



شکل ۷۹-۱- نمونه‌هایی از فرآورده‌های قالبی چوب

## ۱-۱۵- کاغذ

۱-۱۵-۱- سوابق تاریخی تکنولوژی خمیر و کاغذ: واژه پیر<sup>۱</sup> ریشه در نام گیاهی از گونه نی‌ها، پاپیروس<sup>۲</sup>، دارد و مصری‌های باستان نخستین نوع کاغذ را با روی هم قراردادن و فشردن لایه‌های نازک ساقه این گیاه به یکدیگر تهیه می‌کردند. نخستین واحد کاغذسازی در حدود سال ۱۰۰ میلادی در چین و با استفاده از سوسپانسیون<sup>۳</sup> از الیاف خیزران یا توت راه‌اندازی گردید. بعدها چینی‌ها در این صنعت مهارت زیادی یافتند و نمونه‌های زیبا و متعددی از تصاویر چینی باستان روی همین نوع کاغذ تاکنون باقی مانده است.

**تولید کاغذ در ایران:** اولین کارخانه تولید کاغذ ایران در سال ۱۳۲۸ شمسی در کهریزک احداث شد؛ این کارخانه از کاغذهای باطله برای تولید کاغذ و مقوا استفاده می‌کرد. اولین کارخانه مدرن تولید خمیر کاغذ و کاغذ ایران، کارخانه گروه کاغذسازی پارس و هفت تپه اهواز (در خوزستان) است که با استفاده از تفاله نیشکر و خمیر کاغذ وارداتی در حال تولید کاغذهای تحریر و ... می‌باشد. از دیگر کارخانجات کاغذسازی کشور در زمان حاضر می‌توان به کارخانه‌های چوکا و چوب و کاغذ مازندران اشاره کرد.

۱-۱۵-۲- روش‌های تهیه‌ی خمیر کاغذ: بخش‌هایی از صنعت که عملیات مکانیکی تولید خمیر کاغذ را انجام می‌دهند به انرژی زیادی نیاز دارند. در عملیات تولید خمیر و کاغذ به آب

۱- Paper

۲- Papyrus

۳- مخلوط معلق جامد در مایع

بسیار زیادی نیز احتیاج است؛ از این رو باید در نزدیکی کارخانه منبع بزرگ آب وجود داشته باشد. پیش از آنکه این آب مصرف شده به محیط بازگردد، معمولاً روش‌های بسیار پیچیده تصفیه‌ی فاضلاب اجرا می‌شود. خمیرسازی فرایندی است که به وسیله‌ی آن چوب به یک توده‌ی فیبری (لیفی) تبدیل می‌شود. به بیان دیگر، خمیرسازی فرایندی است که بر اثر آن پیوندهای بین الیاف چوب می‌شکند. این کار را می‌توان به طور مکانیکی، گرمایی یا شیمیایی انجام داد یا تلفیقی از این روش‌ها را به کار برد. روش‌های تجارتي موجود را می‌توان در سه گروه مکانیکی، شیمیایی یا نیمه‌شیمیایی (یعنی تلفیقی از عملیات شیمیایی و مکانیکی)، طبقه‌بندی کرد.

**۳-۱۵-۱- ویژگی‌های صنعت نوین خمیر و کاغذ:** کارخانه‌های مدرن خمیر و کاغذ از انواع مواد چوبی و پسماندها به عنوان مواد اصلی خود استفاده می‌کنند. فرایندها تا حد زیادی اتوماتیک و کنترل‌ها توسط کامپیوتر انجام می‌گیرد.

امروزه تمایل به تأسیس کارخانه‌های جامع فرآورده‌های جنگلی بیشتر شده است. در این نوع کارخانه‌ها، گرده بینه‌ها را به تخته و تخته لایه‌ی درجه ۱، چوب‌های نامرغوب و خرده چوب‌ها را به خمیر و سرانجام در یک واحد دیگر خمیر را به کاغذ تبدیل می‌کنند. گرانی مواد اولیه، بهره‌برداری کامل و بهینه با کمترین دخالت انسان و کمترین ضایعات را امری اجتناب‌ناپذیر کرده است.

**۴-۱۵-۱- خمیرسازی مکانیکی:** در این فرایند خرده‌چوب‌ها بین ۲ دیسک چرخان در وسیله‌ای به نام پالاینده ساییده و خرد می‌شوند (شکل ۸-۱-الف) خمیر حاصل از این عمل خمیر مکانیکی - پالایشی<sup>۱</sup> نام دارد. با توسعه‌ی این فرایند، در کارخانه‌ها یک مرحله‌ی نرم‌سازی مقدماتی گرمایی یا شیمیایی (یا تلفیقی از هر دو) نیز اضافه شده است. با این عمل، انرژی مورد نیاز برای تولید و پالایش خمیر کاهش یافته و خمیر حاصل بهتر می‌شود. در این راستا، می‌توان از خمیر گرمایی - مکانیکی<sup>۲</sup> نام برد که کیفیت آن بالاتر از خمیر مکانیکی - پالایشی است. مزیت بزرگ فرایندهای خمیرسازی مکانیکی در این است که می‌توانند تا ۹۵٪ وزن خشک چوب را به خمیر تبدیل کنند، اما برای دستیابی به این هدف به مقدار زیادی انرژی نیاز است. کاغذ حاصل از این خمیر بسیار مات است و چاپ‌پذیری آن مطلوب نبوده و ضعیف است و در برابر نور به زودی رنگین می‌شود. برای افزایش مقاومت این نوع کاغذها، معمولاً لازم است مقداری خمیر شیمیایی که از الیاف بلند تشکیل شده است را به خمیر مکانیکی اضافه کرد.

خمیرهای مکانیکی را غالباً از منابع سوزنی برگ به دست می‌آورند. الیاف کوتاه‌تر و نازک‌تر پهن‌برگان، در جریان تبدیل مکانیکی به خمیر، معمولاً به شدت آسیب می‌بینند و خمیر حاصل از آنها ضعیف و شبیه به آرد است. در نتیجه کاغذ حاصل نیز بسیار ضعیف است. بعضی از پهن‌برگان، مخصوصاً صنوبر، خمیری با براقیت مطلوب تولید می‌کنند به طوری که با مخلوط کردن این خمیر با خمیرهای مکانیکی سوزنی برگان، خمیری با خواص نوری مطلوب به دست می‌آید. کاربرد عمده خمیر مکانیکی در تولید کاغذ روزنامه و کاغذ چاپ پوشش‌دار است. این نوع کاغذها خوب فشرده شده‌اند و شکل و حالت خوبی دارند. برای افزایش مقاومت کاغذ، می‌توان به این خمیر مقداری خمیر شیمیایی اضافه کرد.

#### جدول ۷-۱- طبقه‌بندی عمومی فرایندهای تبدیل چوب به خمیر کاغذ

مشخصات فرایند شیمیایی	مشخصات فرایند مکانیکی - شیمیایی	مشخصات فرایند مکانیکی
تولید خمیر با استفاده از مواد شیمیایی و گرما	تولید خمیر یا تلفیقی از عملیات شیمیایی و مکانیکی	تولید خمیر با انرژی مکانیکی (بدون مواد شیمیایی یا گرما یا به مقدار اندک)
کم بازده (۴۰ تا ۵۵ درصد)	بازده متوسط (۵۵ تا ۹۰ درصد)	بازده (۹۰ تا ۹۵ درصد)
الیاف بلند خالص، محکم و پایدار	خواص میانه با بعضی ویژگی‌های برجسته	الیاف کوتاه، ناخالصی، ضعیف و ناپایدار
		کیفیت چاپ‌پذیری خوب



شکل ۸۰-۱- الف - صفحه‌ی پالاینده



ب- یک دستگاه پالایندهی آزمایشگاهی

شکل ۸۰-۱

مواد لیگنو سلولزی از مرکز به فضای بین ۲ دیسک وارد شده و در حین رانده شدن به سمت لبه‌های خارجی به خمیر تبدیل می‌شوند (شکل ۸۰-۱-ب).

**۵-۱۵-۱- خمیرسازی شیمیایی:** در فرایند تولید خمیر شیمیایی هدف تجزیه و حل لیگنینی و خارج ساختن آن است به طوری که آن چه بر جای می‌ماند سلولز و همی سلولز به صورت الیاف سالم و نسبتاً تغییر نیافته باشد. در عمل، با روش‌های تولید خمیر به طریق شیمیایی قسمت عمده‌ی لیگنینی را خارج و مقداری سلولز و همی سلولز را نیز تجزیه می‌کنند؛ در نتیجه در مقایسه با فرایندهای مکانیکی، بازده خمیر شیمیایی کمتر است و در حدود ۴۰ تا ۵۰ درصد نسبت به مقدار چوب اولیه است.

در فرایند شیمیایی، خرده چوب‌ها در دما و فشار بالا با مواد شیمیایی مناسب در محلول آبی پخته می‌شوند. دو فرایند مهم از این نوع عبارتند از فرایند کرافت<sup>۱</sup> و فرایند سولفیت<sup>۲</sup>.

**۶-۱۵-۱- خمیرسازی به طریق نیمه شیمیایی:** در این فرایند ۲ روش شیمیایی و مکانیکی با یکدیگر تلفیق می‌شوند. خرده چوب‌ها (قطعه چوب‌ها) تحت تأثیر مواد شیمیایی تا حدودی نرم می‌شوند و بقیه‌ی عملیات با روش‌های مکانیکی و غالباً در پالایندهای دیسکی ادامه می‌یابد. بازده خمیر در این روش بین ۵۵ تا ۹۰ درصد نسبت به چوب خشک است. انواع خمیر حاصل کاربردهای مشخصی دارند و از بعضی خواص مخصوص به خود برخوردارند. به عنوان یک مثال مهم، خمیرهایی با بازده

۱- در این فرایند از مواد قلیایی استفاده می‌شود.

۲- در این فرایند از مواد اسیدی استفاده می‌شود.

حدود ۷۵٪ سفتی خاصی دارند که آن‌ها را برای لایه‌ی میانی و کنگره‌ای مقوا مناسب می‌سازند.

۷-۱۵-۱ آماده‌کردن خمیر برای کاغذسازی: هدف از عملیات آماده‌سازی خمیر، آماده کردن مواد لیفی (خمیر) و اجزای غیرلیفی (افزودنی‌ها)، و سپس مخلوط کردن آن‌ها و یکنواخت کردن مخلوط است. این مخلوط آماده ورود به فرایند کاغذسازی است.

۸-۱۵-۱ افزودنی‌های غیر فیبری به خمیر آماده‌ی تبدیل به کاغذ: در مراحل مختلف آماده‌سازی خمیر برای ورود به ماشین کاغذسازی، مواد شیمیایی متنوعی مورد استفاده قرار می‌گیرند تا خواص کاغذ را بهتر کنند و دستیابی به سایر هدف‌ها را نیز ممکن سازند. مصرف افزودنی‌هایی از قبیل سولفات آلومینیم، عوامل تثبیت اندازه و آهاردهنده<sup>۱</sup>، پُرکننده‌های معدنی، نشاسته و رنگ‌ها، عمومیت دارد. مواد شیمیایی لازم برای کنترل‌هایی از قبیل کمک به عملیات صاف کردن، کف‌زداها، عوامل نگه‌دارنده، پخش‌کننده‌ی قیر، ضد لجن‌ها و عوامل ضد خوردگی، برحسب ضرورت اضافه می‌شوند.

همه‌ی مواد شیمیایی به خمیر اضافه نمی‌شوند. به عنوان مثال، محلول‌های آهاردهنده در مراحل بعدی فرایند، مثلاً در پرس آهارزنی، به کار می‌روند. از نظر وزنی، خاک رُس بیش از هر افزودنی دیگری مصرف می‌شود. نیمی از آن به عنوان پُرکننده و نیم‌دیگر در مخلوط پوشاننده‌ی سطح کاغذ (اندود سطحی) به کار می‌رود.

۹-۱۵-۱ عملیات ساخت کاغذ: برادران فورد رنیر در سال ۱۸۰۴ میلادی نخستین ماشین کاغذسازی تجارتي را با موفقیت ساختند و از آن زمان به بعد ماشین مذکور به تدریج تغییر و تکامل یافت. اجزای اساسی ماشین‌های کاغذسازی امروزی عبارتند از:

۱- ورودی مواد (پخش‌کننده‌ی خمیر کاغذ روان): هدف این سیستم، توزیع یکنواخت الیاف در مدخل هدباکس است.

۲- هدباکس (سرجمعیه): این جعبه‌ی دارای فشار داخلی بوده، الیاف را روی میز متحرک شکل‌دهنده‌ی الیاف و تشکیل دهنده‌ی ورقه توزیع می‌کند.

۳- میز فورد رنیر: میز متحرک و بی‌انتهایی که الیاف را به ورقه تبدیل می‌کند و این امکان را به وجود می‌آورد که آب موجود در خمیر بر اثر گرانش و مکش از آن خارج شود.

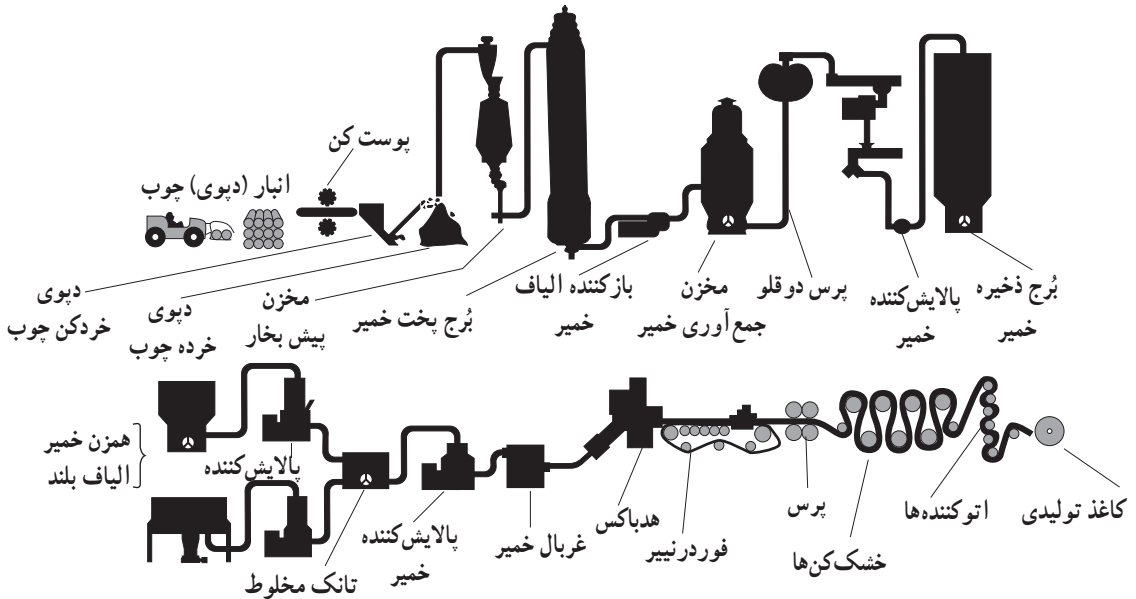
۴- بخش پرس: ورقه با عبور از چند پرس متوالی آب بیشتری از دست می‌دهد و نمد حاصل متراکم‌تر می‌شود (یعنی بین الیاف به ضرورت تماس ایجاد می‌شود).

۵- بخش خشک‌کننده: با تماس نمد با چند استوانه خشک‌کن بخاری، آب باقی‌مانده حذف و تماس بین الیاف بیشتر می‌شود.

۶- بخش غلتک‌زنی: ورقه بین غلتک‌های فلزی پرس می‌شود تا ضخامت آن کم و سطح آن صاف شود.

۷- حلقه: کاغذ خشک‌شده و غلتک‌خورده به دور قرقره‌های بزرگ پیچانده شده و از مدار تولید خارج می‌شود.

آنچه که گفته شد طرح کلی ماشین‌های فوردرنیبر بود که برای کار با انواع خمیرها مناسب هستند. برای تولید کاغذهای مخصوص، در این دستگاه‌ها تغییراتی همراه با برخی عملیات کمکی داده می‌شود. نمودار تولید خطی کاغذ در شکل ۸۱-۱ دیده می‌شود.



شکل ۸۱-۱- نمودار تولید خطی صنعت کاغذ به روش شیمیایی و نیمه‌شیمیایی

۱۰-۱۵-۱- خشک‌کردن: کاغذ مرطوب خارج شده از بخش پرس حدود ۶۰٪ رطوبت (۴۰٪ خشکی) دارد. این کاغذ از میان یک سری استوانه‌های داغ شده یا بخار (با قطر ۶۰ یا ۷۲ اینچ) عبور می‌کند. در این گذر، کاغذ بقیه‌ی رطوبت خود را از دست می‌دهد و بخار حاصل با تهویه از محیط خارج می‌شود. در این مرحله ورقه‌ی مرطوب توسط یک پارچه‌ی نفوذپذیر به نام تسمه‌ی خشک‌کن روی استوانه محکم نگاه داشته می‌شود.

- ۱- شش نوع محصول از صنایع تبدیل مکانیکی و پنج نوع از تبدیل شیمیایی چوب را نام ببرید.
- ۲- پراکنش جنگل‌های ایران در مناطق مختلف جنگلی و مساحت‌های آن را به هکتار بنویسید.
- ۳- اهمیت جنگل در مبارزه با آلودگی هوا را به اختصار شرح دهید.
- ۴- سه مورد از ارزش‌های اقتصادی و اجتماعی جنگل در یک کشور را بیان کنید.
- ۵- روش بهره‌برداری از جنگل را به اختصار شرح دهید.
- ۶- ابزارهای برش و قطع درخت را نام ببرید.
- ۷- روش‌های مختلف خارج کردن چوب از جنگل را نام ببرید.
- ۸- مواد اصلی مورد مصرف در صنایع چوب را نام ببرید.
- ۹- چوب را تعریف کنید.
- ۱۰- دو نمونه از چوب‌های صنعتی پهن برگ و دو نمونه از چوب‌های صنعتی سوزنی برگ را نام ببرید.
- ۱۱- چوب راش را شرح دهید و مورد مصرف آن را بنویسید.
- ۱۲- چوب افرا را شرح دهید و مورد مصرف آن را بنویسید.
- ۱۳- چوب گردو را توضیح دهید و مورد مصرف آن را بنویسید.
- ۱۴- چوب کاج را شرح دهید و مورد مصرف آن را بنویسید.
- ۱۵- دو نمونه از چوب‌های وارداتی را تشریح کنید.
- ۱۶- تخته خرده چوب را تعریف کنید.
- ۱۷- تخته خرده چوب را براساس روش ساخت تقسیم‌بندی کنید.
- ۱۸- تخته خرده چوب را براساس چگونگی سطوح (رویه) تقسیم‌بندی کنید.
- ۱۹- موارد مصرف تخته خرده چوب را بنویسید.
- ۲۰- ابعاد استاندارد تخته خرده چوب را بنویسید.
- ۲۱- تخته لایه را تعریف کنید.
- ۲۲- انواع لایه‌های تخته لایه را شرح دهید.

- ۲۳- گونه‌های مورد مصرف در صنعت تخته لایه ایران را بنویسید.
- ۲۴- انواع تخته لایه را نام ببرید.
- ۲۵- شرایط استاندارد تخته لایه و درجات مختلف آن را بنویسید.
- ۲۶- ابعاد استاندارد تخته لایه را بنویسید.
- ۲۷- موارد مصرف تخته لایه را شرح دهید.
- ۲۸- روش تهیه روکش را تعریف کنید.
- ۲۹- انواع روکش را نام ببرید.
- ۳۰- روش‌های تهیه روکش طبیعی را نام ببرید.
- ۳۱- روکش مصنوعی را توضیح دهید.
- ۳۲- روکش‌های طبیعی را از نظر نوع کاربرد نام ببرید.
- ۳۳- گونه‌های مصرفی برای تهیه روکش را نام ببرید.
- ۳۴- موارد مصرف روکش را شرح دهید.
- ۳۵- مفهوم روکش ملامینه فشرده (HPL) چیست؟
- ۳۶- تکنولوژی تولید روکش ملامینه فشرده (HPL) را توضیح دهید.
- ۳۷- مشخصات و کاربرد روکش ملامینه فشرده (HPL) چیست؟
- ۳۸- تخته فیبر را تعریف کنید.
- ۳۹- انواع تخته فیبر را از نظر دانسیته (وزن مخصوص) طبقه‌بندی کنید.
- ۴۰- تخته فیبر عایق را توضیح دهید.
- ۴۱- موارد مصرف تخته فیبر عایق را بنویسید.
- ۴۲- تخته فیبر با وزن مخصوص متوسط (MDF) را شرح دهید.
- ۴۳- تخته فیبر سخت (HDF) را شرح دهید.
- ۴۴- موارد مصرف تخته فیبر سخت را بنویسید.
- ۴۵- پوشش‌های قابل استفاده برای HDF کدامند؟
- ۴۶- تخته فیبرها بر چه اساس استاندارد می‌شوند؟
- ۴۷- ابعاد استاندارد تخته فیبر عایق را بنویسید.
- ۴۸- ابعاد استاندارد تخته فیبر سخت را بنویسید.
- ۴۹- مواد اولیه‌ی مورد استفاده برای ساخت پانل‌های چوبی با اتصال معدنی را



نام ببرید.

۵۰- تفاوت پانل‌های چوبی با اتصال معدنی را با سایر پانل‌ها ذکر کنید.

۵۱- تفاوت فرآورده‌های چوب پلاستیک را با سایر فرآورده‌های چوبی بیان

کنید.

۵۲- مشخصات و کاربردهای چوب پلاستیک را توضیح دهید.

۵۳- مشخصات تخته رشته‌ای را توضیح دهید.

۵۴- فرآورده‌های قالبی چوب را تعریف کنید.

۵۵- مشخصات فرآورده‌های قالبی چوب را بیان کنید.

۵۶- اشباع چوب با مواد پلیمری به چه معنی است؟

۵۷- روش‌های تهیه‌ی خمیر کاغذ کدامند؟

۵۸- خمیرسازی به روش مکانیکی را به طور کامل توضیح دهید.

۵۹- خمیرهای حاصل از فرایندهای گوناگون را از نظر کاربرد با یکدیگر

مقایسه کنید.

۶۰- خمیرسازی به روش شیمیایی را تشریح کنید.

۶۱- خمیرسازی به روش نیمه‌شیمیایی را توضیح دهید.

۶۲- آماده‌کردن خمیر برای کاغذسازی به چه معنی است؟

۶۳- هدف از افزودن مواد غیر فیبری به خمیر کاغذ چیست؟

۶۴- مواد غیر فیبری که به خمیر کاغذ اضافه می‌شوند را نام برده و توضیح

دهید.

۶۵- مراحل مختلف عملیات کاغذسازی را نام برده و توضیح دهید.

۶۶- در آخرین مرحله رول کاغذ به چه ترتیب خشک می‌شود؟