# مواد اولیه و مواد مصرفی برای تولید کاغذ

به طور کلی برای ساخت کارتن از چند نوع کاغذ و مقوا استفاده می شود. مقوا را به صورت دقیق می توان به عنوان ( کاغذ سفت و ضخیم) تعریف کرد. تلاش شده است تا تعریف دقیقی برای مقوا ارائه شود اما تا امروز هنوز مرز مشخصی بین کاغذ و مقوا از نظر ساختار ورقه ( جرم پایه یا ضخامت ) یا دستگاه های ورقه ساز که مورد قبول همگان باشد، تعیین نشده است.

جهت آشنا شدن با این صنعت ابتدا در ذیل به تعریف اختصاری چند نوع کاغذ و مقوای مورد استفاده بسته بندی می پردازیم.

تعریف کاغذ: کاغذ صفحه ای که پس از خارج اب از سوسپانسیونی از الیاف سلولزی بدست می آید.

مقوای لاینر: مقوایی که حداقل دو لایه دارد و کیفیت لایه رویی بهتر است.

مقوای بسته بندی مواد غذایی: مقوایی یک لا یا چند لایه برای بسته بندی مواد غذایی که معمولا از خمیر کاغذ رنگ بری شده کاملا نو ( دست نخورده یا بکر) تهیه می شود.

مقوای کارتن: مقوایی چند لایه که برای تهیه کارتن به کار می رود.

مقوای پایه: مقوایی که بعدا رویه دار خواهد شد.

جهت طولی: جهت کاغذ که با جهت حرکت لایه الیاف سلولز بر روی ماشین کاغذسازی هم سو باشد.

جهت عرضی: جهت کاغذ که عمود بر جهت ماشین باشد.

در همه انواع مقوا، استحکام و پیوستگی بین لایه های مقوای چندلایه یا (( پیوند بین لایه ها )) مهم است. به ویژه در کارتن سازی اهمیت ویژه ای دارد.

از آنجایی که ویژگی های کاغذ و مقوا تا حد زیادی به خصوصیات چوب و خمیر کاغذ بستگی دارد، ابتدا به صورت مختصر ساختمان چوب مورد بررسی قرار می گیرد و سپس انواع مقوا ها و کاغذ ها که در تهیه بسته یا جعبه مقوایی نقش دارند، معرفی می شوند.

# مواد اولیه و مواد مصرفی برای تولید کاغذ

**کاغذ در حال حاضر از سه منبع تهیه می شود که به ترتیب عبارتند از:**

**۱-چوب**

**۲-گیاهان غیر چوبی**

**۳-الیاف بازیافتی**

چوب منبع اصلی تامین الیاف سلولزی مورد نیاز صنایع کاغذسازی است. امروزه چوب ۹۳ درصد منابع الیاف را تامین می کند. در حالی که منابع غیر چوبی، عمدتا باگاس (تفاله نیشکر)، کاه و کلش و خیزران، بقیه الیاف سلولزی مورد نیاز را تامین می کنند و تقریبا ۱/۳ فرآورده های کاغذی به صورت الیاف دست دوم بازیابی می شوند.

**ساختار درخت**

به طور کلی درخت سه قسمت اصلی دارد:

الف) تاج درخت، متشکل از برگ و شاخه

ب) تنه و ساقه ها

ج)ریشه

برگ ها یا سوزن ها در حقیقت کارگاه هایی هستند که در آن ها از راه فتوسنتز، غذا برای تامین انرژی و رشد گیاه تولید می شود.

**مشخصات چوب**

از نظر گیاه شناسی چوب ها به دو دسته سوزنی برگان ( مخروطیان، همیشه سبزها، ژمنوسپرم ها) و پهن برگان (دسیدوس ها و انژیوسپرم ها) تقسیم می شوند.

**سوزنی برگان**

ساختار سوزنی برگان در جهت عمومی، عموما متشکل از سلول های بلند و باریک به نام تراکئیدهاست. در بعضی گونه ها، در مجراهای عمودی رزین نیز دیده می شود. سیستم افقی متشکل از پره های چوبی باریک است که فقط شامل یک سلول در پهنا اما غالبا چندین سلول در ارتفاع هستند. دو نوع پره چوبی مهم وجود دارد: پارانشیم

# مواد اولیه و مواد مصرفی برای تولید کاغذ

پره چوبی که در همه گونه ها دیده می شود و تراکئیدهای پره چوبی که فقط در معدودی از گونه ها مشاهده می شود.

در حلقه های سالانه، یک نوار چگال تر از تراکئیدها در انتهای حلقه دیده می شود. این نوار چگال تر چوب پایان ( چوب تابستانه، چوب دیررس) است که متشکل از بافت هایی کاملا متفاوت با بافت های ناحیه چوب آغاز

(چوب بهاره) است. چگالی این دیواره سلولی در حدود ۱.۵ گرم (نمونه خشک شده در آون) است.

دیواره یک تراکئید معمولی یا فیبر متشکل از چند لایه است. یک لایه میانی، غنی از لیگنین، دو تراکئید مجاور را از هم جدا می کند. هر تراکئید دارای یک دیواره اولیه و یک دیواره ثانویه سه لایه ای است که هر کدام، لیفچه ها ( فیبریل ها) جهت گیری ویژه ای دارند.

## پهن برگان

سختار اصلی پهن برگان در جهت عمودی، متشکل از فیبرهای به نسبت بلند و با قطر کم، و نیز سلول های بسیار کوتاه و پهن تر آوند هست. قطر آوندها گاهی آنقدر بزرگ است که در سطح مقطع یک قطعه چوب با چشم غیر مسلح به صورت منافذ، یا در سطح عمودی به صورت شیارهای بلند دیده می شوند. علاوه بر این، پهن برگان دارای سیستم پارانشیم عمودی و یک سیستم افقی یا پارانشیم پره چوبی هستند. قطر آوندها در یک حلقه سالانه در چوب آغاز و چوب پایین متفاوت است.

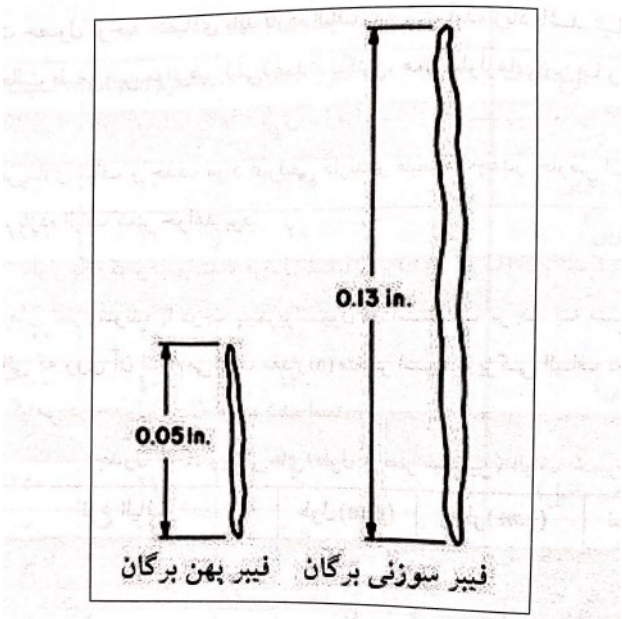
## مقایسه سوزنی برگان و پهن برگان

بین چگالی چوب و بسیاری از خواص خمیر کاغذ و کاغذ ارتباط مستقیم وجود دارد. بازده خمیر به ازاء واحد حجم چوب، معمولا به طور مستقیم با چگالی رابطه دارد. معمولا پهن برگان چگال تر از سوزنی برگان هستند. علاوه بر این پهن برگان در مقایسه با سوزنی برگان هولوسلولز بیشتر و لیگنین کمتری دارند، اما مواد عصاره ای آن ها بیشتر است. ترکیب مواد پهن برگان و سوزنی برگان در جدول ارائه شده است:

| ترکیب مواد | سوزنی برگان(درصد) | پهن برگان (درصد) |
|---|---|---|
| مولکول های سلولز، زنجیرهای بلند | ۴۲±۲ | ۴۵±۲ |
| مولکول های همی سلولز، زنجیرهای کوتاه | ۲۷±۲ | ۳۰±۵ |
| لیگنین | ۲۸±۳ | ۲۰±۴ |
| مواد عصاره ای | ۳±۲ | ۵±۳ |

با این همه الیاف حاصل از چوب سوزنی برگان بلندتر و انعطاف پذیر هستند که این ویژگی باعث تولید کاغذ مقاوم تری می شود. به همین دلیل برای بالا بردن پاره ای از مقاومت ها، معمولا درصدی از خمیر سوزنی برگان با الیاف بلند را به خمیر پهن برگان اضافه می کنند.

در مقیاس جهانی ۳۵ درصد چوب های جنگلی از گونه الیاف بلند ( سوزنی برگان) و ۶۵ درصد از گونه های الیاف کوتاه (پهن برگان) است.



شکل ۲-۳: اختلاف طول فیبر چوب‌های پهن‌برگان با سوزنی‌برگان

## شیمی سلولز

هدف کلیه روش های ارائه شده برای خمیر سازی، جداسازی الیاف سلولزی از بافت های چوبی و غیر چوبی، یا چوبی و دیگر موارد ناخواسته است. الیاف مناسب برای کاغذ سازی باید شکل پذیر باشد و بتوان آن ها را به صورت ورق نمد مانندِ یک دستی در آورد. همچنین باید بین الیاف در نقاط تماس، پیوندهای فیزیکی یا شیمیایی محکمی به وجود آورد. بعضی از الیاف به حالت طبیعی خود قابل استفاده در کاغذسازی نیستند، چون شکل پذیری و انعطاف ندارند و فاقد خاصیت پیوند یابی بین لیفی هستند که این نقص با عملیات مکانیکی بر روی الیاف بهبود می یابد. الیاف کاغذ سازی را تقریبا تمامی گیاهان آوندی می توان بدست آورد، اما جهت حصول توجیه اقتصادی باید بازده الیاف به دست آمده زیاد باشد. الیاف گیاهی در حالت طبیعی بین مواد غیر لیفی ( عمدتا لیگنین، همی

# مواد اولیه و مواد مصرفی برای تولید کاغذ

سلولزها، رزین ها و صمغ ها) قرار دارند که در کارخانه کاغذسازی با فرآیندهای شیمیایی و مکانیکی سعی در خالص سازی الیاف و حذف مواد غیر لیفی و طبعا هرچقدر باشد، بازده الیاف کمتر خواهد بود.

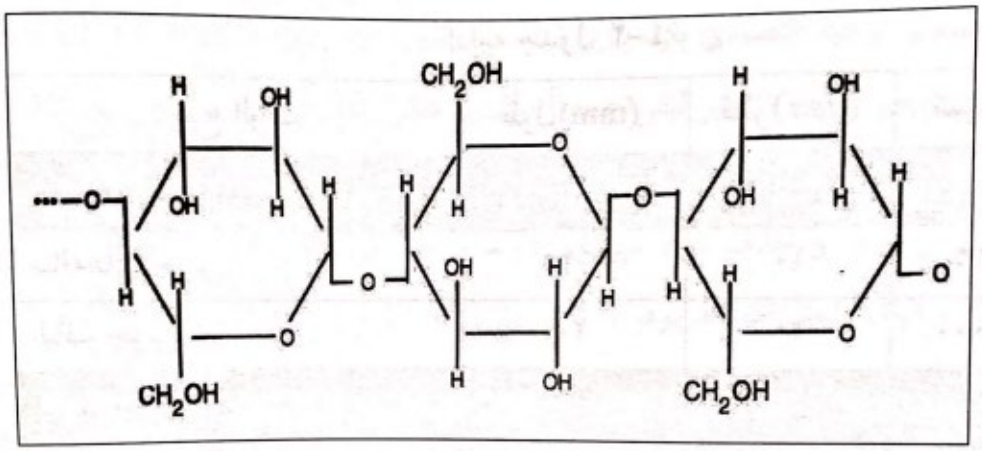
سلولز یک کربوهیدرات به فرمول شیمیایی $C_6H_{10}O_5$ می باشد که n تعداد واحدهای تکرار شونده یا درجه پلیمریزاسیون آن است. با توجه به منبع سلولز و عملیاتی که روی آن انجام می شود، مقدار n متغییر است. ویژگی الیاف در بعضی از منابع گیاهی در جدول آورده شده است.

**ویژگی های ( طول و قطر و میانگین) الیاف خمیرها**

| نوع الیاف | طول میلی متر | قطر میکرومتر | نسبت |
|---|---|---|---|
| **چوب ها** | | | |
| سوزنی برگان | ۴.۰ | ۴۰ | ۱۰۰ |
| پهن برگان | ۲.۰ | ۲۲ | ۹۰ |
| **کاه و کلش و علف ها** | | | |
| برنج | ۰.۵ | ۹ | ۶۰ |
| اسپارتو | ۱.۱ | ۱۰ | ۱۱۰ |
| متفرقه (گندم و جو و ...) | ۱.۵ | ۱۳ | ۱۲۰ |
| **انواع نی** | | | |
| باگاس( نیشکر) | ۱.۷ | ۲۰ | ۸۰ |
| متفرقه | ۱.۲ | ۱۲ | ۱۰۰ |
| **انواع خیزران** | | | |
| گونه های مختلف | ۲.۸ | ۱۵ | ۱۸۰ |
| **برگ ها و ساقه های بلند داری الیاف چوبی ( کنف، کتان و کانابیس)** | | | |
| ساقه های چوبی | ۰.۲۵ | ۱۰ | ۲۵ |
| الیاف چوبی | ۲۰ | ۲۰ | ۱۰۰۰ |
| **الیاف چوبی** | | | |
| کتان | ۵۵ | ۲۰ | ۲۶۰۰ |
| کنف (رامی) | ۱۳۰ | ۴۰ | ۳۵۰۰ |

| | | | |
|---|---|---|---|
| **الیاف برگ** | | | |
| آباکا (کنف مانیل) | ۶ | ۲۴ | ۲۵۰ |
| سیسال | ۲.۸ | ۲۱ | ۱۳۰ |
| **الیاف بذری** | | | |
| پنبه | ۳۰ | ۲۰ | ۱۵۰۰ |
| لینترپنبه | ۲۰ | ۲۰ | ۱۰۰۰ |

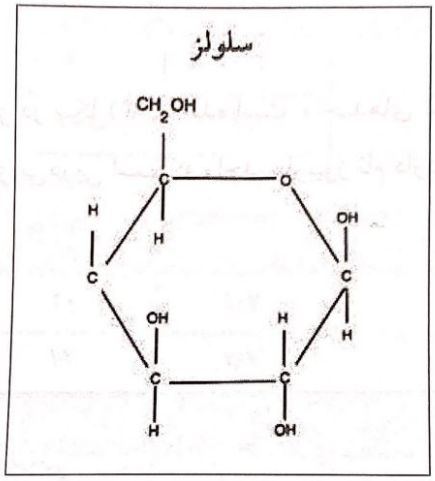
ساختار سلولز در شکل آمده است. واحدهای تکرار شونده در واقع ۲ واحد انیدرید گلوکز پی در پی است که واحد سلوبیوز نام دارد.




شکل ۲-٤: ساختار سلولز

**درجه پلیمر شدگی ( میانگین وزنی) انواع سلولزها**

| | |
|---|---|
| سلولز طبیعی | ۳۵۰۰ |
| لینتر پنبه خالص شده | ۱۰۰۰-۳۰۰۰ |
| خمیر کاغذ تجارتی ( از چوب) | ۶۰۰-۱۵۰۰ |
| سلولز بازسازی شده (مانند ریون) | ۲۰۰-۶۰۰ |




شکل ۲-۵: طرحی از سازمان مولکولی سلولز

لیگنین، مادهء پلیمری بی شکلی است که چسباننده الیاف می باشد. شیمی لیگنین بسیار پیچیده است و ساختار آن متشکل از واحدهای فنیل پروپان است که در سه بعد به هم متصل شده اند.

و بالاخره مواد عصاره ای، موادی از قبیل اسیدهای رزینی، اسیدهای چرب، نرپن ها، ترپنوییدها و الکل ها، هستند که بیشتر این مواد در آب یا حلال های آلی خنثی حل می شوند و مجموعا مواد عصاره ای نامیده می شوند.

در فرآیند کاغذسازی، طبیعت آب دوست الیاف سلولزی نقش مهمی دارد، زیرا این فرآیند در محیط آبی انجام میشود. الیاف به آسانی آب را جذب کرده و در آن پراکنده می شوند. در مرحله تشکیل کاغذ، هنگامی که الیاف مرطوب کنار هم قرار می گیرند، بر اثر جاذبه های قطبی، مولکول های آب نسبت به یکدیگر و نسبت به هیدروکسیل های سطوح سلولزی، تشکیل پیوند تشدید می شود. در پایان پس از تبخیر آب، اتصال بین هیدروکسیل های سطح سلولزی به صورت پیوند هیدروژنی باقی می ماند و کاغذ تشکیل می گردد.

به طور کلی برای تهیه انوع کاغذ و مقوا از منابع سه گانه یاد شده استفاده می گردد، البته لازم به یادآوری است که علاوه بر منابع فوق، گاه از الیاف سنتزی شامل مواد پلیمری، الیاف پلیمری، الیاف شیشه، آزبست و... نیز در ساخت برخی از انواع کاغذ استفاده می گردد. البته لازم است تا چوب طی عملیات پوست گیری و زدودن گرد و غبار با پوست کن های مکانیکی و هیدرولیکی آماده سازی شود. سپس گرده بینه به خرده چوب ( چیپس) تبدیل می شود تا بتواند در عملیات خمیرسازی مورد استفاده قرار بگیرد.

# مواد اولیه و مواد مصرفی برای تولید کاغذ

تهیه خمیر کاغذ فرآیندی است که طی آن با به کار گیری یکی از انواع انرژی ( مکانیکی، حرارتی، شیمیایی) یا ترکیبی از آن ها، ماده چوبی به توده ای از الیاف سلولزی تبدیل می گردد. فرآیندهای صنعتی تهیه کاغذ را می توان به سه روش کلی مکانیکی، شیمیایی و نیمه شیمیایی تقسیم نمود. لازم به ذکر است که برای خمیرسازی گونه های غیر چربی نیز از همین روش ها استفاده می شود.

**روش های تهیه خمیر کاغذ از چوب**

**روش مکانیکی:** مبنای این روش جداسازی فیبرها از یکدیگر به کمک تجهیزات و انرژی مکانیکی است. در این روش از انواع مختلف آسیاب ها استفاده می شود. راندمان تولید در این فرآیند بسیار بالا بود و حدود ۹۵٪ تا ۹۸٪ می باشد، اما خمیر به دست آمده مقاومت زیادی ندارد.

**روش شیمیایی: ( راندمان ۴۰ تا ۵۵ درصد)**

**الف-فرآیند قلیایی:** به فرآیندی گفته می شود که ماده فعال در محلول شیمیایی آن، قلیایی باشد که مهم ترین آن ها فرآیند سودا و فرآیند سولفات یا کرافت است.

**ب-فرآیند اسیدی**: به فرآیندی گفته می شود که ماده فعال در محلول شیمیایی آن، اسیدی باشد.

**ج-فرآیند سولفیت خنثی**: به فرآیندی گفته می شود که ماده فعال در محلول شیمیایی خنثی باشد ( که مهم ترین فرآیند شیمیایی در دنیا است)

**روش نیمه شیمیایی- نیمه مکانیکی**: در این فرآیند خرده چوب ها تحت تاثیر مواد شیمیایی تا حدودی نرم می شوند و بقیه عملیات با روش های مکانیکی ادامه می یابد. بازده این روش بین ۵۵٪ تا ۹۰٪ است.

یاد آوری: روش محاسبه بازده طبق فرمول زیر می باشد:

$$\text{بازده} = \frac{\text{وزن خمیر تولید شده و خشک شده در گرمخانه} \times 100}{\text{وزن چوب اولیه خشک شده در گرمخانه}}$$

# مواد اولیه و مواد مصرفی برای تولید کاغذ

## طبقه بندی عمومی فرآیندهای تبدیل چوب به خمیر کاغذ

| مکانیکی | مکانیکی-شیمیایی | شیمیایی |
|---|---|---|
| **تولید خمیر با انرژی مکانیکی** | تولید خمیر با تلیقی از عملیات شیمیایی و مکانیکی | تولید خمیر با استفاده از مواد شیمیایی و گرما |
| **پر بازده (۹۰ تا ۹۵ درصد)** | بازده ( متوسط ۵۵ تا ۹۰ درصد) | کم بازده (۴۰ تا ۵۵؟) |
| **الیاف کوتاه، ناخالص ضعیف و ناپایدار** | خواص متوسط با بعضی ویژگی های برجسته | الیاف بلند، خالص، محکم و پایدار |
| **کیفیت چاپ پذیری خوب** | – | چاپ پذیری ضعیف |
| **رنگ بری دشوار** | – | رنگ بری آسان |
| **مثال: گراندود سنگی، خمیر مکانیکی پالایشی** | مثال: سولفیت خنثی نیمه شیمیایی و کرافت پر بازده | مثال: کرافت، سولفیت، سودا |

## روش های شیمیایی و نیمه شیمیایی مهم

| | کرافت | سولفیت اسیدی | بی سولفیت | سولفیت خنثی (NSSC) |
|---|---|---|---|---|
| ماده شیمیایی فعال | NaoH<br>Na2S | H2SO3<br>M(HSO3)<br>M=Ca, mg, Na, NH4 | M(HSO)3<br>M=Mg, Na, NH4 | Na2So3<br>Na2Co3 |
| زمان پخت( ساعت) | ۲ تا ۴ | ۴ تا ۲۰ | ۲ تا ۴ | ۰.۲۵ تا ۱ |
| PHمایع پخت | ۱۳ | ۱ تا ۲ | ۳ تا ۵ | ۷ تا۹ |
| دمای پخت سانتی گراد | ۱۷۰ تا ۱۸۰ | ۱۲۰ تا ۱۳۵ | ۱۴۰ تا ۱۶۰ | ۱۶۰ تا ۱۸۰ |

# مواد اولیه و مواد مصرفی برای تولید کاغذ

## مقایسه دو روش شیمیایی مهم در تهیه خمیر کاغذ

مزیت های فرآیند کرافت( قلیایی)

-محکم ترین خمیر را تولید می کند.

-از سیستم بازیابی موثر و قوی برخوردار است.

-با انواع گونه های چوبی کار می کند.

- وجود پوست را تحمل می کند.

## مزیت های فرآیند سولفیت ( اسیدی)

-خمیر روشن تولید می کند که رنگ بری آن اسان است.

-بازده در مرحله رنگ بری زیاد است.

-پالایش خمیر آسان است.

## تهیه خمیر کاغذ از کاغذهای باطله

در این روش ضایعات کاغذ را ابتدا تفکیک نموده و سپس در آب حل می کنند و پس از پالایش اولیه و غربال کردن، به وسیله شناورسازی، جوهرهای استفاده شده را با حباب هوا بر روی محلول آورده و جداسازی می کنند. انواع کاغذ باطله که در دنیا مورد استفاده های مختلف قرار می گیرند، در استاندارد ملی ایران به شماره ۵۱۰۶ طبقه بندی شده اند که با شماره های اشاره شده در این استاندارد ملی (کدها) در حال حاضر بین کلیه کشورها تجارت می شوند.

لازم بذکر است که استفاده از کاغذ باطله به دلایل زیست محیطی، سهولت خمیرسازی و استفاده کمتر از منابع انرژی، آب و همچنین کاهش آلودگی هوا، اشتغال زایی و سایر موارد در کل دنیا مورد توجه ویژه قرار گرفته است. در کشور ما نیز با توجه به کاهش جنگل های شمال از ۳۰۴ میلیون هکتار به ۱.۵ میلیون هکتار در طی ۳ دهه اخیر و افزایش مصرف سرانه کاغذ، این امر مورد توجه قرار گرفته است.

در آنالیزی که توسط سازمان بازیافت مواد بر روی زباله های شهری انجام شده، به طور متوسط میزان کاغذ و مقوای بازیافتی ۸/۸۴ درصد از کل زباله بوده است که رقم بالایی بوده و تفکیک و جمع آوری کاغذهای باطله برای بازیافت در کشور را به یک ضرورت عاجل تبدیل نموده که در نتیجه آن از شدت تهاجم به جنگل ها کاسته

می شود. علاوه بر این، تامین کمبود کاغذ و خمیر مورد نیاز به صورت واردات نیز زیان قابل توجهی را به اقتصاد کشور تحمیل نموده است.

در حال حاضر کارخانجایی که از کاغذ باطله به عنوان ماده اولیه استفاده می کنند و از فناوری جدیدتری برخوردار بوده و در حال حاضر فعال هستند.

### تهیه خمیرهای حل شونده

خمیرهای حل شونده برای تبدیل شیمیایی سلولز به فرآورده هایی مانند ریون، سلوفان، استات سلولز، نیترات سلولز و کربوکسی متیل سلولز مورد استفاده می گیرند. تولید این خمیرها در نوع خود یک صنعت مهم به شمار می آید و از برخی از این فرآورده ها نظیر سلوفان در صنعت بسته بندی بسیار استفاده می شود.

خمیرهای حل شونده با نوعی فرآیند کرافت یا سولفیت تهیه می شوند در هر دو مورد، تولید سلولزی به نسبت خالص و یکنواخت مد نظر است و در این فرآیند، لیگنین و همی سلولزها ناخالصی تلقی شده و باید خذف شوند. برای تهیه این خمیر ها سوزنی برگان مواد اولیه اصلی هستند، اما از بعضی پهن برگان نیز می توان استفاده کرد.

خالص ترین خمیر ( محتوی ۹۹ درصد آلفا سلولز) از لینتر پنبه بدست می آید.

### شناسایی انواع خمیر کاغذ

جهت شناسایی انواع خمیر کاغذ یعنی خمیر کاغذ ساخته شده از چوب یا گیاهان غیر چوبی، خمیر کاغذ شیمیایی، مکانیکی و نیمه شیمیایی  یا خمیرهای کاغذ رنگ بری شده، نیمه رنگ بری شده و یا رنگ بری نشده می توان از محلول های شناساگر مختلفی استفاده کرد که به راحتی قابل تهیه می باشد. پس از جداسازی الیاف کاغذ از یکدیگر و آغشته کردن آن ها به یکی از محلول های شناساگر رنگی، الیاف را به کمک لام و لامل در زیر میکروسکوپ مشاهده کرده و از رنگ ایجاد شده می توان دریافت که خمیر کاغذ به کدام گروه از گونه های چوبی و غیر چوبی تعلق دارد و به چه روشی تهیه شده است.

این محلول ها شامل هرزبرگ، لوفتن مریت، الکساندر، ویلسون و سلگر بوده و روش تهیه آن ها و همچنین رنگ های ایجاد شده به طور مشروح در استاندارد ملی ایران به شماره ۱۴۱۷ مندرج می باشد.

# مواد اولیه و مواد مصرفی برای تولید کاغذ

**-طرز تهیه محلول**

**الف) محلول کلرید روی اشاع شده در دمای اتاق:** آنقدر کلرید روی به ۱۰۰ میلی لیتر آب گرم اضافه کنید تا دیگر حل نشود و به صورت رسوب در ته ظرف باقی بماند. سپس محلول را تا دمای اتاق سرد کنید و آن را در ظرف شیشه ای قهوه ای نگهداری کنید. محلول فوق پایدار است.

**محلول ید-یدید:** ۲/۱ گرم از یدید پتاسیم را با ۰.۱ گرم مخلوط کنید و سپس ۵ میلی لیتر آب مقطر را به وسیله پی پت، قطره قطره روی مخلوط بریزید و به طور یکنواخت محلول را تکان دهید. چون یدید پتاسیم حلال ید است، انحلال ید باید در کمترین مقدار آب انجام شود. اگر بخشی از ید به دلیل افزایش سریع آب به صورت نامحلول باقی بماند، این محلول غیر قابل استفاده و باید دوباره تهیه شود.

**ج) رنگ هرزبرگ**: ۱۵ میلی لیتر از محلول ( الف ) و یک میلی لیتر آب مقطر و تمامی محلول ( ب) را با هم مخلوط کنید و اجازه دهید حداقل ۶ ساعت بماند تا تمام رسوب تشکیل شده، ته نشین شود. محلول را داخل یک بطری قهوه ای سرریز کنید و یک بلور ید به آن اضافه کنید. زمانی که از محلول استفاده نمی کنید آن را در جای تاریک نگه دارید. این محلول تا ۲ ماه تازه می ماند. قبل از استفاده از رنگ تازه آن را روی الیاف شناخته شده امتحان کنید.

**طرز کار**

الف) رنگ آمیزی: مقداری از الیاف را روی لام قرار داده و با ریختن ۲ تا ۳ قطره محلول هرزبرگ آن را رنگی کنید.

شناسایی: لامل را روی لام قرار داده و مجموعه را زیر میکروسکوپ با بزرگ نمایی ۴۰ تا ۱۲۰ برابر مشاهده کنید. الیاف را با توجه به رنگ ایجاد شده تعیین و شمارش نمایید. رنگ های ایجاد شده با هرزبرگ ناپایدارند.

# مواد اولیه و مواد مصرفی برای تولید کاغذ

## شناسایی خمیر کاغذ با توجه به رنگ ایجاد شده توسط محلول هرزبرگ

| نوع خمیر کاغذ | رنگ |
|---|---|
| خمیر شیمیایی ( چوبی، کاه کلش، اسپارتو و غیره) | بنفش مایل به آبی و آبی |
| خمیر مکانیکی ( چوبی، کاه کلش، چتایی و غیره) | زرد |
| خمیر کهنه پارچه ( کنف، کتان، شاه دانه و غیره) | قرمز شرابی |
| خمیر نیمه شیمیایی و شیمیایی- مکانیکی | ترکیبی از آبی زرد، زرد کم رنگ، آبی کم رنگ |
| الیاف سلولز بازیابی شده ( ویسکوز و غیره) | بنفش مایل به آبی تیره |
| الیاف استات سلولز | زرد |
| الیاف سنتزی | بی رنگ تا زرد مایل به قهوه ای |

همانطور که ملاحظه می شود با استفاده از رنگ های ایجاد شده توسط محلول های رنگ آمیزی می توان نوع خمیرهای بکار رفته، میزان رنگ بری، نوع پخت و غیره را شناسایی کیفی و کمی نمود.

پس از آماده سازی خمیر عمل پالایش لازم است تا در طی آن الیاف از همدیگر تفکیک شوند. برای تفکیک الیاف از پالاینده های دیسکی استفاده می شود که معمولا یک دیسک چرخان دو رویه بین دو دیسک ثابت قرار می گیرد. سپس مواد به طور شعاعی از بین دیسک ها به خارج جاری و در یک لوله حلقه مانند جمع می شوند و در پایان تحت فشار بیرون می آیند. سپس عملیات گره زدایی انجام می شود. طبق تعریف گره ها آن بخش از خمیر هستند که ( به صورت خرده چوب یا دسته هایی از الیاف) روی یک غربال با سوراخ های ۳/۸ اینچ

(۰.۹۵ میلی متر) باقی می مانند. معمولا گره ها را قبل شستشوی خمیر از آن خارج می کنند و یا دور می ریزند یا دوباره به دیگ پخت یا دایجستر بر می گردانند. خمیر پخته بیرون آمده از دایجستر شستشو داده می شود تا مواد شیمیایی پخت حذف شود.

در اغلب فرآیندهای تولید خمیر کاغذ نوعی عملیات غربال کنی برای جداسازی ذرات درشت مشکل ساز و ناخواسته از الیاف مرغوب ضرورت می یابد. این غربال ها عمدتا صفحه مشبکی دارند که الیاف مرغوب از آن ها عبور می کنند. تا قبل از سال ۱۹۴۰ مواد آلوده کننده سنگین از قبیل شن و براده فلزات در یک بستر کم عمق از سوسپانسوین جدا می شدند. لیکن اکنون تمیز کننده های مرکز گریز، بهبود عمده ای را در کیفیت عملیات

# مواد اولیه و مواد مصرفی برای تولید کاغذ

پاک سازی خمیر ایجاد کرده اند. با این وسیله، طی تلفیقی از دو عمل گریز از مرکز و برش سیال، ذرات ناخواسته از خمیر جدا می شوند. بر اثر این فرآیند ذرات سنگین ( شن و آشغال) به سوی بیرون و دور از خمیر رانده می شوند و مواد پذیرفته شده ( الیاف) جمع شده و به طرف بالا حرکت می کنند.

## رنگ بری

سفیدی خمیر کاغذ بر حسب توانایی آن در بازتابانی نور تک رنگ در مقایسه با یک استاندارد (معمولا اکسید منیزیم)، سنجیده می شود. در خمیرهای رنگ بری نشده گستره وسیعی از روشنی دیده می شود و خمیر سولفیت بیشترین روشنی را دارد در حالی خمیر کرافت، سودا و نیمه شیمیایی کاملا تیره رنگ هستند. سلولز و همی سلولزها در اصل سفید هستند و سهمی در رنگ خمیر ندارند و عموما عقیده بر این است که عامل رنگین بودن خمیر، گروه های رنگ ساز لیگنین است.

در رنگبری شیمیایی از خمیر از دو روش استفاده می شود که در یک روش، برای از بین بردن گروه های رنگ ساز در لیگنین، بدون از بین خود لیگنین، از مواد شیمیایی گزیننده استفاده می شود و در روش دیگر، لیگنین را از خمیر خارج می کنند. در روش اول حداکثر روشنی ۷۰ تا ۸۰ درصد به دست می آید و سفیدی به دست آمده دائمی نیست، اما در روش دوم از مواد اکسید کننده نظیر کلر، پراکسید هیدروژن، اوزون و دی تیونیت سدیم یا سایر مواد اکسیدکننده استفاده می شود که روشنی بسیار بالا به دست می آید و رنگ بری دائمی است.

در اینجا با توجه به حجم وسیع اطلاعات مربوط به رنگ بری کامل و نیمه رنگ بری از شرح بیشتر خودداری می گردد. پس از پخش خمیر آماده شده در آب و پالایش مجدد الیاف سلولزی، الیاف روی توری ماشین کاغذ ریخته شده و پس از طی عملیات پرس و خشک شدن، کاغذ به دور ریل پیچیده می شود.

گاه لازم است به منظور مقاوم ساختن کاغذ در برابر نفوذ آب و محلول های آبی، آهاردهی انجام شود. با این عملیات ویژگی های دیگر سطح کاغذ نیز بهبود می یابد و برخی از خواص فیزیکی کاغذ بهتر می شود. آهاردهی به دو روش درونی و بیرونی انجام می شود. برای آهاردهی درونی از کلوفون ( روزین) یا سایر مواد شیمیایی استفاده می شود تا سرعت نفوذ آب از طریق تغییر زاویه تماس کاهش یابد. برای آهاردهی بیرونی (سطحی) معمولا از ذرات نشاسته استفاده می شود تا نقاط خالی و حفره های روی ورقه را پر کنند. با این عمل شعاع حفره های کوچک شده و در نتیجه از سرعت نفوذ آب در ورقه کاسته می شود.

# مواد اولیه و مواد مصرفی برای تولید کاغذ

## مزایا و معایب آهاردهی سطحی در مقایسه با آهاردهی درونی

### مزایا

-اثر مشخص تر، کنترل بهتر

-غیر حساس تر نسبت به تغییر شرایط در عملیات پایانی

-ماندگاری و نگهداری افزودنی ها به میزان ۱۰۰٪

-کاهش رسوبات در عملیات پایانی

-افزایش دوام تسمه های پرس

-بهبود کیفیت کاغذ

### معایب

-سرمایه گذاری بیشتری برای تجهیزات آهارزنی و خشک کن ها

-نیاز به انرژی بیشتر برای خشک کردن کاغذ

-مشکلات فنی احتمالی در پرس آهارزنی

### اندود کردن سطح کاغذ

فناوری رو به پیشرفت چاپ و بسته بندی، نیاز به بهتر ساختن سطح کاغذ را دو چندان کرده است. برای پاسخگویی به این نیازها، سطح بسیاری از کاغذها را با ترکیبات شیمیایی متفاوتی اندود می کنند تا روشنی، صافی، رنگ، چاپ پذیری و درخشندگی آن بهبود یابد. اندود کردن را می توان در ماشین کاغذ یا خارج از آن انجام داد. معمولا کاغذ را قبل از اندود کردن، آهار می دهند تا توانایی پذیرش سطحی آن به حد مطلوب برسد.

پس از خشک کردن اندود، در صورت نیاز عملیات غلتک زنی یا فوق غلتک زنی انجام می شود تا کاغذی کاملا براق و صاف تولید شود.