



داستانی درباره کاغذ^۱

ترجمه: دکتر علی شکویی
عضو هیأت علمی دانشگاه تهران

کاغذ چیست؟

کاغذ عمدتاً از الیاف گیاهی فشرده درست می‌شود که اول آنها را در داخل آب حل کرده، سپس همراه با آب که به صورت رابط عمل می‌کند، بر روی صفحه‌ای صاف با ضخامتی کم و یکسان می‌گسترانند تا صفحه بهم پیوسته‌ای از الیاف را تشکیل دهد و در نهایت آن را خشک می‌کنند. فرآیند و تولید خمیر کاغذ و پهن کردن الیاف با آب به عنوان عامل ربط‌دهنده، کاغذ را از سایر مواد متمایز می‌سازد. مثلاً در مورد پاپیروس مصر، پوسته بیرونی گیاه کنار زده شده و مغز گیاه به صورت نوارهای نازک بریده می‌شد و به شکل صلیب مرتب می‌گردید، سپس آب بر روی این نوارها ریخته می‌شد و بعداً با فشار دادن آن را خشک می‌کردند. در پاپیروس الیاف گیاهی ساختار اصلی خود را حفظ می‌کنند و به این ترتیب با این که پاپیروس به کاغذ شباهت دارد، اما مانند کاغذ نیست.

کاغذ از چه درست می‌شود؟

تکنولوژی کاغذسازی که در حدود اولین یا دومین قرن قبل از میلاد در چین شروع شد، در کشورهای دیگر از قرن چهارم میلادی توسعه یافت و نزدیک به هزارسال طول کشید تا به اروپا برسد. کنف و پنبه مواد اصلی کاغذ در آن زمان به‌شمار می‌رفتند. خمیر کاغذ در اواسط قرن نوزدهم مورد استفاده قرار گرفت. پیدایش و اختراع خمیر کاغذ تولید کاغذ را به مقادیر زیاد امکان‌پذیر ساخت و این به دلیل قیمت نسبتاً نازل چوب، امکان ذخیره آن و تبدیل و دوباره

استفاده کردن از آن میسر می‌شد.

دو نوع عمده خمیر کاغذ وجود دارند. خمیر کاغذ مکانیکی و خمیر کاغذ شیمیایی. چوب عمدتاً از الیاف سلولزی (تقریباً ۵۰٪) و الیاف چوبی (تقریباً ۳۰٪) تشکیل شده است و الیاف چوبی به عنوان ماده چسباننده عمل می‌کند و الیاف سلولزی را به هم ارتباط می‌دهد. برای درست کردن خمیر کاغذ مکانیکی، چوب را آسیا می‌کنند و الیاف چوبی دست نخورده باقی می‌مانند. این نوع خمیر کاغذ عمدتاً برای کاغذ روزنامه مورد استفاده قرار می‌گیرد. در مورد خمیر کاغذ شیمیایی، الیاف چوبی گرفته می‌شوند و فقط الیاف سلولزی مورد استفاده قرار می‌گیرند. از این نوع خمیر کاغذ، کاغذ محکم‌تر و با دوام‌تری تولید می‌گردد و برای کتاب، کتابهای درسی و دفتر مورد استفاده قرار می‌گیرد.

چگونه می‌توان یک کیلوگرم کاغذ تهیه کرد؟

در بین موادی که در صنعت کاغذسازی مورد استفاده قرار می‌گیرند، آب مهمترین ماده را تشکیل می‌دهد. به طور کلی صد قسمت آب برای یک قسمت خمیر کاغذ لازم است تا عمل کاغذسازی انجام گیرد، البته این مقدار با نوع کاغذ تفاوت پیدا می‌کند. نگاهی به مواد مورد نیاز برای درست کردن کاغذ دفترچه و کاغذ روزنامه، نوع و مقدار مواد مورد نیاز برای ساختن یک کیلوگرم کاغذ را مشخص می‌کند. در مورد کاغذ دفترچه، در حدود ۰/۹ کیلو خمیر کاغذ از ۱/۸ کیلو چوب درختان پهن برگ بدست می‌آید.

الیاف مختلف و مواد شیمیایی گوناگون به این خمیر افزوده می‌شوند تا یک کیلو کاغذ تولید شود. البته نباید انرژی مورد نیاز از آن جمله بخار آب، الکتریسیته و نفت سیاه را فراموش کرد. در مورد کاغذ روزنامه، در حدود یک کیلوگرم خمیر کاغذ از ۱/۲ کیلوگرم چوب و مقادیر کمی از مواد شیمیایی و انرژی مختصر لازم است تا یک کیلو کاغذ تولید شود.

فرآیند کاغذسازی:

کاغذ را می‌توان با دست و یا با ماشین تهیه کرد، اما در هر دو حالت اصول کار یکی است. اساس کار این است که مخلوطی از آب و الیاف گیاهی بر روی یک صفحه گسترده می‌شود، آب از محلول استخراج شده و ماده باقیمانده را خشک می‌کنند. مراحل اساسی به ترتیب در زیر آمده است:

- ۱- خمیر کاغذ از چوب یا از تکه‌های چوب ساخته می‌شود.
- ۲- رنگ‌ها و مواد دیگر از خمیر کاغذ جدا می‌شوند و یا این که آن را برای سفید کردن با نشاسته اندود می‌کنند.
- ۳- بعداً خمیر در آب فرو برده شده و کوبیده می‌شود تا الیاف باد کرده و بزرگ شوند الیاف گیاهی که به صورت خمیر در آمده‌اند، مالیده و رز داده می‌شوند تا از حالت درهم برهمی و بهم ریختگی خارج شده و به صورت نرم و انحناءپذیر در آیند. این مهمترین مرحله در صنعت کاغذسازی است و به عنوان مرحله زدن یا مرحله پالایش معروف است. ضمن این



کاغذ! کاغذ! کاغذ!

فرآیند، الیاف بهم می‌بافند و اوراق و صفحات را تشکیل می‌دهند.

۴- مایع خمیر مانند حاصله بر روی یک صفحه پخش می‌شود و بعد از آن که آب از آن ماده استخراج شد و تبخیر گردید، در بین دو میله فشار داده می‌شود تا به کاغذ برقی و جلا بدهد و سپس آن را یا مسی‌برند و یا دور قرقره‌ای می‌پیچند.

چرا مواد دیگر اضافه می‌شوند؟

چون کاغذ در واقع ورق‌هایی از الیاف بهم بافته شده می‌باشد، لذا در بین الیاف فضاهایی وجود دارند که سطح کاغذ را زیر و ناهموار می‌کنند. ماده پرکننده به خمیر کاغذ اضافه می‌شود که آن را برای چاپ مناسب‌تر بکند و مقدار این ماده پرکننده برای کاغذهای با کیفیت خوب به اندازه ۲۰٪ است. اضافه کردن ماده پرکننده باعث می‌شود که الیاف به یکدیگر بچسبند و این باعث مسطح شدن کاغذ و صاف شدن آن می‌شود که نهایتاً باعث می‌شود کلمات به صورتی واضح بر روی کاغذ چاپ شوند. مواد پرکننده همچنین باعث نرمی و انعطاف‌پذیری کاغذ می‌شوند، به طوری که می‌توان صفحات را به آسانی ورق زد، و چون ماده پرکننده مانع نفوذ اشعه‌های نور در کاغذ می‌شود، لذا ناشفافی و ماتی باعث می‌شود که مطالب به آسانی خوانده شود. تنها عیب ماده پرکننده این است که قدرت و دوام کاغذ را کاهش می‌دهد.

ماده پرکننده از پودرهای معدنی مانند خاک رس، تالک، کربنات کلسیم (برای کاغذهای خنثی) و دی‌اکسید تیتانیوم به مقدار زیاد درست می‌شود. خاکستر سفیدی که بعد از سوزاندن کاغذ برجای می‌ماند، همانا مواد پرکننده می‌باشند، چون خمیر کاغذ در موقع سوختن به دی‌اکسید کربن و آب تبدیل می‌گردد.

کاغذ موارد استعمال متنوعی در خانه، صنعت و در زمینه‌های فرهنگی دارد. مشخصاتی مانند ترکیب، سایه یا تهرنگ، دوام کاغذ، و اندازه آن در کاغذسازی متفاوتند تا به منظور برآورد نیازهای مختلف، انواع گوناگون کاغذ تولید می‌شود. انواع مختلف کاغذ به شرح زیر می‌باشند:

۱- کاغذ روزنامه = این نوع کاغذ از ترکیب خمیر کاغذ شیمیایی، خمیر کاغذ مکانیکی و کاغذ روزنامه که دوباره به صورت خمیر در آورده شده، ساخته می‌شود و عمدتاً برای چاپ روزنامه بکار می‌رود.

۲- کاغذ چاپ = کاغذی است که از ترکیب خمیر شیمیایی سفید شده و خمیر مکانیکی ساخته می‌شود. این نوع کاغذ از نوع A تا نوع D وجود دارد.

نوع A یا کاغذ عادی از چوب، کاغذی است که از خمیر کاغذ صددرصد سفید شده همراه با ماده پرکننده درست می‌شود و برای کار چاپ و کاغذ نوشت‌افزار بکار می‌رود. انواع دیگر از مقادیر متنوع خمیر مکانیکی درست شده و برای مصارفی مانند کتابهای درسی، مجلات و راهنماهای تلفن مورد استفاده قرار می‌گیرد.

۳- کاغذ فتوگراور = این نوع کاغذ از مقادیر نسبتاً زیادی از ماده پرکننده ساخته می‌شود. این کاغذ بسیار صاف است و در چاپ فتوگراور مورد استفاده قرار می‌گیرد.

۴- کاغذ کتاب = این نوع کاغذ به مقدار زیادی قابلیت انعطاف‌پذیری دارد.

۵- کاغذ اسکناس = که برای چاپ چک و اسکناس مورد استفاده قرار می‌گیرد. و در موقع تولید آنها از الیاف دیگر یا الیاف رنگی به منظور جلوگیری از تقلب، استفاده می‌شود.

۶- کاغذ لغت‌نامه = کاغذ نازک و مات و شفاف است که از خمیر کاغذ سفید شده ساخته شده و مقدار زیادی ماده پرکننده به آن افزوده

گردیده است. از مشخصات آن با دوام بودن، محکم بودن و کیفیت بافت آن می‌باشد. این نوع کاغذ علاوه بر مصارف لغت‌نامه، برای کتابهای قانون، کتابهای راهنمای پزشکی و دارویی و محصولات آرایشی بکار می‌رود.

۷- کاغذ ورق بزرگ = ورق امتحانی نوعی کاغذ است که اندازه اوراق آن در بریتانیا ۱۳/۵×۱۷ اینچ و در ایالات متحده ۱۳×۱۶ اینچ می‌باشد و معمولاً خط‌دار و دارای ته نقش یا فیلپگران است و برای تحریر و دفاتر حسابداری مورد استفاده قرار می‌گیرد.

۸- کاغذ هنری، کاغذ روکش‌دار، کاغذ سبک روکش‌دار = این نوع کاغذ را بنام کاغذ روکش‌دار چاپی می‌شناسند. ترکیبی از یک رنگ مانند خاک چینی، و چسب برای پوشاندن سطح کاغذ مورد استفاده قرار می‌گیرد که سطح آنرا صاف و شفاف می‌کند، اگر چه کارهای تکمیلی دیگری نیز باید انجام گیرد. این نوع کاغذ برای کتابهای با کیفیت عالی، تقویم‌ها، پوسترها، مجلات، صفحات نخستین کتاب برای چاپ تصویر، و کاتولوگ‌ها بکار می‌رود.

۹- کاغذ با روکش ته رنگ = کاغذ روکش‌داری است که در حالی که روکش آن مرطوب است از خشک‌کن آینه‌دار عبور داده می‌شود و سپس خشک می‌گردد تا سطح کاغذ براق شود.

۱۰- کاغذ قهوه‌ای رنگ مخصوص بسته‌بندی: این نوع کاغذ برای بسیاری از بسته‌بندی‌های مواد سنگین مانند سیمان بکار می‌رود. انواع کاغذهایی از این قبیل وجود دارند که دوام خود را در مقابل آب و رطوبت نیز حفظ می‌کنند. انواع کاغذکشی یا لاستیک مانند نیز وجود دارند.

۱۱- کاغذ سفید رنگ مخصوص بسته‌بندی: این نوع کاغذ از خمیر کاغذ سفید شده درست می‌شود و برای بسته‌بندی کردن کالا در فروشگاه‌ها، تولید پاکت، و پاکت نامه بکار



می‌رود. این کاغذ برای کارهای چاپی نیز خوب است.

۱۲- کاغذ لوله شده (رول) = در موقع ساختن این نوع کاغذ، بوسیله یک دستگاه خشک‌کننده لایه‌ای بر روی یک طرف آن مالیده می‌شود. معمولاً این نوع کاغذ برای بسته‌بندی وسایل و پاکت‌سازی بکار می‌رود.

۱۳- کاغذ نازک: این اصطلاحی است که برای کاغذهای نازک که موارد استعمال مختلفی دارند بکار می‌رود، از جمله کاغذ لغت‌نامه، کاغذ سیگار، کاغذ ماشین‌نویسی و کاغذ چاپ.

۱۴- کاغذ شیشه‌نما^۲: این نوع کاغذ از خمیر کاغذ شیمیایی کاملاً تصفیه شده درست می‌شود. این کاغذ دارای هیچگونه خلل و فرجی نبوده، رطوبت‌پذیری و نفوذپذیری آن اندک است و در مقابل روغن مقاوم می‌باشد. از این نوع کاغذ برای بسته‌بندی کردن غذاها و کالاهای عمومی و آستری داخل ظروف استفاده می‌شود.

۱۵- کاغذ سیگار: این نوع کاغذ، کاغذ نازکی است که در سیگارهای دست پیچ و ماشینی بکار می‌رود و از الیاف کف هندی همراه با خمیر کاغذ سفید شده که به آن کریئات کلسیم اضافه شده باشد، درست می‌شود.

۱۶- کاغذ هندی = کاغذ نازک مخصوص چاپ است که برای چاپ انجیل و لغت‌نامه‌ها بکار می‌رود. این کاغذ از پوسته الیاف، پنبه و خمیر کاغذ سفید شده با مقدار زیادی از ماده پرکننده ساخته می‌شود.

۱۷- کاغذ مخصوص خازن = از این نوع کاغذ به عنوان عایق برای قراردادن بین دو قطب یک خازن بکار برده می‌شود و از موادی مانند کف هندی و خمیر کاغذ سفید نشده درست می‌شود. در این کاغذ هیچ خلل فرجی وجود ندارد، از لحاظ شیمیایی خنثی بوده و دارای حداقل ذرات رسانا یا دیگر موادی است که ممکن است به عایق بودن آن خدشه وارد کند.

۱۸- کاغذ کاربن سرخود (NCR) یعنی

کاغذی که به کاربن نیاز ندارد سطح این کاغذ از ذرات ریز بی‌رنگی پوشیده شده که دارای رنگ غیرمرئی است که رنگ موجود در کاغذ در زیر فشار قلم یا فشار حروف ماشین تحریر، ظاهر می‌شوند. این کاغذ در صورت حسابهای چند برگه‌ای فروشگاه‌ها و سایر انواع مورد استفاده قرار می‌گیرد (فرمهای چند برگی سفارش کتاب از این جمله است)

۱۹- کاغذ زوروق: این کاغذ از خمیر کاغذ سفید شده و کرپ خشک ساخته می‌شود و استحکام خود را حتی در موقع خیس شدن حفظ می‌کند.

۲۰- کاغذ ضد روغن = این نوع کاغذ از خمیر کاغذ شیمیایی کاملاً تصفیه شده همراه با ماده فلئور رزین و یا سایر مواد شیمیایی که در مقابل روغن مقاوم می‌باشند، ساخته می‌شود.

۲۱- مقوا = کاغذ ضخیمی است که از ترکیب انواع خمیر کاغذ یا کاغذهای کهنه ساخته می‌شود. این کاغذ در انواع مختلف مانند مقوای سفید و زرد موجود می‌باشد و به منظور بسته‌بندی مورد استفاده قرار می‌گیرد.

۲۲- کاغذ آستری = این کاغذ در قسمت پشت و روی مقوای نازک چین‌دار مورد استفاده قرار می‌گیرد. مقوای حاصل برای بسته‌بندی اشیاء شکستنی مورد استفاده دارد.

۲۳- کاغذ میانی = نوعی کاغذ چین‌دار است که برای ایجاد فاصله بین دو لایه آسترهای مقوای چین‌دار استفاده می‌شود.

۲۴- مقوای سفید = در سطح رویی این نوع مقوا از خمیر کاغذ سفید شده استفاده می‌شود و در لایه دیگر از خمیر کاغذ مکانیکی یا از خمیر کاغذهای کهنه استفاده می‌شود. از این نوع مقوا علاوه بر کاربردهای مختلف، برای تهیه ظروف کاغذی نیز استفاده می‌شود.

کاغذ دارای طول و عرضی است.

زمانی که خمیر کاغذ بر روی سطح مشبک

شسته می‌شود، این خمیر در جهت و مسیر حرکت شبکه‌ها گسترده می‌شود. این جهت که به جهت ماشین موسوم است (طول) و جهت عمود بر آن، موسوم به مسیر عرض (پهنا) می‌باشد. مقدار و اندازه کشش و عمل آب رفتن کاغذ در مسیر عرضی متغیر است. موقعی که کاغذ مرطوب است، در جهت مسیر عرضی کشیده می‌شود، که سبب چین خوردگی می‌گردد. اگر در موقع چاپ، جهت عرضی یا طولی کاغذ اشتباه شود، صفحات کتاب چین خوردگی پیدا خواهند کرد که استفاده از کتاب را با اشکال مواجه خواهد ساخت.

طی مراحل کاغذسازی، آب درون خمیر کاغذ از سطح شبکه فرو می‌ریزد تا صفحه کاغذ ایجاد شود. آن طرف کاغذ که با سیم‌های شبکه در تماس است، پشت کاغذ می‌باشد (موسوم به طرف سیم) در صورتی که طرف دیگر، قسمت روی کاغذ نامیده می‌شود (طرفی که می‌توان با دست لمس کرد). چنانچه آب خمیر کاغذ به کمک دستگاه مکنده خارج شود، الیاف نرم و مواد پرکننده به پشت کاغذ کشیده می‌شوند و آن قسمت را سفت می‌کند. در صورتی که سطح رویی کاغذ صاف می‌ماند و آن را برای چاپ کردن مناسب‌تر می‌کند.

کاغذ روکش‌دار پشت و رو ندارد چون هر دو سطح آن روکش شده است. در روش‌های جدید که در آنها صفحه کاغذ بین دو صفحه مشبک فشار داده می‌شود، پشت و روی صفحات کاغذ روزنامه‌ها نیز قابل تشخیص نیستند.

پیشگیری از پخش شدن مرکب

چون الیاف گیاهی آبدوست می‌باشند، لذا کاغذ ماده‌ای است که آب را به خود جذب می‌کند. کاغذ با در نظر گرفتن مقدار رطوبت، کشیده و یا چروک می‌شود، و استحکام آن نیز به رطوبت ارتباط دارد. در سطح کاغذ تعداد بیشماری سوراخهای میکروسکوپی وجود دارد و



دلیل این که چرا کاغذ خشک‌کن و کاغذ زورق، آب را به خوبی جذب می‌کنند، تا اندازه‌ای مربوط به طبیعت الیاف گیاهی می‌باشد. و لذا باعث می‌شود که مرکب‌های دارای بنیان آبی، روی این نوع کاغذها پخش شوند، پس این نوع کاغذها برای چاپ و نوشتن نامناسب هستند. برای جلوگیری از پخش شدن مرکب روی کاغذ، سطح کاغذ را چسب می‌زنند.

در مورد کاغذ نوشت‌افزار و کاغذ چاپ، صمغ یا راتیانه یا چسب به خمیر کاغذ اضافه می‌کنند. البته این کار را بعد از تصفیه کامل خمیر کاغذ انجام می‌دهند. سولفات آلومینیوم نیز به خمیر کاغذ اضافه می‌شود که چسبندگی صمغ را زیاد کرده و لایه‌ای که بتواند آب را جذب کند، بر روی الیاف کاغذ تشکیل دهد.

چرا کتابها می‌پوسند و از بین می‌روند؟

سولفات آلومینیوم که برای چسبندگی و استحکام کاغذ در خمیر آن بکار می‌رود، خاصیت اسیدی دارد و لذا کاغذ نیز تا اندازه‌ای حالت اسیدی پیدا می‌کند. این نوع کاغذ به کاغذ اسیدی معروف است. با گذشت زمان، یون‌های اسید سولفوریک (SO_4) در این نوع کاغذ به سلولز آسیب می‌رساند و سبب از بین رفتن کاغذ می‌شود. کتابهای چاپ شده روی کاغذ اسیدی از نیمه دوم قرن نوزدهم به بعد، پس از مدت کوتاهی (حدود صد سال) از بین می‌روند و دنیا

شدیداً نیازمند اقدام عاجل در این مورد می‌باشد. یک راه‌حل استفاده از کاغذ قلیایی می‌باشد که از نوعی چسب خنثی به نام کربنات کلسیم به عنوان ماده پرکننده درست شده است. اما به همان اندازه که برای دوام کاغذ تلاش می‌شود، به همان مقدار نیز قیمت کاغذ افزایش می‌یابد. لذا به جای این که کاغذ قلیایی را جانسین هر نوع کاغذ دیگر سازیم، بهتر است برای هر نوع مصرف، از کاغذ به خصوصی استفاده شود.

اگر ما کیفیت کاغذ اسیدی و کاغذ قلیایی را مقایسه کنیم، خواهیم دید که کاغذ قلیایی معمولاً سفیدتر بوده و از درجه پست‌پوشی زیادی برخوردار می‌باشد، همچنین در اثر قرار گرفتن در مقابل نور و گرما، کمتر به رنگ زرد در می‌آید، دوام بیشتری دارد و از قدرت انعطاف‌پذیری و خم‌شدگی بیشتر برخوردار است. چون کاغذ قلیایی عمر خیلی بیشتری دارد، لذا به نظر می‌رسد که هر چه بیشتر برای چاپ کتابها و اسناد مورد استفاده قرار خواهد گرفت.

چرا کاغذ زرد رنگ می‌شود؟

کاغذهایی مانند کاغذ روزنامه در مدت کوتاهی به رنگ زرد در می‌آید. علت آن است که در ساختمان کاغذ خمیر کاغذ مکانیکی که دارای مواد چوبی است بکار رفته است. موقعی که ماده چوبی در معرض اشعه ماوراء بنفش قرار می‌گیرد، بی‌رنگ می‌شود. کاغذی که کاملاً از

سلولز ساخته می‌شود، رنگ کمتری می‌بازده این نوع کاغذ را کاغذ بدون چوب می‌نامند که از انواع آن کاغذ چاپ را می‌توان نام برد. اما بعد از مدتی هر نوع کاغذ به دلایلی از بین می‌رود. عوامل از بین برنده کاغذ عبارتند از مواد خام مورد استفاده در تولید آن، محیط زیست، مخصوصاً قرار گرفتن در مقابل رطوبت، نور خورشید، هوای آلوده، شرایط تولید مانند روش‌های سفید کردن، اعمال پیش از تولید، اسیدیته کاغذ و مواد اضافه شده به خمیر کاغذ.

در موقع انتخاب کاغذ باید خواص آن را کاملاً در نظر گرفت و تکنولوژی ساخت و قیمت آن را از نظر دور نداشت. باید دید که آیا آن کاغذ برای مقاصد درازمدت مانند کتابها و اسناد بکار خواهد رفت یا برای اهداف کوتاه‌مدت مانند روزنامه و غیره که قابل بازیافت نیز می‌باشند.

یادداشتها

1- (A story about paper), ABD Quarterly, Vol. 23, No4 (1993), 3-5.

2- نوعی کاغذ شفاف یا نیمه‌شفاف که هوا یا روغن از آن عبور نمی‌کند.

