

ساختار و ویژگی‌های کاغذ و مقوا

هدف‌های رفتاری: پس از پایان این فصل از فراگیر انتظار می‌رود بتواند:

- ۱- ساختار کاغذ را توضیح دهد.
- ۲- چگونگی تهیه خمیر کاغذ را تشریح کند.
- ۳- شیوه تولید کاغذ را توضیح دهد.
- ۴- ویژگی‌های کاغذ را توضیح دهد.
- ۵- تولید مقوای چاپ و مقوای جلدی را شرح دهد.

داشتن اطلاعاتی عمومی از چگونگی تولید کاغذ برای صنعت چاپ و نشر اهمیت بسیاری دارد. زیرا که کاغذها با کیفیت و درجات متفاوتی از مرغوبیت به بازار عرضه می‌شوند همچنین دارای ویژگی‌هایی هستند که هر کدام در ادامه توضیح داده خواهد شد.

۱-۳- ساختار کاغذ

ساختار کاغذ تشکیل شده از : ماده خام، که پرورانه می‌شود و به خمیر کاغذ تبدیل می‌شود. خمیر مایع با ماده اولیه کاغذ با مقدار کمی مواد شیمیایی مخلوط شده و بخشی از بدنه کاغذ را به وجود می‌آورد. پس از آن این خمیر را روی توری متحرکی از سیم در ماشین کاغذسازی پهن می‌کنند. آب اضافه خمیر (شیرابه) به سرعت از آن گرفته می‌شود و اجزای جامد آن به صورت ورقه‌ای روی سطح سیم باقی می‌ماند. این ورقه نوار خام کاغذ است.

— **بافت کاغذ :** اگر یک برگ کاغذ را پاره کنیم، کناره قسمت پاره شده شبیه یک تکه شیشه شکسته و یا ورق فلز بریده شده نیست، زیرا در کناره‌های کاغذ پاره شده نسوج و الیاف بسیار ریز و نامنظمی پدیدار می‌شود که در شیشه و فلز مشهود نیست. همین نسوج و الیاف ریز نامنظم است که

بافت کاغذ را تشکیل می‌دهد و از روی آن می‌توان به چگونگی ساختار کاغذ پی برد. از این رو کاغذ عبارت است از : بافت نازکی از هر ماده الیاف‌دار که الیاف آن پس از تفکیک و تعلیق در آب، درهم شدن به ورق تبدیل می‌شود. به منظور آشنایی بیشتر با ساختار و ویژگی‌های کاغذ ابتدا مطالبی پیرامون : ماده خام کاغذ، خمیر کاغذ، مواد پرکننده، تهیه خمیر کاغذ، تولید کاغذ و سپس ویژگی‌های کاغذ به اختصار ارایه می‌شود.

۱-۱-۳- ماده خام کاغذ (الیاف یا فیبر) : ماده خام یا الیاف‌ها در واقع تشکیل دهنده بخش مهمی از کاغذ و مقوا می‌باشند. الیاف‌ها یا فیبرهای مورد استفاده کاغذ عبارتند از : الیاف‌های چوبی، الیاف‌های سلولزی، الیاف‌های غیرچوبی و بازیابی و نیز الیاف‌های هادرنی.

الف) الیاف‌های چوبی : در حالت طبیعی، فیبرها یا الیاف، اجزای سازنده اصلی تمامی گیاهان هستند. این الیاف لوله‌هایی بلند و توخالی هستند که از سه بخش اصلی : سلولز، همی سلولز (از نظر طبیعت و ساختمان ترکیبی شبیه سلولز) و لیگنین (ترکیبی چسب مانند که فیبرها یا الیاف را به یکدیگر می‌چسباند) تشکیل شده‌اند. برای کاغذسازی، اجزای تشکیل دهنده‌ای از الیاف که پایه سلولزی دارند مواد مورد نیاز یا مفید به حساب می‌آیند و ترکیبات لیگنینی ناخالصی‌هایی هستند که باید از مجموعه جدا شوند.

الیاف یا فیبرها از نظر شکل و اندازه براساس نوع درخت متفاوت هستند. طبیعت یا ساختار طبیعی فیبر (طول، استحکام و بافت آن) تأثیری عمده در نوع کاغذی که می‌تواند از آن ساخته شود دارد.



شکل ۱-۳- خمیر چوب آسیا شده با بزرگ‌نمایی ۴۲۰ برابر

الیاف یا فیبرهای چوب را به دو دسته تقسیم می کنند :

– الیاف نرم چوب : این الیاف از درخت های گروه مخروط داران (کاج ، صنوبر و...) به دست می آیند.

– الیاف سخت چوب : این الیاف از درخت های غیرمخروط داران (اکالیپتوس، غان، چنار، افرا، تبریزی، سیپدار، بلوط و...) به دست می آیند.

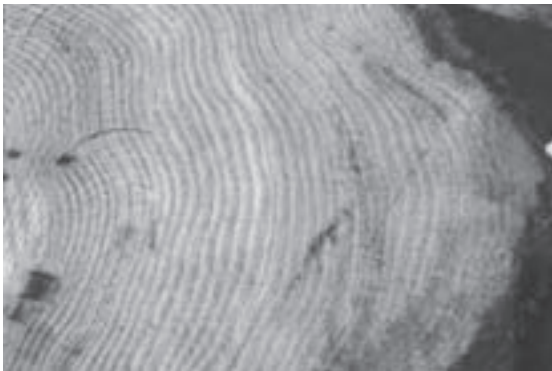
درخت های نرم چوب الیاف بلند دارند (به طول متوسط $3/5$ میلی متر) که با فراورش شیمیایی الیاف ها، کاغذهایی محکم، چقرمه و خوب حالت به دست می آید.

درختان سخت چوب الیاف بسیار کوتاه دارند (به طول متوسط $1/5$ میلی متر). از این الیاف ها کاغذهای پرحجم، کدر و نرم تر به دست می آید.

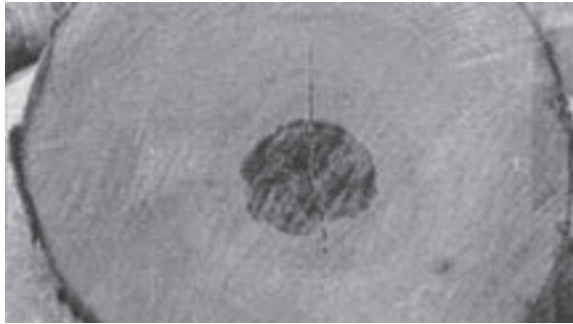
شکل های ۲-۳ تا ۴-۳ تعدادی تنه درخت و مقاطع آن ها را نشان می دهد.



شکل ۲-۳- تعدادی از قطعات و تنه درخت



شکل ۳-۳- مقطع برش خورده درخت



شکل ۴-۳- مقطع برش خورده شده درخت

ب) **الیاف سلولزی:** سلولز^۱ که از مواد گیاهی است، با مواد دیگری مثل پکتوز و لیگنین ترکیب شده، ماده کاغذ را تشکیل می‌دهد. پکتوز و لیگنین همان مواد شیمیایی موجود در چوب هستند که به چوب استحکام می‌دهند. سلولز صد در صد خالص در طبیعت وجود ندارد و خالص‌ترین نوع سلولز موجود در طبیعت پنبه هیدروفیل^۲ است.



شکل ۵-۳- سلولز چوب مخروط‌داران با بزرگ‌نمایی ۴۲۰ برابر

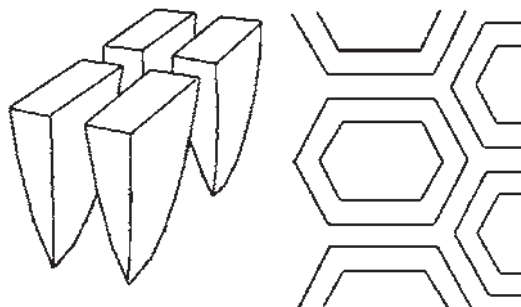
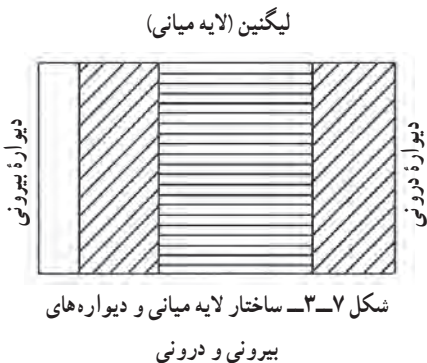
سلولزی که در ساخت کاغذ به کار می‌رود از سلولزهای موجود در پارچه‌های کهنه (پنبه‌ای، کتان، کنفی و غیره) گرفته می‌شود. ضمناً از سلولز موجود در اجزای گیاهان و درختان گوناگون نیز برای تهیه کاغذ استفاده می‌شود. شکل ۵-۳ از انواع الیاف سلولزی، کاغذهای گوناگونی می‌توان تهیه کرد، زیرا نوع و جنس کاغذ بستگی به ماده اولیه آن یعنی الیاف سلولز دارد. روش آمیختن الیاف مختلف در میزان مقاومت کاغذ تأثیر مستقیم دارد. خاصیت سلولز لوله شدن خود به خود الیاف آن است که به سبب درهم شدن الیاف باعث استحکام کاغذ می‌شود.

سلولز لازم برای خمیر کاغذ معمولاً از محصولات

۱- در سال ۱۹۳۰ در شهر نورنبرگ آلمان شخصی به نام اشترومر به الیاف کاغذ از چوب درختان سوزنی و تبدیل آن به سلولز دست یافت به‌صورتی که برای دستیابی به سلولز به الیاف‌های چوبی هیچ‌گونه صدمه‌ای وارد نگردد. اشترومر توانست از طریق پخت الیاف‌های چوبی و اضافه کردن ماده شیمیایی به نام سولفیت یا سولفات ماده زله‌مانندی از الیاف چوبی را جدا سازد. این ماده زله‌مانند در تولید کاغذ مورد استفاده قرار می‌گیرد.

۲- هیدروفیل به مفهوم دوستدار آب

صنعتی یا مواد طبیعی از جمله: چوب‌های مختلف؛ بوته‌ها و گیاهان علف‌گونه، مثل ساقه گندم (کاه)، برنج و پارچه‌های مختلف تهیه می‌شود. شکل ۳-۶ الیاف یا فیبرهای سلولزی و شکل ۳-۷ ساختار لایه میانی و دیواره‌های بیرونی و درونی سلولز را نشان می‌دهند.



شکل ۳-۶- الیاف یا فیبرهای سلولزی



شکل ۳-۸- الیاف و فیبرهای بازیافتی کاغذ با بزرگ‌نمایی ۴۲۰ برابر

ب) **الیاف غیرچوبی**: الیاف غیرچوبی را می‌توان از پس‌ماند تولیدات کشاورزی، گیاهانی که به صورت طبیعی می‌رویند، برگ بعضی از گیاهان و گیاهان غیرچوبی (ساقه‌دار) به دست آورد. در ادامه توضیح مختصری برای هریک از الیاف غیرچوبی ارائه می‌شود.

- پس‌ماند تولیدات کشاورزی مانند تفاله نیشکر یا باگاس (باقی‌مانده ساقه‌های نیشکر) کاه و غلات می‌باشد. باگاس دارای الیاف کوتاه می‌باشد و یکی از ارزان‌ترین مواد خام کاغذ در دنیا است.

- گیاهانی که به صورت طبیعی می‌رویند مانند بامبو، نی، پایروس و علف اسپارتو.

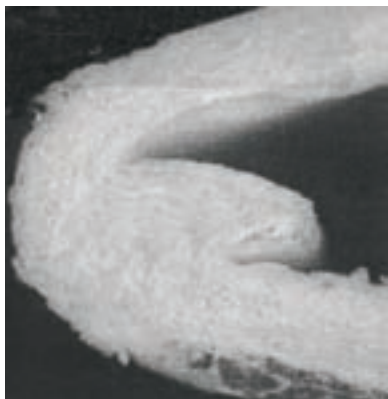
- گیاهان غیرچوبی که صرفاً به منظور استفاده از

الیاف آن‌ها کاشته می‌شوند. مانند الیاف گیاه موز، آناناس، خرما.

- گیاهانی مانند گندم، برنج، پنبه و نوعی نخل که برای تهیه کاغذهای ظریف و لوکس مورد استفاده قرار می‌گیرد.

ت) **الیاف بازیافت**: بازیافت الیاف سلولزی از کاغذهای مصرف شده (کاغذهای باطله)

امروزه در کشورهای زیادی متداول شده است. این کشورها بخش عمده‌ای الیاف سلولزی خود را از کاغذهای باطله تأمین می‌کنند. شکل ۸-۳ از سوی دیگر با توجه به محدود بودن منابع ماده اولیه لازم است کشورهای درحال توسعه نیز تمایل زیادی به استفاده از منابع الیافی غیرچوبی نشان دهند. زیرا با کمبود ارز خارجی جهت خرید خمیر کاغذ مواجه می‌شوند.



شکل ۹-۳ الیاف پنبه

ث) **الیاف هادرنی**: الیاف هادرنی (بدون الیاف

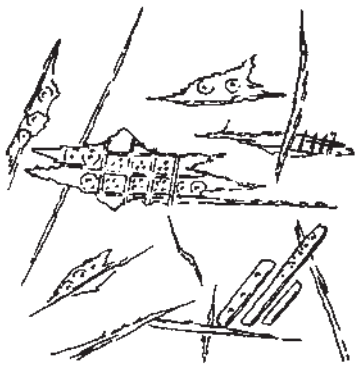
چوبی) اغلب از الیاف پارچه‌های کتانی، پنبه‌ای و کنفی تهیه می‌شوند کاغذهایی که دارای چنین الیافی هستند بسیار مرغوب می‌باشند و بیشتر برای چاپ اوراق بهادار (اسکناس، تمبر، اوراق سهام و غیره) از آنها استفاده می‌شود. شکل ۹-۳ الیاف پنبه برای تولید الیاف هادرنی را نشان می‌دهد.

۲-۱-۳ **خمیر کاغذ**: به طور کلی خمیر کاغذ

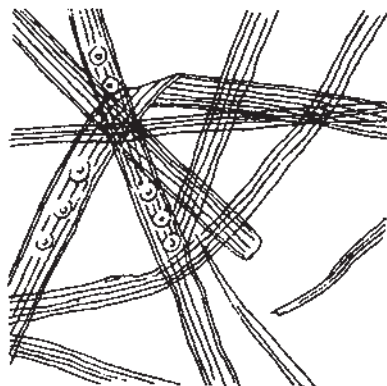
از دو بخش کلی الیاف و مواد پرکننده (Fillere) تشکیل می‌شود. مجموعه این دو بخش شبکه الیافی کاغذ می‌باشد.

الف) **بخش الیاف**: الیاف شامل الیاف بلند و الیاف کوتاه می‌باشند. الیاف بلند به صورت

الیاف‌های سلولزی بوده و قابلیت خمیدگی خوب دارند. الیاف کوتاه الیاف چوبی که به صورت ریش‌ریش بدون قابل خمیدگی می‌باشند. شکل ۱۰-۳ شمایی از الیاف سلولزی بلند و شکل ۱۱-۳ شمایی از الیاف چوبی کوتاه را نشان می‌دهد.



شکل ۱۱-۳ الیاف چوبی کوتاه بدون قابلیت (خمیدگی)



شکل ۱۰-۳ الیاف سلولزی بلند با قابلیت (خمیدگی خوب)

استحکام کاغذ به الیاف آن بستگی دارد تعداد الیاف موجود در یک برگ کاغذ تعیین کننده، مقاومت در برابر پاره شدن، نرمی و روشن و تیرگی آن است.

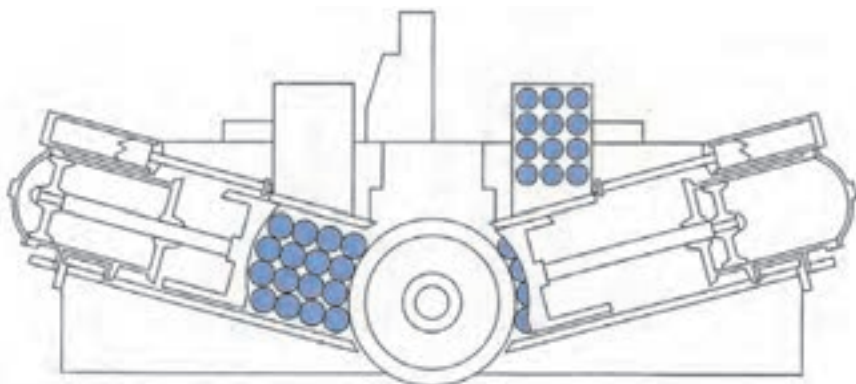
ب) **بخش مواد پرکننده (Fillers)**: ذرات کوچکی به نام مواد پرکننده فضاهای خالی بین الیاف را پر می کنند. بخشی از مواد پرکننده عبارتند از: گل چینی و کربنات کلسیم. اخیراً به جای گل چینی دی اکسید تیتانیوم که از نظر کدرکنندگی کارایی بسیار بالایی دارد مورد توجه قرار گرفته است. ولی به علت شرایط زیست محیطی کاربرد آن را محدود کرده اند.

۳-۲- تهیه خمیر کاغذ

خمیر کاغذ را می توان از چوب، کاغذهای باطله و پارچه های کهنه تهیه کرد.

۳-۲-۱- **تهیه خمیر کاغذ از چوب**: در تهیه خمیر کاغذ به طور کلی سه روش: مکانیکی، مکانیکی - شیمیایی و شیمیایی مورد استفاده قرار می گیرد. در ادامه هریک را به اختصار توضیح می دهیم.

الف) روش مکانیکی: الیاف سلولزی از چوب استخراج و به خمیر کاغذ تبدیل می شود. بدین گونه که با قطعه قطعه کردن چوب ها در دستگاه خردکن (شکل ۱۲-۳) و ساییدن و نرم کردن این قطعات (شکل ۱۳-۳) در آسیاب های مخصوص و افزودن آب به آن ها خمیری به دست می آید، این خمیر سلولز زیادی در خود دارد، ولی به خاطر مواد اضافی بسیاری که همراه سلولز است، کاغذی که از این خمیر تهیه می شود، استحکام زیادی ندارد و خود خمیر نیز پس از مدتی در اثر نور فاسد می شود. خمیری که به این روش به دست می آید از سایر خمیرها ارزان تر است.



شکل ۱۲-۳- دستگاه خردکن

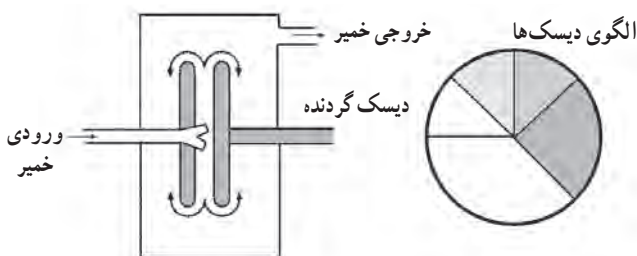
خمیرهای به دست آمده به روش مکانیکی خمیری است شکننده و بیشتر مناسب کاغذهای روزنامه و بسته بندی است.



شکل ۱۳-۳- چوب ساییده شده

ب) روش مکانیکی - شیمیایی: در خمیرسازی مکانیکی - شیمیایی فرایندهای دیگری در نظر گرفته شده اند که محصول نهایی را در مقایسه با خمیر مکانیکی ساده خالص تر و مرغوب تر می سازند. در این فرایندها عمدتاً به جای تنه های درخت از تراشه های چوب به عنوان نقطه آغاز خمیرسازی استفاده می شود.

تراشه های چوبی به صورت پیوسته از ماشین های پالایش (پالاینده) متوالی نوع دیسکی به دست می آیند. این ماشین ها تراشه ها را آسیاب کرده و از آن ها قطعات کوچک تری می سازند. در هر مرحله تراشه ها کوچک تر می شوند تا زمانی که خمیر اولیه به دست می آید. خمیر اولیه را غربال و رنگ بری



شکل ۱۴-۳- پالاینده دیسکی

می کنند تا به خمیر مکانیکی معمولی برسد. عملیات غربال و رنگ بری در این روش نیز مشابه روش مکانیکی است. شکل ۱۴-۳ پالاینده دیسکی را نشان

می دهند.

خمیر مکانیکی پالایش شده: این خمیر از نظر مرغوبیت کمی بالاتر از خمیر مکانیکی است اما از نظر خواص و کاربردها شبیه آن است.

خمیر ترمومکانیکال: این خمیر برای تولید کاغذهای مکانیکال مرغوب تر خوب است اما این جا باز هم لازم است با درصدی از خمیر بی چوب مخلوط شود. از نظر مشخصه های تغییر رنگ مشابه خمیر مکانیکی است.

خمیر ترمومکانیکی (TMP)^۱: این خمیر یک درجه بالاتر از خمیرهای مکانیکی است و برای تهیه آن ابتدا تراشه ها را با بخار می پروراند و سپس آن ها را پالایش می کنند. فرآیند بخاردهی باعث نرم شدن لیگنین موجود در تراشه ها و جداسازی ساده تر الیاف یا فیبرها از آن ها می شود به گونه ای که آسیب دیدگی فیبرها کمتر خواهد بود. خمیر TMP برای ساخت کاغذهای مورد استفاده در تولید کتاب های جلد کاغذی به کار می رود.

خمیرهای ترمومکانیکی به طور معمول در کارخانه های مجتمع به کار می روند، زیرا در آن جا امکانات خمیرسازی و کاغذسازی هر دو در یک محل وجود دارد.

خمیر شیمیایی – ترمومکانیکی (CTMP)^۲: این خمیر یک مرحله بیشتر از خمیر TMP پروراند می شود: مرحله شیمیایی به عملیات ساخت این خمیر افزوده شده است که در آن لیگنین تا قسمتی قبل از شروع پالایش تراشه های چوبی حل می شود. کاغذهایی که از خمیر (CTMP) ساخته می شوند از نظر کیفیت نزدیک به بسیاری از انواع کاغذهای بی چوب هستند و طول فیبرهای آن ها تقریباً مشابه خمیرهای بی چوب است.

خمیر شیمیایی – ترمومکانیکی: این خمیر بسیار مرغوب با حجم خوب و مشخصه های کدری مناسب در ترکیب با خمیرهای شیمیایی گران قیمت تر است.

پ) روش شیمیایی: هدف از خمیرسازی شیمیایی کاهش یا حل لیگنین موجود در چوب به وسیله عوامل شیمیایی به جای روش ها و ابزارهای فیزیکی است. در این روش فیبرها بسیار پاکیزه تر از یکدیگر جدا می شوند و ناخالصی های موجود در خمیر نهایی بسیار کمتر است. در خمیرسازی شیمیایی، خمیری خالص تر و قوی تر به دست می آید که به خمیر بی چوب مشهور است. به عبارت دیگر این خمیر چوب آسیاب نمی شود. هنگام استفاده از روش های شیمیایی برای پروراندن خمیر و در نبود نیروهای مکانیکی می توان اطمینان یافت که آسیب دیدگی فیبرها یا الیاف چوب در اثر پارگی یا کوبیده

^۱ – Termo – Mechanical Paper

^۲ – Cemical – Termo – Mechanical – Paper

شدن کمتر است. در نتیجه طول فیبرها یا الیاف در خمیرهای شیمیایی بیشتر و خمیر قوی‌تر، دارای خاصیت جهندگی بالاتر و پیوستگی بیشتر است.

خمیرهای شیمیایی نرم چوب، دارای الیاف با فیبرهای بلندتر است و از نظر استحکام و صافی سطح کیفیت خوبی دارد، از نظر چاپ‌پذیری و صافی سطح نیز خوب است. استاندارد کاغذهای کتاب معمولاً دارای کمترین الیاف چوبی هستند.

خمیرهای شیمیایی سخت چوب، دارای فیبرها یا الیاف کوتاه‌تر است و در ترکیب با خمیرهای نرم چوب مشخصه‌های حجمی و کدری خوبی دارد.

پروراندن شیمیایی تراشه‌ها: پروراندن شیمیایی تراشه‌ها به دو روش صورت می‌گیرد. *الف) فرآیند سولفیت*: این فرآیند، فرآیندی اسیدی است که به خصوص برای نرم چوب‌ها، به‌ویژه چوب صنوبر، به کار می‌رود. محلول بی‌سولفیت کلسیم و دی‌اکسید گوگرد در آب برای پروراندن تراشه‌های چوب ریخته شده در برج عملیاتی این فرآیند به کار می‌رود. تراشه‌ها و مایع شیمیایی را همراه یکدیگر بین ۶ تا ۲۴ ساعت می‌پزند و پس از آن خمیر چوب حاصل را غربال کرده و شستشو می‌دهند. در فرآیند پخت تراشه‌ها، ناخالصی‌های عمده موجود در تراشه‌های چوب (لیگنین، صمغ‌ها و مواد همی سلولزی) حل شده و از فیبرها جدا می‌شود. محصول نهایی فیبرهای سلولزی خالص است که در ساخت کاغذهای مرغوب به کار می‌رود.

در مقایسه با خمیرسازی چوب آسیاب شده، بازدهی وزنی خمیر حاصل پایین است: فقط در حدود ۵۰ درصد وزن تراشه‌های چوب خشک، به خمیر کاغذ تبدیل می‌شود. روش سولفیت که روش سنتی شیمیایی است در حال حاضر به علت تأثیرات نامطلوب آن روی محیط‌زیست کمتر مورد توجه است، زیرا از مواد شیمیایی که استفاده می‌شود آلودگی زیادی دارند. اغلب کارخانه‌های خمیرسازی مدرن از روش سولفات استفاده می‌کنند.

ب) فرآیند سولفات: این فرآیند، فرآیندی قلیایی است که گاهی فرآیند کرافت نامیده می‌شود و از آن برای هر دو نوع چوب‌های نرم (به‌ویژه کاج) و چوب‌های سخت (به‌ویژه غان) استفاده می‌کنند.

سود سوزآور (هیدروکسید سدیم) و سولفیت و سولفات سدیم را با تراشه‌های چوب داخل دستگاهی با تغذیه پیوسته پروراندن می‌پزند. این دستگاه را هضم‌کننده کامیر^۱ می‌نامند. مدت عملیات در این ماشین فقط در حدود ۲ تا ۳ ساعت است و پس از آن فیبرها به‌سادگی از چوب جدا می‌شوند، به‌صورتی که طول کامل آن‌ها حفظ می‌شود و همین موضوع مزیت اصلی این فرآیند است که باعث

می‌شود خمیری قوی به دست آید.

بازده وزنی این فرآیند نیز بالا است. در حدود ۶۵ تا ۷۵ درصد وزن تراشه‌های خشک مورد استفاده در خمیرسازی این فرآیند به خمیر کاغذ تبدیل می‌شود. در روشی دیگر (سولفیت یا سولفات) پس از پروراندن خمیر آن را شستشو و غربال می‌کنند سپس به کارخانه رنگ‌بری پمپ می‌کنند؛ ماده حاصل که به شکل شیرابه‌ای لزج است، در آن‌جا تحت عملیات رنگ‌بری قرار می‌گیرد. به‌طور معمول رنگ‌بری خمیرهای بی‌چوب عملیاتی چند مرحله‌ای است. خمیر را از داخل تعدادی مخزن عبور می‌دهند. در هر مخزن عملیاتی برای پروراندن افزوده خمیر با استفاده از عوامل رنگ‌بر شیمیایی روی آن انجام می‌شود. هر مرحله کیفیت رنگ خمیر را تا درجه‌ای بهبود می‌بخشد تا زمانی که درجه سفیدی موردنظر به دست بیاید. مواد شیمیایی مورد استفاده در این عملیات عبارتند از: کلر، اکسیژن، پراکسید هیدروژن، بی‌سولفیت منیزیم و آب. به علت تأثیرات آلاینده کلر در محیط‌زیست، استفاده از آن کم‌کم منسوخ می‌شود. محصول نهایی را به ترتیب، سولفیت رنگ‌بری شده یا سولفات رنگ‌بری شده (کرافت رنگ‌بری شده) می‌نامند.

۲-۳- تهیه خمیر کاغذ از کاغذ باطله (بازیافتی): کاغذهای بازیافتی سفیدی که از فروشندگان کاغذهای بازیافتی خریداری می‌شود یا از خود کارخانه تهیه می‌شوند (به شکل پوشال کاغذی یا کاغذهای غیرقابل فروش) یا کاغذ تولید شده غیراستاندارد تولید شده، در چرخه بازیافت کاغذ مورد استفاده قرار می‌گیرد. این نوع خمیرها دارای گونه‌های بسیار متعددی هستند که بستگی به منبع اصلی تأمین کاغذ مورد استفاده در تهیه آن‌ها دارد. هنگام استفاده از خمیرهای تهیه شده از کاغذهای بازیافتی، کاغذساز باید مواد شیمیایی دیگری را به خمیر اضافه کند تا کیفیت‌های خاصی را در کاغذ نهایی به دست آورد. این مواد شیمیایی را به‌طور کلی پرکننده‌های کاغذ می‌نامند. پرکننده‌ها کاربردهایی متفاوت دارند. کاغذهای بازیافتی سفید را به‌وسیله حل کردن آن‌ها دوباره به خمیر تبدیل می‌کنند و ناخالصی‌ها را از آن جدا می‌کنند و در صورت نیاز رنگ‌بری و پاک‌سازی نیز روی آن انجام می‌شود. پس از آن محلول لزج به دست آمده را برای تبدیل به خمیر نهایی به قسمتی دیگر می‌فرستند. این مجموعه از عملیات معمولاً به‌صورت مجتمع در کنار عملیات کاغذسازی پیش‌بینی می‌شود. برای بازیافت کاغذهای چاپ شده، چرخه‌ای پیچیده‌تر از عملیات فوق مورد نیاز است که در طول آن‌ها مرکب چاپ از کاغذ جدا می‌شود و به کمک پروراندن شیمیایی خمیر را رنگ‌بری می‌کنند. کاربرد این کاغذها معمولاً به‌عنوان بخشی کمکی در انواع مشخصی از کاغذهای روزنامه یا کاغذهای پرحجم به کار می‌رود که در آن‌ها از خمیر مکانیکی ساده استفاده می‌شود. خمیر به دست آمده از این نوع

کاغذها را به صورت شیرابه برای انتقال به محل اختلاط با خمیر مکانیکی انتقال می دهند.

۳-۲-۳- تهیه خمیر کاغذ از پارچه های کهنه : در کارخانه های کاغذسازی از تکه پارچه های پارچه های پنبه ای، کنفی، کتانی، شاهدانه ای و غیره که کهنه شده و معمولاً دور ریخته می شوند و حتی از نخ و طناب های مستعمل، خمیر کاغذ تهیه می کنند. برای استخراج سلولز این مواد به شرح زیر عمل می شود :

- تفکیک پارچه ها و نخ های مستعمل از نظر جنس؛
- جدا کردن مواد زائد، مثل دکمه، قزن و مانند این ها؛
- قطعه قطعه کردن آن ها با ماشین های مخصوص؛
- غریال و زیر و رو کردن تکه پارچه های پارچه و زدودن گرد و خاک آن ها؛
- شستشوی مواد در دیگ های مخصوص با محلول های قلیایی مانند شو (chau) و سود در حرارتی بالای ۱۵۰ درجه سانتی گراد برای از بین بردن چربی و مواد زائد دیگر موجود در رشته های آن؛
- شستشوی مجدد در حوضچه هایی که آب خالص در آن جریان دارد، برای از بین بردن مواد قلیایی؛

● ریش ریش کردن تکه پارچه های پارچه با ماشین های مخصوص پنجه دار
روش کار به این ترتیب است که ابتدا تکه پارچه ها را با آب مخلوط می کنند و سپس پنجه های فولادی دستگاه با حرکت دورانی الیاف را از هم جدا و با آب به خوبی مخلوط کرده و به شکل خمیر درمی آورد.
سفید کردن الیاف با استفاده از کلر و خشک کردن الیاف خمیر شده و تهیه قالب های مکعب شکل از آن، مراحل بعدی کار هستند. شکل ۱۵-۳ نمایش میکروسکوپی فیبرها با الیاف سالم را نشان می دهد.



پ

ب

الف

شکل ۱۵-۳- نمایش میکروسکوپی فیبرها با الیاف سالم

در شکل الف، الیاف کاج (نرم چوب) ۱- فیبرهای نوار پهن با دیوارهای نازک (طول ۲/۶ تا ۳/۷ میلی متر) و پهنای ۰/۰۴۷ تا ۰/۰۶۲ میلی متر ۲- فیبرهای نازک تر با دیوارهای پهن (طول ۱/۶ تا ۴/۳۱ میلی متر) پهنای ۰/۰۱۶ تا ۰/۰۲۳ میلی متر نشان داده می شوند.

در شکل ب، الیاف اکالیپتوس (برگ ریز) ۱- نوع پهن نواری با دیوارهای نازک (طول ۰/۳۹ تا ۰/۹۲ میلی متر) و پهنای ۰/۰۱۹ تا ۰/۰۳۹ میلی متر ۲- نوع باریک با دیوارهای ضخیم (طول ۰/۵۱ تا ۱/۴۷ میلی متر) پهنای ۰/۰۱ تا ۰/۰۳۹ میلی متر نشان داده می شوند.

در شکل پ، الیاف پنبه ۱- دیوارهای ضخیم و باریک (طول ۵۰ میلی متر) پهنای ۰/۰۱ تا ۰/۰۳۱ میلی متر ۲- فیبرهای تخت با دیوارهای ضخیم و نواری شکل (طول ۱۰ میلی متر) و پهنای ۰/۰۲۲ تا ۰/۰۵ میلی متر نشان داده می شوند.

۳-۳- تولید کاغذ

تولید کاغذ در دو مرحله آماده سازی خمیر کاغذ و عملیات اصلی کاغذسازی صورت می گیرد.

الف) آماده سازی خمیر کاغذ : این مرحله شامل مراحل زیر است :

- جدا کردن الیاف (فیبرهای) سلولزی از مواد خام، دورریز تمام مواد نامطلوب و تبدیل الیاف به شکل مناسب برای کاغذسازی.
- درهم تیدن الیاف به صورت لایه نهایی مواد تشکیل دهنده کاغذ. فرآورش (آماده سازی و پروراندن) خمیر سلولز از چوب یا گیاهان دیگر که در طی آن الیاف (فیبرها) جدا می شوند.
- آماده کردن خمیر و مواد دیگر برای ماشین کاغذسازی. در این مرحله باید الیاف را بزنند^۱ یا آن ها را پالایش^۲ و افزودنی های مورد نظر را به آن اضافه کنند.

ب) عملیات اصلی کاغذسازی : در این مرحله آب به تدریج و مرحله به مرحله از خمیر کاغذ گرفته می شود. پس از آن با عملیات تکمیلی مشخصه های سطحی کاغذ اصلاح و تکمیل می شوند.

۳-۳-۱- آماده سازی خمیر کاغذ : در این فرآیند مرحله اصلی کار برای تهیه کاغذ از خمیرهای مختلف حل کردن خمیر کاغذ در آب می باشد. این کار باعث تورم الیاف سلولز و معلق شدن الیاف در آب شده در نتیجه خمیر به صورت شیری رقیق در می آید. چنان چه این شیر روی سطح صاف ریخته شود، سطح آن را می پوشاند. سپس آب موجود در محلول با چکیدن و خشک شدن جدا و خمیر

۱- Beating

۲- Refining

خشک شده به کاغذ تبدیل می شود.

خمیر الیاف سلولز را که قبلاً به صورت قالب درآمده است، قطعه قطعه می کنند و با آب در تشتک سرپوشیده می ریزند و در آن را محکم می بندند. در اثر حرکت دورانی استوانه، آب به جریان می افتد و دندانه های شانه استوانه الیاف سلولز را ریش ریش می کند: الیاف در اثر عبور از میان دندانه های شانه پایینی به کلی از هم جدا شده و به خوبی با آب مخلوط می شود. این عملیات چندین ساعت طول می کشد تا این که شیر رقیقی به دست آید. در این موقع ماشین را از کار می اندازند و درجه تورم الیاف سلولز را می سنجند. چنان چه عمل مخلوط شدن خمیر با آب خاتمه یافته باشد، یعنی الیاف به حد کافی متورم شده باشد یا به اصطلاح، محلول قوام آمده باشد، خمیر را در دیگ مخصوص ماشین کاغذسازی می ریزند. مجموعه این عملیات پالایش نامیده می شود. در همین مرحله است که مواد اضافی دیگری را به شرح زیر به محلول خمیر کاغذ اضافه می کنند:

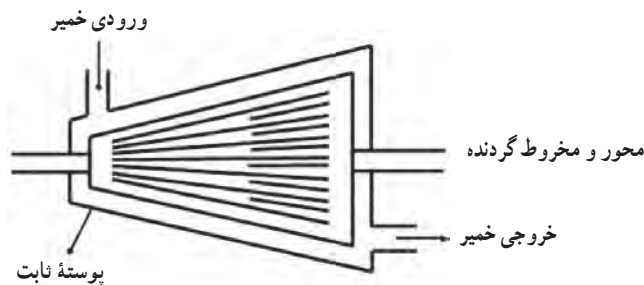
● صابون های رزینی و سولفات آلومینیم برای جلوگیری از نفوذ سریع رطوبت در کاغذ، چنان چه دو ماده فوق به خمیر کاغذ اضافه نشود، کاغذ تهیه شده به صورت کاغذ خشک کن در می آید.

● پودر تالک و کائولن برای تثبیت خواص الیاف سلولز

● مواد سفیدکننده و رنگی برای رنگ کردن خمیر کاغذ

خمیر هنگام گذر از فضای بین میله های ثابت و متحرک له شده و الیاف آن بریده می شوند. شکل

۳-۱۶ شماتیک فرایند را نشان می دهد.

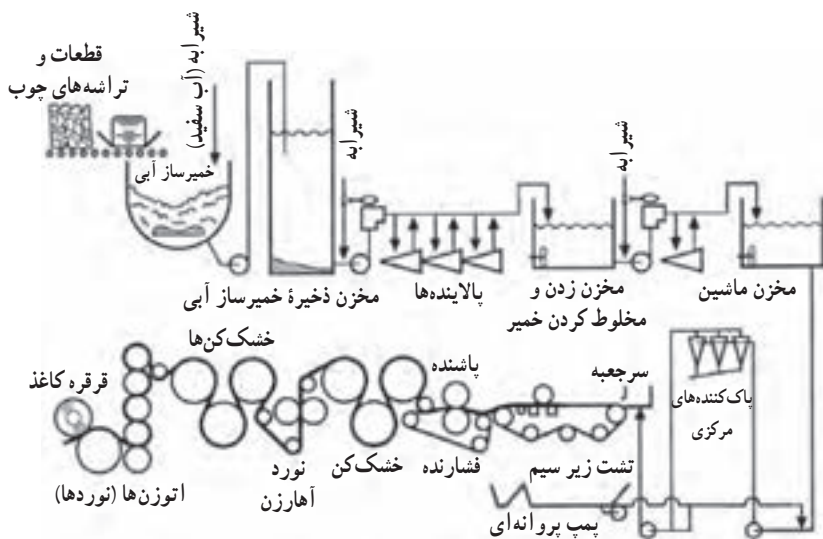


شکل ۳-۱۶

۳-۳-۲ عملیات اصلی تهیه کاغذ با ماشین: ماشین کاغذسازی از بخش های اصلی،

بخش تر، بخش نوردها، بخش خنک کننده ها، بخش عملیات تکمیلی و بخش پرداخت سطح تشکیل

شده است. شکل ۳-۱۷ نموداری از اجزای ماشین کاغذسازی را نشان می دهد.



شکل ۱۷-۳- اجزای ماشین کاغذسازی

پس از مخلوط شدن خمیر با آب و افزودن مواد شیمیایی لازم به آن، در ابتدای ماشین کاغذسازی شیرابه در ظرفی ریخته و از دریچه ای به آهستگی خارج می شود و روی باند طولی فلزی قرار می گیرد. این باند طول زیادی دارد، ولی عرض آن به نوع و اندازه ماشین کاغذسازی بستگی دارد و معمولاً بین ۱/۵ تا ۳ متر است. مایع خمیری که بر روی سطح باند ریخته می شود، به وسیله لبه های باند محدود می شود. چندین نورد فلزی بر روی خمیر فشار می آورند و آن را نازک کرده و به جلو می رانند. برای جلوگیری از چسبیدن خمیر به روی باند و نوردهای فولادی و همچنین یکنواخت کردن کامل سطح کاغذ، آب از زیر خمیر (روی باند) و روی آن (زیر نوردهای فولادی) جریان دارد.

خمیری که شامل الیاف درهم شده سلولز است، رفته رفته نازک تر شده و رو به جلو رانده می شود. در انتهای باند، ظرفی قرار دارد که قطرات آب خارج شده از خمیر، در آن جمع و خمیر به صورت ورق بلندی از کاغذ نم دار از باند خارج می شود و از بین نوردهای مختلفی که با حرارت و فشار عمل صاف کردن، خشک کردن و اتو زدن کاغذ را انجام می دهند، می گذرد. تعداد این نوردها به اندازه ای است که پس از خارج شدن نوار کاغذ از نورد آخر، کاغذ کاملاً خشک، صاف و به اندازه کافی نازک شده است.

خشک کردن کاغذ با استفاده از تبخیر آب موجود در خمیر انجام می گیرد. در بین نوردهای فوق الذکر چندین نورد وجود دارد که کاغذ را دوباره مرطوب می کنند و در نتیجه استحکام آن افزایش می یابد و سطح آن صاف تر می شود.

نوار کاغذ تهیه شده به این طریق از آخرین نورد عبور می‌کند و دور قرقره بزرگی که انتهای ماشین قرار دارد پیچیده می‌شود. این قرقره بزرگ که از کاغذ لوله شده درست شده است به «قرقره یا رول کاغذ» معروف است سطح کاغذی که به این شکل به دست آمده دانه دانه و زیر است. اگر بخواهند سطح آن را صاف‌تر کنند، کاغذ را تا وقتی که نمدار است دوباره و با فشار بسیار شدید از بین نورد فولادی صیقلی و نوردهای نمدی معروف به کالاندر که به ماشین بسته شده است عبور می‌دهند، در نتیجه کاغذ صیقلی و صاف‌تر می‌شود.

۳-۳-۳ عملیات تکمیلی : عملیات تکمیلی صنعت کاغذسازی به شرح زیر است :

- بریدن و برگ‌برگ کردن کاغذ پیچیده شده دور قرقره به ابعاد مختلف؛
- خارج کردن برگ‌های کثیف و تا شده و پاره؛
- شمارش برگ‌های کاغذ؛
- جمع کردن و بسته‌بندی برگ‌های کاغذ.

۳-۴ ویژگی‌های کاغذ

ویژگی‌های کاغذ را می‌توان به دو دسته تقسیم کرد : ویژگی‌هایی که روی ظاهر و کارایی محصول نهایی تأثیر دارند و ویژگی‌هایی که الزاماتی را از نظر انجام کار در فرآیند ساخت به وجود می‌آورند. بعضی خواص، به خصوص خاصیت جذب و استحکام، روی محصول و فرآیند ساخت آن تأثیر دارند، گرچه روش و نوع تأثیرگذاری آن‌ها متفاوت است.

آزمایش‌هایی طراحی شده‌اند که سنجشی از بسیاری از خواص فیزیکی کاغذ و مقوا به دست می‌دهند استانداردهای ملی و بین‌المللی مختلفی برای این آزمایش‌ها وجود دارند؛ البته در بسیاری از موارد آزمایش‌ها به خوبی با کارایی و عملکرد واقعی و حقیقی فرآیندهای چاپ تطابق ندارند. به این دلیل همواره لازم است روش‌های آزمایش جدیدتر و مناسب‌تری در تطابق با روش‌ها و فرآیندهای چاپی مورد نظر طراحی و انتخاب شوند تا کسب اطمینان از تناسب موارد انتخاب شده دقیق‌تر و ساده‌تر میسر شود. برخی از ویژگی‌ها که آگاهی به آن‌ها ضرورت بیشتری دارد در ادامه توضیح داده می‌شوند.

۳-۴-۱ آهار زدن : برای این‌که کاغذ برای نوشتن مناسب شود، لازم است لایه سختی

روی الیاف درهم و برهم شده سلولز کشیده شود، در غیر این صورت کاغذ مرکب را مثل کاغذ خشک‌کن جذب می‌کند. عمل روکش کشیدن روی کاغذ را آهار زدن می‌گویند. در اوایل دوران

کاغذسازی در اروپا، اوراق خشک شده را از حمامی از ژلاتین (چرم جوشانده شده) عبور می‌دادند. چسب یا ژلاتین با الیاف سلولز مخلوط می‌شد و این الیاف را سفت می‌کرد و سطح کاغذ براق می‌شد. امروزه هم کاغذهای با کیفیت بالا را با ژلاتین آهار می‌زنند. البته آهار زدن با زاج و صابون یا راتیانه و پتاس بیشتر رایج است. ژلاتین برای کاغذ مضر نیست ولی زاج، راتیانه و پتاس مضرند. کاغذسازان به جای زاج و راتیانه در صنایع تولید کاغذهای بدون اسید و بادوام، برای آهار زدن از رزین‌هایی با ترکیب قلیایی استفاده می‌کنند.

۲-۴-۳ استحکام ورق کاغذ روی کاربرد و فرایندهای چاپی آن تأثیر دارد. هنگامی که کاغذ به صورت کارت، پوشه، جلد یا روکش کتاب یا تولیدات چاپی دیگر مورد استفاده قرار می‌گیرد باید قادر باشد تنش‌های ناشی از حمل و نقل و استفاده از آن را تحمل کند. همچنین باید بتواند نیروهای اعمال شده روی آن به وسیله ماشین‌آلات مختلفی نظیر تاکن‌ها را تحمل کند بدون آن که میزان پارگی الیاف آن جدی و قابل ملاحظه باشد.

معیارهای استحکام کاغذ عبارتند از: استحکام پارگی^۲، استحکام کششی و مقاومت به کندی^۳ مورد اول و دوم به توانایی کاغذ در تحمل نیروهای چاپ، تاکنی و ترتیب و استفاده نهایی از آن مربوط می‌شود. این دو مورد به وسیله مجموعه‌ای از تجهیزات ویژه سنجش می‌شوند. مقاومت به کندی روی دستگاه ماشین چاپ کوچک (مینیا توری) که می‌تواند دقیقاً فشار مشخص شده‌ای را اعمال کند سنجیده می‌شود.

۳-۴-۳ جذب^۴: ساختار لیفی یا فیبری کاغذ دارای حفره‌هایی میکروسکوپی (ریز) است که مکش موئینگی را روی مایعات و رطوبت جوی اعمال می‌کنند. تمام کاغذها این خاصیت جذب را دارند، حتی اگر دارای لایه‌های روکش سنگین نیز باشند. منافذ فوق باعث جذب روغن‌ها و رزین‌ها می‌شود و رنگدانه‌ها در سطح قرار می‌گیرند. در صورتی که خصوصیت جذب در کاغذ و مرکب هماهنگ نباشند اجزای روغنی در سطح باقی می‌ماند و اجازه قرار گرفتن رنگدانه‌ها را بر سطح کاغذ نمی‌دهند؛ به این ترتیب رنگدانه‌ها روی سطح کاغذ دیده می‌شوند^۵ که به گچی شدن مرکب^۶ مشهور

۱- Strength

۲- Strength burst

۳- Pick resistance

۴- Absorbency

۵- Wiped Off

۶- Chalking

است. در حالتی دیگر ممکن است کاغذ جذبی بیش از اندازه داشته باشد و در نتیجه رشد دانه‌ای^۱ ایجاد شود. این مورد می‌تواند با پشت زدن^۲ همراه باشد؛ در این حالت رنگدانه‌ها تا عمقی بیش از حد در زیر لایه کاغذ نفوذ می‌کنند و تصویر چاپ شده از طرف دیگر ورق کاغذ قابل دیدن خواهد بود. جذب بالای رطوبت می‌تواند باعث تغییر شکل ورق کاغذ و انبساط یا تورم در امتداد عمود بر راه کاغذ منجر شود؛ این انبساط می‌تواند باعث عدم انطباق چاپ^۳ و چروکیدگی کاغذ در ماشین^۴ شود.

کاغذهای بسیار متخلخل چسبندگی ضعیفی نسبت به چسب مورد استفاده در صحافی کتاب از خود نشان می‌دهند. مجموعه صفحات کتاب که باید به جلد چسبانده شوند نیز در فرآیند صحافی با چنین مشکلی روبه‌رو خواهند بود.

۴-۳-۲- رنگ : گاهی اوقات به خمیر کاغذ، مرکبی با رنگ مورد نظر افزوده می‌شود تا کاغذ تغییر رنگی مطلوب داشته باشد. اگر کاغذ سفید مورد نیاز باشد، مرکب آبی به خمیر کاغذ افزوده می‌شود تا با زردی طبیعی خمیر کاغذ خنثی شود. در حالت ایده‌آل کاغذ سفید تمام طول موج‌ها را به‌طور مساوی بازتاب می‌کند و اطمینان می‌یابیم که هیچ سایه یا اثر رنگی روی تصویر چاپ شده وجود نخواهد داشت و بیشترین پوشش فراگیر رنگی که دربرگیرنده تمام طیف‌های رنگی^۵ است حاصل می‌شود. چشم انسان با هر رنگ نزدیک به رنگ سفید به عنوان سفید مرجع یا سفید مبنا سازگاری می‌یابد. در عین حال چشم توانایی بالایی برای تشخیص بین سایه‌های مختلف رنگ سفید دارد که حتی پس از این سازش باز هم حس می‌شود. بنابراین با توجه به این قابلیت چشم، یک نواختی و یک دست بودن بسیار مهم‌تر از انطباق با رنگ با استاندارد مشخص است. در جاهایی که رنگ کاغذ اهمیتی بحرانی دارد، سطوح تغییرات قابل تحمل^۶ مطرح می‌شوند. این سطوح قابل تحمل بر حسب متغیری که معرف اختلاف‌های رنگی است بیان می‌شود و با دستگاه‌های سنجش رنگ (رنگ سنج)^۷ یا دستگاه‌های نورسنج^۸ طیفی اندازه‌گیری

۱- Excessive dot gain

۲- Strike through

۳- Misregister

۴- Creasing

۵- Maximum color gamut

۶- Tolerance levels

۷- Colorimeter

۸- Spectrophotometer

می‌شود. اندازه‌گیری چگالی نوری^۱ در اغلب کاغذها اهمیت ندارد؛ زیرا اختلاف چگالی‌ها در رنگ‌های سفید یا رنگ‌های گچی یا پاستلی^۲ چندان قابل ملاحظه نیست.

۵-۴-۳- درخشندگی^۳: درخشندگی تا حدی با سفیدی متفاوت است. درخشندگی معیار یا سنجشی از میزان نور بازتاب شده از سطح کاغذ به دست می‌دهد. کاغذی که درخشندگی آن پایین است، در حدود ۷ درصد نور تابیده به آن را باز می‌تاباند؛ این چنین کاغذی تصویرهای تار^۴ و دارای تضاد رنگی پایین^۵ به دست می‌دهد. برای بالا بردن سطح درخشندگی کاغذ، از عوامل درخشنده کننده اپتیکی که به خمیر کاغذ افزوده می‌شوند، استفاده می‌شود. این مواد به کاغذ خاصیت فلورسانت می‌دهند که باعث می‌شود نور فرابنفش در محدوده طیف قابل رؤیت بازتاب شود. قسمت عمده‌ای از این بازتاب در محدوده آبی طیف قابل رؤیت قرار می‌گیرد. در صنعت کاغذسازی از دستگاه‌های سنجش بازتاب برای اندازه‌گیری و ارزیابی درخشندگی کاغذ استفاده می‌شود. روی این دستگاه‌های اندازه‌گیری درخشندگی، فیلترهایی با نقطه بیشینه ۴۵۷ نانومتر نصب می‌شود که باعث می‌شود محدوده مؤثر اندازه‌گیری بازتاب فقط در محدوده آبی رنگ طیف باقی بماند.

۶-۴-۳- صافی سطح کاغذ: صافی سطح کاغذ اساساً به احساس کلی فرد هنگام لمس کردن کاغذ چاپ شده باز می‌گردد. همچنین روی روش مورد استفاده در چاپ کاغذ نیز تأثیر می‌گذارد. فقط کاغذهای صاف و هموار می‌توانند چاپ خوب و با کیفیتی از تصویرهای دارای نیم سایه‌های دقیق^۶ به دست بدهند. علاوه بر آن یک نواختی و سطح لایه مرکب قرار گرفته روی کاغذ نیز به صافی سطح کاغذ بستگی دارد.

عامل تعیین کننده در صافی سطح کاغذ درجه پالایش خمیر کاغذ، نسبت افزودنی‌های معدنی به خمیر کاغذ، و یک نواختی ساخت کاغذ است. برای کاغذهای روکش دار نوع و روش ایجاد روکش نیز در این صافی سطح مؤثر است. با اتوکشی کاغذ^۷ صافی سطح اضافه‌ای در کاغذ می‌توان ایجاد کرد.

۱- Density

۲- Pastel

۳- Brightness

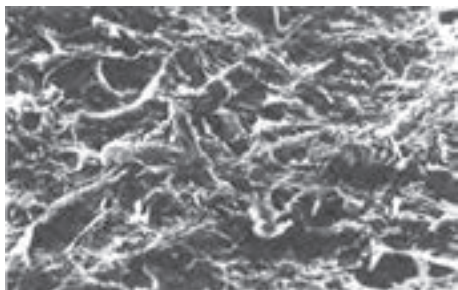
۴- Dull

۵- Low - Contrast

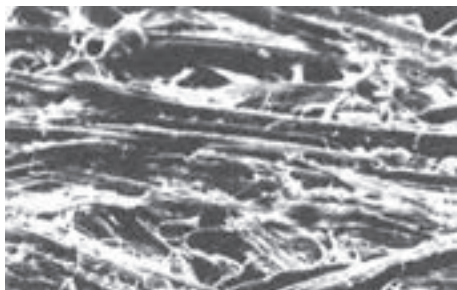
۶- Fine Screen Rullings

۷- Calendaring

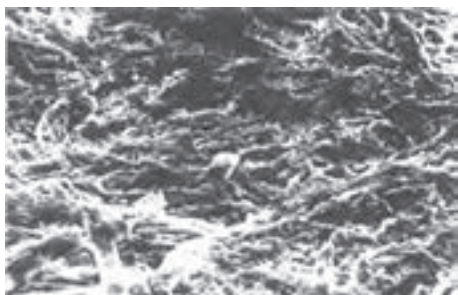
صافی سطح کاغذ به خصوص در چاپ گود^۱ اهمیت دارد. اگر سطح کاغذ بزرگ نمایی شود، الیاف آن و فواصل و فضاهاى کوچک بین آنها قابل رؤیت خواهند بود. شکل های ۳-۱۸ تا ۳-۲۳ تصویرهای بزرگنمایی شده سطح کاغذهای مختلف که نشان دهنده علت تفاوت کیفیت چاپ روی آنها است را با بزرگنمایی ۱۳۰ برابر نشان می دهند.



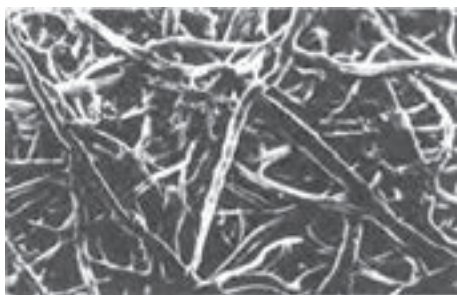
شکل ۱۹-۳ کاغذ ماشینی



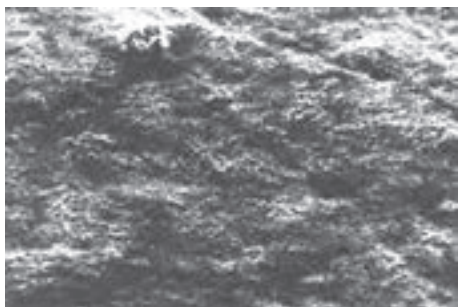
شکل ۱۸-۳ کاغذ روزنامه



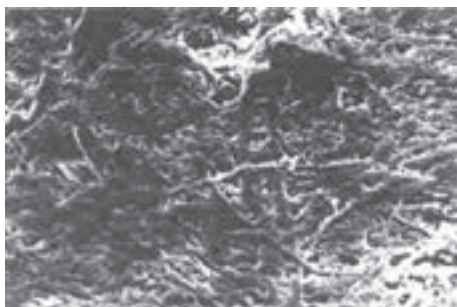
شکل ۲۱-۳ کاغذ افست ابریشمی



شکل ۲۰-۳ کاغذ افست بی چوب با روکش ماشینی



شکل ۲۳-۳ کاغذهای هنری (مناسب برای چاپ عکس) با روکش کامل

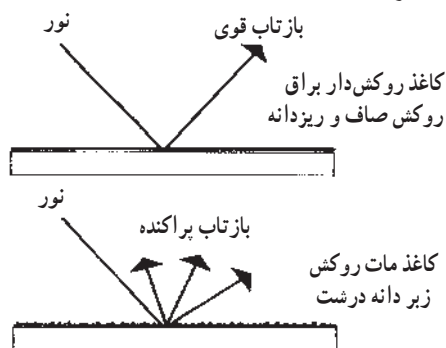


شکل ۲۲-۳ کاغذ هنری چاپ عکس با روکش خفیف

۱-Gravure printing

گودی‌ها و شکاف‌های بین آن‌ها می‌تواند گودتر از ضخامت لایه مرکب باشد، به طوری که ترکیبی از تغییر شکل فرم چاپ و فشار چاپ^۱ برای انتقال مرکب به تمام سطح ورق لازم خواهد بود. یکی از اثرات جانبی افزایش فشار در سطح مورد نیاز، رساندن مرکب به کف گودی‌های کاغذ زبر و در نتیجه افزایش رشد دانه‌های مرکب در نقش چاپی^۲ است همچنین از آن‌جا که زبری سطح کاغذ اغلب همراه با افزایش قدرت جذب سطح کاغذ است، در صورتی که از کاغذهای ناصاف استفاده شود، می‌توان انتظار داشت که کیفیت چاپ در مقایسه با کاغذهای صاف پایین‌تر باشد.

صافی سطح کاغذهای روکش‌دار مات راهنمای خوبی برای تعیین میزان مقاومت آن‌ها به مالیدگی مرکب^۳ است. این مورد از جمله نواقص چاپی مربوط به کاغذهای روکش‌دار یا گلاسه است. این نقص چاپی به طبیعت ساینده روکش‌های ساخته شده از جنس کربنات کلسیم مربوط است که باعث می‌شود مرکب از سطوح چاپ شده به سطوح چاپ نشده کاغذهای صفحات مقابل انتقال داده شود. این مشکل گاهی اوقات به زمان خشک شدن نامناسب مرکب روی کاغذ مربوط می‌شود، اما در حقیقت این نقص به خصوصیات مرکب بستگی ندارد. مالیدگی مرکب را می‌توان با استفاده از مرکب‌هایی که نسبت موم داخل آن‌ها بیش از اندازه طبیعی است کاهش داد، اما فقط در صورتی قابل حذف هستند که جلا یا ورنی ضد آبی^۴ روی ورق کشیده شود.



شکل ۲۴-۳- نمایش بازتاب نور از سطح کاغذ

برای ارزیابی صافی سطح کاغذ، از ابزارهای دقیق اندازه‌گیری از نوع نشی هوا^۵ استفاده می‌شود. این ابزارهای دقیق میزان گذر جریان هوا از داخل سطح کاغذ را اندازه‌گیری می‌کند. اندازه‌گیری میکروسکوپی پستی و بلندی‌های سطح کاغذ که نیم‌رخ سنجی^۶ نامیده می‌شود نیز از جمله روش‌های دیگری است که می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد (شکل ۲۴-۳).

۱- Impression Pressure

۲- Dot gain

۳- Matt Rub

۴- Sealer Varnish

۵- Air Leak

۶- Profilometry

۷-۴-۳- کدري کاغذ : کدري از جمله خواص مهم کاغذ است که تأثیر به‌سزایی در کیفیت کار چاپی دارد. به هر میزان که تصویر چاپ شده روی طرفی از کاغذ از طرف دیگر قابل دیدن باشد، می‌تواند تأثیر مخرب قابل ملاحظه‌ای روی کیفیت دیداری طرف دیگر داشته باشد. عواملی که مستقیماً روی کدري کاغذ تأثیر دارند، عبارتند از :

میزان زدن خمیر کاغذ^۱، ضخامت ورق کاغذ، نوع مواد افزودنی و نوع روکش مورد استفاده کاغذ، و الیاف (فیبر) مورد استفاده در ساخت کاغذ. الیاف یا فیبرهای کوتاه‌تری که از درختان سخت چوب به‌دست می‌آیند یا از بازیافت کاغذهای مصرف شده تهیه می‌شوند، کاغذهایی با کدري یا تیرگی بالاتر به‌دست می‌دهند.

برای کسب اطمینان از آن که تداخلی در اندازه‌گیری کدري با تأثیر نفوذ مرکب به صورت پشت‌زنی^۲ ایجاد نشده باشد، بهتر است برای ارزیابی و سنجش کدري کاغذ چاپی، ورق چاپ شده دیگری را رو به بالا و زیر کاغذ چاپ نشده‌ای که قرار است ارزیابی شود قرار دهیم. کدري کاغذ را همچنین می‌توان به‌صورت کمی با نسبت عددی تعریف شده به‌صورت زیر تعریف کرد :

کدري عبارت است از نسبت اثر بازتابی یک ورق روی سطح جسم سیاه به میزان بازتاب آن روی ستون ضخیمی از ورق‌هایی از همان نوع.

برای اغلب کارها لازم است مقدار این کدري ۹۰٪ یا بیشتر باشد. در ارزیابی کدري کاغذ نمی‌توان از روش نگه داشتن آن در مقابل نور استفاده کرد؛ عملاً تمام کاغذها در این آزمایش رد می‌شوند، زیرا این نوع آزمایش در هر صورت نمی‌تواند نشان‌دهنده چگونگی عملکرد کاغذ نزد کاربر نهایی آن باشد.

۸-۴-۳- روکش کاغذ : روکش کاغذ با ایجاد پوششی از مواد مخصوص روی سطح کاغذ ایجاد می‌شود. روکش‌هایی از جنس گل چینی که با کاردک هوایی یا به روش ریختگی روی کاغذ ایجاد می‌شوند، در مقایسه با روکش‌هایی که با کاردک روی سطح کاغذ پهن شده‌اند، براقیت بالاتری دارند، به‌خصوص هنگامی که اتوکشی^۳ افزوده‌ای نیز انجام شده باشد. براقیت کاغذ به‌صورت درصد نور بازتابیده در زاویه‌ای مشخص شده اندازه‌گیری می‌شود و کمینه مقدار آن برای کاغذهای دارای براقیت بالا^۴ به ۶۰ درصد می‌رسد.

۱- Beating of the Pulp

۲- Strike-Through

۳- Calendaring

۴- High-Gloss Papers

۹-۴-۳- اندازه‌های کاغذ : هنگام انتخاب کاغذ بهتر آن است که در پیوند با فرم‌بندی کار

از چاپخانه نیز نظر بخواهید؛ مواردی که بنا به نیازهای چاپخانه باید تعیین شوند، عبارتند از : میزان لبه پنجه^۱، مقدار مجاز حاشیه‌های عطف و لبه‌های برش^۲ فواصل و حاشیه‌های مورد نیاز صحافی، به‌طور مثال لبه‌های^۳ مورد نیاز بعضی ماشین‌های مفتول زنی و دوخت زنی^۴ بر اساس این اندازه‌ها ممکن است لازم باشد اندازه کاغذ از حد پیش‌بینی شده برای آن بیشتر باشد. در این جا باید نقطه تعادلی ظریف بین دو عامل را بیابیم. نیاز به جلوگیری از دور ریز کاغذ به علت نوع طراحی فرم‌ها و انتخاب ابعاد ورق یا پهنای نوار کاغذ در حدی بیش از اندازه لازم و دوم میزان احتمال خطر (ریسک) در پیوند با فشردگی بیش از حد جانبایی کار و فرم‌بندی که می‌تواند باعث مشکلاتی در چاپ و مراحل صحافی (به‌خصوص تاکنی و برش) شود؛ این مشکلات یا بر هزینه‌های کار می‌افزایند یا موجب افت کیفیت می‌شوند.

۱-۴-۳- پ، هاش (PH) کاغذ : حالت اسیدی یا قلیایی کاغذ در بعضی شرایط می‌تواند دارای اهمیت باشد. در سال‌های اخیر کاغذسازها از حالت اسیدی کاغذی که برای کاربردهای کتابخانه‌ای یا بایگانی و همچنین چاپ کتاب در نظر گرفته شده است کاسته‌اند. زیرا مشخص شده است که کاغذهای اسیدی عمر کوتاه‌تری دارند. حالت اسیدی کاغذ همچنین باعث خنثی شدن اثر مواد افزودنی خشک‌کننده‌ای می‌شود که در چاپ به‌کار می‌روند. از این رو می‌تواند باعث ایجاد مشکلاتی در خشک شدن مرکب بشود.

۵-۳- تولید مقوای چاپی و مقوای جلدی

امروزه تولید مقوا از طریق آسیاب کردن کاغذهای باطله و تبدیل آن به خمیر کاغذ به‌دست می‌آید. تولید مقوا از طریق دو نوع ماشین : ماشین‌های گردآبکشی و ماشین‌های اتوماتیک صورت می‌گیرد.

در این ماشین جداسازی مقوا از سیلندر به‌روش دستی صورت می‌گیرد به همین دلیل به مقوای دستی معروف است. در حالی که در ماشین‌های اتوماتیک جداسازی مقوا از سیلندر به‌صورت اتوماتیک هدایت می‌شود به همین جهت این نوع مقوا را ماشینی می‌نامند.

۱- Gripper Margins

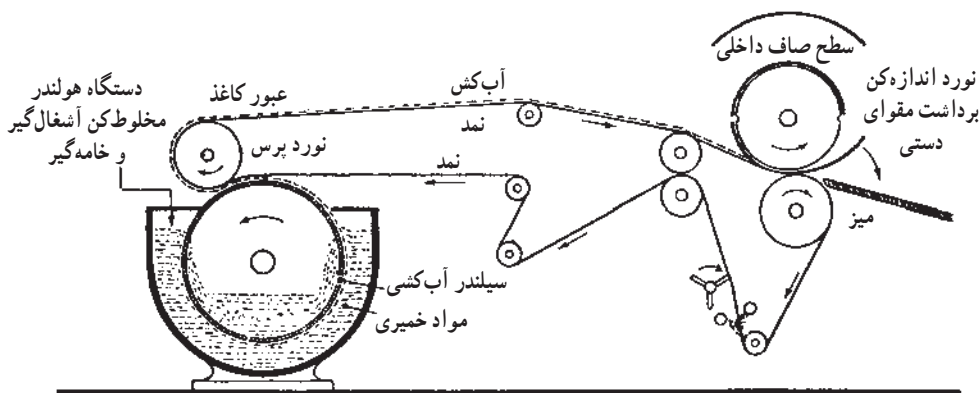
۲- Gutters Bleed Allowance and

۳- Laps or Lips

۴- Reel Width

تولید مقوای دستی: تولید مقوا در ماشین‌های گرد آبکشی دو مرحله است. مرحله اول خمیر کاغذ به لایه‌های نازک کاغذ به حالت خیس بر روی هم قرار می‌گیرند و توسط نوردهای پرس (آب‌گیری) می‌شوند.

مرحله دوم ورقه‌های نازک کاغذ آب‌گیری شده توسط تسمه‌های نمدی به دور سیلندر هدایت و پیچیده می‌شوند تا زمانی که لایه‌های کاغذ، ضخامت مورد نظر مقوا را تأمین کنند. معمولاً تعداد لایه‌های کاغذ در این روش از ۳۴ لایه تجاوز نخواهد کرد (شکل ۲۵-۳).

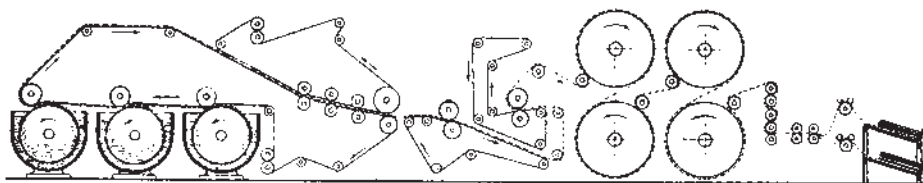


شکل ۲۵-۳- ماشین گرد آبکشی مقواسازی

قابل توجه است که طرف چسبیده به سیلندر سطحی صاف‌تر از سطح روئی که ناآرام است دارد. تولید مقوا روی ماشین‌های گرد آبکشی به مهارت کارگر برش دهنده و جداسازی مقوا از روی سیلندر ماشین دارد. از آنجایی که دور سیلندر مجهز به یک یا دو شیار برای برش‌دهی است اندازه مقوا به قطر سیلندر بستگی پیدا می‌کند.

حداقل اندازه مقوا در یک سیلندر یک شیاره 100×140 سانتی متر و در یک سیلندر دو شیاره دو مقوای 100×70 سانتی متری می‌باشد. ضخامت آن چنان محدودیتی ندارد می‌توان مقوای جلدی هم از 500 تا 800 گرم تولید شود. رنگ بیشتر مقواها خاکستری می‌باشد. در این روش تولید به علت برداشت مقوا از روی سیلندر با دست و مرطوب بودن آن مقوا نیاز به خشک شدن دارد. اوایل ورقه مقوای تولید شده مرطوب را در معرض هوای آزاد قرار می‌دادند تا خشک شود به همین دلیل مقواهای تولید شده همگی موجدار می‌شدند، اما امروزه خشک کردن مقوا با دستگاه‌های خشک کن صورت می‌گیرد در نتیجه مقوای تولید شده صاف بوده و موجدار نمی‌شود.

تولید مقوای ماشینی : تولید مقوا با ماشین های تمام اتوماتیک در دو مرحله تولید مقوای یک لایه و عملیات بعدی صورت می گیرد (شکل ۲۶-۳).



شکل ۲۶-۳- ماشین مقواسازی

مرحله اول تولید همانند کاغذ است با این تفاوت که میزان ورودی خمیر به ماشین به نسبت زیادتر با تناسب ضخامت مقوای مورد نظر (گراماژ) است. لایه های ضخیم کاغذ توسط تسمه زیری و روئی به طرف نوردهای آب گیر هدایت می شوند تا کاملاً آب لایه های کاغذ که مشخص کننده ضخامت مقوا است گرفته شود. و سپس به قسمت خشک کن ماشین هدایت می شوند. پس از خشک شدن کامل مرحله دوم آغاز می شود. مقوای تولید شده در قسمت انتهای ماشین که مجهز به غلطک های داغ است، سطح مقوا را اتو می زنند که آن را در اصطلاح ساتیناژ کردن (براق کردن) می نامند. سپس به قسمت برش طولی و عرضی هدایت تا به ابعاد مورد نظر برش و بسته بندی شوند.

۱-۵-۳- دسته بندی مقواها : مقواها را پیش از این به سه دسته تقسیم می کردند :

- مقوایی که با به هم چسباندن کاغذهای ارزان قیمت و یا اوراق باطله چایی ساخته می شد؛
- مقوایی که با چسباندن کاغذهای خیس تازه از قالب درآمده درست می شد. این نوع مقوا از مقوای نوع الف به مراتب بهتر بود؛
- مقوایی که از خمیر ارزان قیمت، کناره های کاغذ و حتی دم قیچی یا پوشال های زاید چاپخانه درست می کردند.

امروزه اغلب جلدها از مقوا ساخته می شود. این مقواها در وزن ها و ابعاد مختلف به فروش می رسد. مقوای مخصوص صحافی را می توان از نظر نوع به چهار دسته تقسیم کرد :

الف) مقوای کنفی : مقوای کنفی، ضخیم و سیاه رنگ است و از الیاف کنف ساخته می شود.

جنس این مقوا عالی است و پس از صحافی محکم و خوب باقی می ماند.

ب) مقوای الیافی : مقوای الیافی که بیشتر جلدها را از آن درست می کنند، به وسیله ماشین و

از الیاف گوناگون ساخته می شود. خمیر چوب، کاغذ باطله، تراشه چوب و برخی از مواد زاید الیاف

گونه را مخلوط می‌کنند، و از آن‌ها مقوای الیافی درست می‌کنند. اگر چه این نوع مقوا استحکام مقوای نوع اول را ندارد، ولی از آن‌جا که اقتصادی‌تر است و برخی از انواع آن در عین ارزانی نسبی از استحکام کافی برخوردار است، بیشتر مورد استفاده قرار می‌گیرد. اما، در صحافی کتاب‌های گران‌بها باید با احتیاط از این نوع مقوا استفاده کرد، زیرا کسب اطمینان از استحکام و دوام مواد ترکیبی آن به سادگی ممکن نیست.

ب) مقوای کاهی: مقوای کاهی، همان‌طور که از نامش بر می‌آید، از کاه درست می‌شود و ارزان‌قیمت‌ترین نوع مقواست. مقوای کاهی نرم است، استحکام کافی را ندارد و به آسانی تاب برمی‌دارد. مقوای کاهی در صحافی کتاب مصرف ندارد. حتی برای صحافی کتاب‌های کم‌ارزش و ارزان‌قیمت هم مورد استفاده قرار نمی‌گیرد.

ت) مقوای چاپ‌های هنری: مقوای تهیه شده از پارچه‌های کهنه و دم‌قیچی، مقوای تمیزی هستند که از کیفیت خوبی برخوردارند. از این نوع مقواها برای چاپ‌ترینی و کارهای هنری و غیره استفاده می‌شود و به لحاظ گران‌قیمت بودن آن، کمتر برای صحافی کتاب به کار می‌رود.

۲-۵-۳- ویژگی‌های سطح و لبه‌های مقوا

● مقوای تولید شده ماشین‌های گردآبکشی اصولاً از حالت خمیدگی برخوردارند در حالی که مقوای تولید شده ماشین‌های اتوماتیک کاملاً صاف‌اند.

● مقوای تولید شده در ماشین‌های گردآبکشی یک رو ترک خورده و روی دیگر زبر است ولی مقوای تولید شده در ماشین‌های اتوماتیک دارای دو طرف کاملاً صاف است.

● لبه‌های مقوای تولید شده در ماشین‌های گردآبکشی نامنظم و رنجه رنجه است (به علت برش‌دهی با دست و جداسازی از روی سیلندر) ولی لبه‌های مقوای تولید شده در ماشین‌های اتوماتیک کاملاً صاف‌اند.

۳-۵-۳- ویژگی ساختاری: مقواها از نظر ساختاری اصولاً به سه گروه دسته‌بندی شده‌اند.

الف) مقوای چایی: این مقواها دارای ساختاری یک لایه‌اند و در ضخامت‌های مختلف (گراماژی) متفاوت تولید می‌شوند. ضخامت این مقواها از ۱۹۰ گرم تا ۴۵۰ گرم تجاوز نمی‌کنند.

ب) مقوای جلدی: این مقواها ساختاری چند لایه‌اند که در ضخامت‌های مختلف (گراماژی) تولید می‌شوند. ضخامت این مقواها از ۵۰۰ گرم تا ۸۰۰ گرم و گاهی هم تا ۱۰۰۰ گرم می‌رسد. معمولاً مقوای جلدی را شماره‌بندی کرده‌اند بدین ترتیب از نیم - یک - یک و نیم - دو الی شماره ده

میلی متر است.

ج) **کارتن‌ها**: کارت‌ها از چسباندن تعداد مقواهای سه لایه یا لایه‌های کاغذهای گرافت به صورت صاف یا کنگره‌ای یک لایه‌ای و چند لایه‌ای به وجود می‌آیند. کارت‌ها بنا به نوع ساختار خود به نام‌های مقوای کارتونی و فلوتی (فشنگی) معروف‌اند. معمولاً قهوه‌ای رنگ و نوع فلوتی شده با روکش کاغذ لمینت شده سفید است.

عمل لمینت کردن از طریق ماشین‌های کارت‌سازی امکان‌پذیر خواهد بود.

آزمون پایانی فصل سوم

سوالات تشریحی

- ۱- علت مخلوط کردن ماده اولیه کاغذ را با مواد شیمیایی توضیح دهید؟
- ۲- نقش الیاف یا فیبر را شرح دهید.
- ۳- الیاف (فیبرهای) مورد استفاده کاغذ را نام ببرید.
- ۴- روش تولید مقوای دستی را به طور مختصر شرح دهید.
- ۵- درخشانی الیاف چوب نرم را نام ببرید.
- ۶- الیاف سخت چوب از چه نوع درختانی به دست می آیند؟
- ۷- کاغذهای پر حجم، کدر و نرم با کدام الیاف تولید می شوند؟
- ۸- مواد شیمیایی موجود در چوب را نام ببرید.
- ۹- خالص ترین سلولز موجود در طبیعت به چه نام معروف است؟
- ۱۰- ارزان ترین مواد خام کاغذ در دنیا به چه نام معروف است؟
- ۱۱- الیاف های هادرنی (بدون الیاف چوبی) از کدام مواد به وجود می آیند؟
- ۱۲- کاغذهای چاپی معمولاً از چند درصد الیاف چوبی و سلولزی برخوردارند؟
- ۱۳- درصد الیاف چوبی و سلولزی کاغذهای چاپی ظریف به چه میزانی

هستند؟

- ۱۴- انواع خمیرهای کاغذ را توضیح دهید.
- ۱۵- روش های تهیه خمیر کاغذ از چوب را نام ببرید.
- ۱۶- مراحل درجه سفیدی کاغذ را توضیح دهید.
- ۱۷- مواد سفید کننده کاغذ را نام ببرید.
- ۱۸- روش های جلوگیری از نفوذ سریع رطوبت در کاغذ را توضیح دهید.
- ۱۹- ویژگی مقوای مخصوص صحافی را توضیح دهید.

۲۰- لیگنین را تعریف کنید.

۲۱- ویژگی های کاغذ را نام ببرید.

سوالات چهارگزینه ای

۱- برای تهیه کاغذهای ظریف و لوکس از الیاف کدام گیاه استفاده می کنند؟

الف) موز - خرما (ب) آناناس - خرما

(پ) گندم - برنج (ت) موز - آناناس

۲- الیاف مناسب کاغذ ویژه چاپ اوراق بهادار کدام است؟

الف) چوبی (ب) سلولزی

(پ) هادرنی (ت) بازیافتی

۳- عرض ماشین های کاغذسازی معمولاً چند متر است؟

الف) ۴ تا ۵ (ب) ۳ تا ۴

(پ) ۱/۵ تا ۳ (ت) ۱/۵ تا ۴

۴- کاغذ افست به چه نسبت از خمیر پارچه و سلولز تهیه می شود؟

الف) ۱/۵ به ۳/۵ (ب) ۱/۲ به ۳/۳

(پ) ۱/۴ به ۳/۴ (ت) ۱/۳ به ۳/۳

۵- ضخامت مقوا به کدام عوامل بستگی دارد؟

الف) ابعاد باند کاغذ (ب) طول باند کاغذ

(پ) تعداد باند کاغذ (ت) عرض باند کاغذ

۶- استحکام کاغذ به کدام عامل بستگی دارد؟

الف) ابعاد کاغذ (ب) ضخامت برگ

(پ) تعداد الیاف برگ (ت) نوع الیاف برگ

۷- کاغذ روزنامه چند درصد الیاف سلولزی دارد؟

الف) ۱۵-۲۰ (ب) ۱۵-۱۲

(پ) ۵-۱۰ (ت) ۵-۱۵

۸- معمولاً نسبت Laim (آهار) در کاغذ افست کدام است؟

الف) $\frac{1}{4}$ (ب) $\frac{2}{4}$

- پ) $\frac{3}{4}$ ت) $\frac{4}{4}$
- ۹- کاغذهای حجیم به چه نام معروف اند؟ کاغذ.....
- الف) روزنامه ب) خشک کن
- پ) بوفان ت) رسم و نقاشی
- ۱۰- معمولاً گراماژ مقواهای چاپی یک لایه ای کدام است؟
- الف) $120-150$ ب) $150-170$
- پ) $190-450$ ت) $150-450$
- ۱۱- ابعاد مقوا به کدام عامل ماشین تولید مقوا بستگی دارد؟
- الف) ضخامت مقوا ب) تعداد لایه ها
- پ) قطر سیلندر ت) نوع خمیر
- ۱۲- به منظور تولید کاغذ کاملاً سفید به خمیر کاغذ کدام مورد اضافه می شود؟
- الف) کلرور ب) مرکب سفید
- پ) مرکب آبی ت) مرکب زرد
- ۱۳- معمولاً مقواهای جلدی دارای کدام رنگ هستند؟
- الف) سفید چرک ب) قهوه ای روشن
- پ) خاکستری ت) آبی رنگ