

## چکیده

حدود ۵ سالی است که یک شرکت کانادایی با استفاده از ماشین‌آلات ویژه، از پودر نوعی سنگ خاص، اقدام به تولید کاغذ کرده است. بسیاری «stonepaper» یا همان کاغذ سنگ و کاغذ معدن را پدیده‌ای شگفت‌انگیز در صنعت چاپ و تولید آن را نیز سرآغاز عصری جدید در تولید کاغذهای سازگار با محیط زیست می‌دانند چرا که ماده اولیه آن تنها سنگ است لذا به نظر می‌رسد دیگر نباید نگران قطع درختان و اثرات مخرب آن روی محیط زیست باشیم. همچنین در فرآیند تولید «کاغذ سنگ» نه تنها از آب استفاده نمی‌شود، بلکه به خاطر سفید بودن مواد اولیه، نیازی به استفاده از سفیدکننده‌ها هم در تولید آن نیست که نتیجه این کار، این خواهد بود که دیگر آلاینده‌ها به محیط زیست ما اضافه نخواهند شد. در این مقاله به اهمیت تولید کاغذ سنگ و مزایای آن در محیط زیست پرداخته می‌شود.

کلمات کلیدی: کاغذ سنگ، چاپ، محیط زیست

شاید بتوان گفت کاغذ مهم‌ترین ماده اولیه برای تولید محصولات چاپ و نشر است و مصرف آن در کشور ما هم کم نیست. در زمینه تولید این ماده کارخانه‌های اندکی مشغول کار هستند که درصد کمی از نیازهای داخلی را تامین می‌کنند و مابقی از سایر کشورها وارد می‌شود. یکی از دلایل تولید نشدن کاغذ در ایران شرایط آب و هوایی و نبود منابع جنگلی غنی است، چون عمده‌ترین ماده تشکیل دهنده کاغذ الیافی است که از چوب درختان بدست می‌آید. پس باید به دنبال کاغذی گشت که با شرایط کشورمان سازگاری داشته باشد. طی چند سال اخیر یک شرکت کانادایی با استفاده از ماشین‌آلات ویژه، از پودر نوعی سنگ خاص، اقدام به تولید کاغذ کرده است. این کاغذ علاوه بر مزایای زیست محیطی دارای یکسری ویژگی‌های منحصر به فرد دیگر هم هست. کاغذ سنگ، کاملاً ضد آب است و حتی کار چاپی انجام شده روی آن نیز هیچ تاثیری از مجاور بودن و یا غوطه‌ور شدن درون آب نخواهد گرفت. همچنین این کاغذ در برابر پاره شدن مقاومت می‌کند، البته نه اینکه پاره نشود چرا که اساساً این نوع کاغذ از همان ابتدا هم با هدف بازگشت به چرخه بازیافت، تولید شده است. با این وجود کاغذ سنگ در برابر پارگی بسیار مقاومت نشان می‌دهد و از این لحاظ به نظر می‌رسد می‌تواند در بعضی از کاربردها، جایگزین کاغذهای پلاستیکی باشد. کاغذ سنگ ضد جویده شدن توسط جوندگان نیز هست. سازگاری کامل با کلیه ماشین‌های چاپ افست، هماهنگ با کلیه مرکب‌ها و حلال‌های قابل استفاده در ماشین‌های چاپ افست، قابلیت خشک شدن مرکب بر روی کاغذ بلافاصله پس از خارج شدن از ماشین چاپ و بدون نیاز به امکانات اضافی جهت تحقق این موضوع، عدم تاثیرپذیری از دمای محیط که یکی از مشکلات اصلی در جهت ایجاد چاپ با کیفیت است و مقاومت در برابر آتش‌سوزی، از دیگر ویژگی‌های کاغذ سنگ است.

## ۲- ادبیات پژوهش

شبهه‌ای نیست که کاغذ از مهم‌ترین موادی است که انسان را در عرصه علم و تمدن با قدم‌های سریع پیش انداخته و در این راه به آن کمک‌های بزرگ کرده است. دستیابی به علوم و ادبیات تا قبل از آنکه انسان به ساختن کاغذ توفیق یابد، در محیط محدود محصور بود و جز یک طبقه معین دیگران به آن دسترسی نداشتند. همچنین استعمال و حمل و نقل موادی که در آن ایام برای نوشتن بکار می‌رفت نیز آن چندان آسان نبود و مانند امروز مخزون کردن آنها امکان نداشت. براساس آمار به دست آمده در کشورهای صنعتی هر شخصی به طور متوسط در یک سال ۱۶۴ کیلوگرم کاغذ و در کشورهای در حال توسعه به طور متوسط ۱۸ کیلوگرم کاغذ در سال استفاده می‌کند. مصرف کاغذ از دیر باز یکی از معیارهای سنجش توسعه یافتگی جوامع بوده است.

به دلیل محدود بودن منابع جنگلی در سطح کره زمین، بشر همواره به دنبال راهی برای جایگزین کردن این منابع بود. استفاده از ضایعات کشاورزی و بازیافت کاغذ تا حدی پاسخگوی این نیاز بود. اما اولاً کاغذهای قابل بازیافت

شرایط ویژه ای دارند و ثانیاً کاغذ های تولید شده از ضایعات از نظر کیفیت با کاغذ های عادی قابل مقایسه نیستند و این موارد، کاربردهای این نوع از کاغذ ها را بسیار محدود کرده است. حدود ۵ سال پیش برای اولین بار کاغذ سنگی (کاغذ بدون سلولز) در کانادا تولید شد و حدود ۲ سال است که در چرخه اقتصادی جهان جای گرفته است. جزیره ونکوور کانادا با وجود داشتن جنگل های غنی زادگاه کاغذ سنگی است علت آن هم جلوگیری از قطع درختان و کم شدن اکسیژن موجود در هوا است. این تکنولوژی از کانادا وارد سایر کشورها از جمله ژاپن، تایوان و ... شده است.

### ۳- مواد و روش ها

کاغذ از سنگ یا کاغذ ضد آب (stone paper) با نام های کاغذ از کربنات کلسیم یا Rich Minera Paper (RMP) نیز شناخته می شود. ۸۰ درصد ماده تشکیل دهنده کاغذ سنگی از کربنات کلسیم است. غنی ترین منبع کره زمین سنگ است و بیشترین سنگی که روی کره زمین موجود است سنگ پایه آهکی است، که می توانیم کربنات کلسیم را از آن استخراج کنیم. اطراف ایران مملو از سنگ هایی است که پایه آهکی دارند به همین دلیل است که کشور ما کارخانه های سیمان زیادی دارد. شاید تولید این کاغذ برای سایر کشورها از جمله کشورهای اروپایی به صرفه نباشد چون معادن سنگ آهک آنها به اندازه ما غنی نیست ولی برای کشور ما بسیار با صرفه است ۱۵ درصد مواد تشکیل دهنده این کاغذ از پلیمر پلی پروپیلن و یا پلی اتیلن است. برای اتصال کربنات کلسیم و مواد رزینی که همان پلی پروپیلن و پلی اتیلن است از موادی به نام (5%) coupling agent استفاده می شود.

### ۳-۱- تفاوت فیزیکی بین کاغذ های سنگی (کاغذ ضد آب) با کاغذ های سلولزی

اگر به کاغذ های سلولزی نگاه کنیم، در سطح آن خلل و فرج دیده می شود که به علت وجود الیاف کوتاه و بلند و ترکیب آنهاست، در کاغذ سنگی پس از ترکیب مواد اولیه، ماده ای به نام compatibilizer برای هموژنیزه کردن ترکیب به آن اضافه می شود. این ماده ساختار مولکولی ترکیب را یکنواخت و همگن می کند به همین دلیل است که خلل و فرجی در بافت کاغذ دیده نمی شود. پس از اینکه بر روی کاغذ سلولزی با خودکار نوشته شود، اگر چند ثانیه در آب قرار گیرد و با دست روی آن کشیده شود جوهر از روی آن پاک شده و یا حتی بافت کاغذ از هم پاشیده می شود ولی کاغذ سنگی چنین نیست و آسیبی نه به بافت کاغذ و نه به جوهر روی آن وارد می شود به عبارت دیگر کاغذ سنگی ضد آب است. کاغذ سنگی را اگر آتش بزنیم خاکستر به جا مانده آهک است که نشان دهنده برگشت پذیری به طبیعت است. این کاغذ برای تجزیه شدن حداکثر یکسال زمان نیاز دارد یعنی اگر یکسال در

طبیعت باشد اثری از آن باقی نمی‌ماند. حال اگر این کاغذ از پلاستیک ساخته شده باشد ۸۰۰ تا ۹۰۰ سال در طبیعت باقی می‌ماند، لایه ازن را سوراخ می‌کند، انواع بیماری‌ها از جمله سرطان را ایجاد می‌کند. به عنوان جمع‌بندی این کاغذ دوستدار محیط زیست، ضدآب و تجزیه‌پذیر است.

### ۳-۲- مقایسه مصرف انرژی برای تولید کاغذ از سنگ (کاغذ ضد آب) و کاغذ معمولی (کاغذ از چوب):

کاغذ پنجمین صنعت بزرگ مصرف‌کننده انرژی در دنیا است که به ازای هر تن محصول، انرژی بیشتری نسبت به یک تن محصول صنایع استیل و آهن مصرف می‌کند. همچنین این صنعت در دنیا نسبت به صنایع دیگر آب بیشتری به ازای هر تن محصول مصرف می‌کند و سطح بالایی از آلودگی آب و هوا را به وجود می‌آورد. به گزارش موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران به شماره ۸۶۶۹ صنعت کاغذ در سال ۱۳۸۵ در کشور بیش از ۵۱۷ میلیون کیلووات ساعت انرژی الکتریکی معادل ۹۱۲۰۰۰ بشکه نفت خام و ۸۰۰ میلیون مگاژول انرژی فسیلی معادل ۱۳۰۰۰۰۰ بشکه نفت خام مصرف کرده است که در حدود ۱/۶ درصد مصرف برق و ۱/۷ درصد مصرف سوخت بخش صنعت کشور را به خود اختصاص داده بود. اکثر فناوری‌های مورد استفاده در صنعت چوب و کاغذ قدیمی و انرژی بر هستند. متوسط شدت مصرف سوخت کارخانه‌های این صنعت برای تولید هر تن کاغذ معادل ۴/۳ بشکه نفت خام است، در صورتی که کارخانه‌های مشابه تولید چوب و کاغذ در جهان معادل ۲/۵ بشکه نفت خام مصرف می‌کنند. بنابراین می‌توان محاسبه کرد مجموعه انرژی مصرف شده در این صنعت در سال ۸۵ معادل یک میلیون چهل و دوهزار بشکه نفت خام بوده است. این در حالیست که قیمت نفت در بودجه سال ۸۵، ۴۴/۱ دلار برای هر بشکه پیش‌بینی شده است. بنابراین براساس بودجه دولت حدود ۵۰ میلیون دلار در صنعت کاغذ صرف‌گردیده است.

در صورت تولید یک تن از این محصول نسبت به یک تن کاغذ معمولی، مزایای زیر را خواهیم داشت:

- ✓ ۷۰۰۰ تا ۱۶۰۰۰ گالن آب کمتر مصرف می‌شود
- ✓ CO<sub>2</sub> کمتری منتشر می‌شود
- ✓ ۱۹,۰۲ کیلوگرم فاضلاب کمتر تولید می‌شود
- ✓ از انتشار ۱۰۷,۰۵ کیلوگرم گاز گلخانه‌ای جلوگیری می‌شود.
- ✓ ۶ میلیون BTU انرژی ذخیره می‌شود
- ✓ ۲۰ درخت قطع نمی‌شود

جدول زیر که مقایسه پارامترهای تولید یک تن کاغذ با استفاده از چوب درختان و تولید با استفاده از سنگ و کاغذ بازیافتی را نشان می دهد، شاید بهتر و بیشتر، کاربردهای کاغذ سنگ را نمایان کند.

جدول ۱- مقایسه پارامترهای تولید یک تن کاغذ با استفاده از چوب درختان و تولید با استفاده از سنگ و مواد بازیافتی

۱ تن	۱۰۰% کاغذ سنگ	۱۰۰% از مواد بازیافتی	۱۰۰% با استفاده از چوب درختان
میزان استفاده از چوب درختان	0	4	20
میزان تولید زباله	0	2 Tons	0
میزان مصرف آب	0	4,000 Gallons	16,000 Gallons
میزان استفاده از سفید کننده	No	Yes	Yes
میزان مصرف سنگ	80%	20-30%	20-30%
میزان مصرف انرژی	25 mill BTU	40 mill BTU	52 mill BTU

#### ۴- نتیجه گیری

از آنجائیکه بخش عمده هزینه های مربوط به تولید محصول کاغذ از سنگ مربوط به تامین مواد اولیه و مصرف انرژی می باشد، با توجه به وفور معادن سنگ آهک مرغوب در اکثر نقاط کشور، این ماده با کیفیت و قیمت بسیار مناسبی قابل دسترس می باشد و از طرفی قیمت تامین برق نیز در ایران نسبت با سایر کشورها بسیار پایینتر است بنابراین در اجرای این طرح سرمایه گذاری بسیار پایین تر (درمقایسه با کاغذهای سلولزی) مورد نیاز است. اگر سیستم تولید کاغذ از سنگ در کشور نصب و راه اندازی شود میزان قابل توجهی از واردات کاغذ و خروج ارز از کشور کاسته می شود، آب و برق کمتری مصرف می شود. همچنین میتوان به حفظ محیط زیست و جلوگیری از تخریب جنگل ها اشاره کرد. برای تولید هر یک تن کاغذ، ۴ تن درخت مورد استفاده قرار می گیرد. این در صورتی است که کشور ایران منابع درختی و آبی کمی دارد پس بهتر است که از کاغذ سنگی استفاده شود. به این ترتیب تولید این محصول در کشور ما بسیار مقرون به صرفه بوده و دارای توجیه اقتصادی خوبی میباشد.

قیمت تولید محصولات یکی از مواردی است که برای تولیدکنندگان بسیار با اهمیت می‌باشد. در محصول مورد نظر قیمت تمام شده نسبت به کاغذهای سلولزی بسیار کمتر بوده (تقریباً نصف) و بیانگر این است که صنعت ساخت کاغذ از سنگ از جمله فرصت‌های سرمایه‌گذاری مناسبی محسوب می‌شود.

## منابع

Available from: [http:// www. Etarh.com](http://www.Etarh.com)

Available from: [http:// www.parsdolomite.com](http://www.parsdolomite.com)