان برای ساخت کاغذ مورد استفاده قرار داد ولی آزمایش‌ها نشان داده اند که به کارگیری تعداد اندکی از آن‌ها عملی می‌باشد. چوب با اختلاف زیاد در مقایسه با سایر مواد، مهمترین منبع فیبر کاغذسازی می‌باشد. فرآیندهای خمیر کاغذسازی را می‌توان به سه دسته مکانیکی، شیمیایی و نیمه شیمیایی طبقه بندی نمود.

جدول 1-3: مقایسه فرایندهای خمیر کاغذسازی مختلف

مقاومت نسبی	بازده (درصد)	گونه های چوبی	کل تولید (درصد)	فرآیندهای خمیر کاغذ سازی
100	40-50	همه گونه ها	80	شیمیایی (کرافت)
50-70	65 -85	پهن برگان	9	نیمه شیمیایی
30	85 -95	سوزنی برگان	11	مکانیکی

(اسکات¹، 1385)1-2-1- خمیر کاغذهای مکانیکی²

روش های مکانیکی تواید خمیر کاغذ عبارتند از:

خمیر کاغذ سنگ آسیابی: قدیمی ترین فرآیند خمیر کاغذسازی مکانیکی، فرآیند سنگ آسیاب می باشد.

در این فرآیند گرده بینه از طول بر روی سنگ آسیاب زبر و خشن در حال گردش با سرعت پیرامونی

1000 تا 1200 متر در هر دقیقه تحت فشار قرار می گیرد (اسکات، 1385).

خمیر کاغذ مکانیکی پالایشی: در این فرآیند خرده چوبها بین صفحات پالایشگر آسیاب می شوند.

(اسکات، 1385).

¹. Scott

². Mechanical pulp

خمیر کاغذ گرمایی - مکانیکی: خمیر کاغذسازی به روش گرمایی مکانیکی (TMP) شکل تغییر یافته از روش RMP است که برای تولید کاغذ روزنامه با مقاومت در برابر پاره شدن زیاد به کار می‌رود. این روش شامل پیش بخاردهی ماده خام به مدت کوتاه پیش از پالایش و در جریان پالایش است. با عمل بخاردهی، خرده چوب‌ها نرم می‌شوند و خمیر کاغذ حاصل درصد بیشتری الیاف بلند دارد. این الیاف خمیری با خواص مقاومتری بهتر از SGW یا RMP تولید می‌کنند. (اسموک¹، 1387).

1-2-2-2- خمیر کاغذ شیمیایی²

معروف‌ترین روش‌های خمیر کاغذسازی شیمیایی عبارتند از: سودا، سولفیت و سولفات (کرافت).

فرآیند سودا: اولین فرآیند شیمیایی است که در سال 1851 توسط هوگبورگس در انگلستان اختراع شد. در این فرآیند از سود سوزآور استفاده می‌شود. این فرآیند امروزه برای چوب کمتر استفاده می‌شود (اسموک، 1387).

فرآیند سولفیت: در فرآیند سولفیت، برای تخریب و انحلال پذیر کردن لیگنین از مخلوطی از اسید سولفور و H_2SO_3 و یون بی سولفیت HSO_3^- استفاده می‌شود. در این روش، مکانیسم تاثیر شیمیایی به گونه‌ای است که لیگنین با ساختار مولکولی نسبتاً تغییر یافته، به صورت نمک‌های اسید لیگنوسولفونیک خارج می‌شود. یون مثبت همراه با یون بی سولفیت می‌تواند یون کلسیم، منیزیم، سدیم یا آمونیم باشد (اسموک، 1387).

فرآیند کرافت: در فرآیند کرافت خرده چوب‌ها در محلولی از هیدروکسید سدیم و سولفید سدیم پخته می‌شوند قلیا سبب تخریب مولکول‌های لیگنین و تبدیل آن به مولکول‌های کوچکتر می‌شود که به

¹. Smook

². Chemical Pulp

صورت نمک سدیم در مایع پخت حل می شوند و خمیر کاغذ رنگبری نشده بسیار تیره رنگ (قهوه ای) است (اسموک، 1387).

1-2-3- خمیر کاغذ شیمیایی/مکانیکی¹

فرآیند شیمیایی/مکانیکی (CMP) هم برای سوزنی برگان و هم برای پهن برگان بکار می رود. خمیرهای تولید شده به حد کافی محکم هستند و به تنهایی و یا بصورت جایگزین با بخشی از خمیرهای شیمیایی بکار می روند. از سال 1970 به بعد فعالیت های گسترده ای در کانادا برای تولید یک خمیربازده بالا و استفاده از آن بجای خمیر سولفیت برای تهیه ی کاغذ روزنامه انجام شد تا سرانجام خمیرهای شیمیایی/مکانیکی مناسب شناخته شدند. در این فرآیند ابتدا خرده چوب ها در دمای بالای 100 درجه سانتی گراد با مواد شیمیایی تیمار شده و سپس تحت فشار اتمسفر پالایش می شوند. ماده ی شیمیایی پخت شامل سولفیت سدیم و یا ترکیبی از این ماده و سود است و خمیر تولید شده بازدهی بیش از 80% خواهد داشت. تیمار با سولفیت سدیم شدیدتر بوده و خصوصیات مقاومتی بهتر ولی بازده و ماتی کمتری را نتیجه می دهد (پراتیما² و همکاران، 1993).

چوب های با دانسیته ی کم، الیافی با دیواره نازک و انعطاف پذیر دارند و در اثر پالایش به آسانی تغییر شکل می دهند. کاغذ حاصل از چنین الیافی نسبتا محکم هستند و اتصال الیاف در آن نسبتا خوب است. گونه های چوبی با دانسیته کمتر از 0/45 گرم بر سانتی متر مکعب، کاغذی با طول پاره شدن بالا و ماتی مناسب تولید می کنند. گونه های چوبی با دانسیته بالای 0/6 گرم بر سانتی متر مکعب برای

¹. Chemimechanical pulp

². Pratima