

## شناسایی و ارزیابی عوامل موثر بر انتخاب ماده اولیه مناسب صنعت کاغذسازی در کشور با استفاده از تحلیل SWOT و روش ANP و مقایسه نتایج آن با نتایج حاصل از روش ترکیبی AHP-TOPSIS

امیر علی رمدانی ، امیر محمد رمدانی

نویسنده مسئول : امیر علی رمدانی ، دانشجوی ترم آخر کارشناسی ارشد مهندسی صنایع گرایش مدیریت سیستم و بهره‌وری دانشگاه آزاد اسلامی واحد بین المللی بندرانزلی

نویسنده دوم : امیر محمد رمدانی ، دانشجوی ترم آخر کارشناسی ارشد مهندسی صنایع گرایش مدیریت سیستم و بهره‌وری دانشگاه آزاد اسلامی واحد بین المللی بندرانزلی

### چکیده

امروزه در کشورهای گوناگون، به ویژه در کشورهایی که سطح ناچیزی از آن‌ها پوشیده از جنگل است، چوب به عنوان یک ماده حیاتی و یکی از اقلام ضروری زندگی همواره مطرح می‌باشد. رشد جمعیت، ارتقاء آموزش و افزایش مصرف کاغذ بعنوان کالای اساسی و استراتژیک سبب شده است که صنایع کاغذسازی برای تامین ماده اولیه آینده خود اولویت مصرف را تعیین نمایند. این پژوهش به بررسی مناسب‌ترین ماده اولیه صنعت کاغذسازی با استفاده از تحلیل SWOT و روش ANP پرداخته است. براساس نظرات کارشناسان و خبرگان صنعت کاغذسازی، تحلیل SWOT برای صنعت کاغذسازی در کشور انجام شده که منجر به شناسایی معیارها و زیرمعیارها برای استفاده در روش ANP گردیده است. پس از شناسایی معیارها و زیر معیارها، ارتباطات و اوزان آن‌ها تعیین گردید و داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار سوپر دسیژن<sup>۱</sup>، تجزیه و تحلیل شده و مناسب‌ترین گزینه و همچنین سایر گزینه‌ها به ترتیب اولویت مشخص شده است. مدل با بکارگیری روش ANP حل شده است و در ادامه نتایج این روش با روش‌های AHP و روش ترکیبی AHP-TOPSIS مقایسه شده است.

واژه‌های کلیدی: کاغذ، صنایع کاغذسازی، انتخاب ماده اولیه، ANP، SWOT

### ۱- مقدمه

یقیناً رشد جمعیت جهان، پیشرفت تکنولوژی، ارتقاء آموزش و افزایش مصرف کاغذ بعنوان کالای اساسی و استراتژیک که مشخص کننده میزان سطح آموزش هر کشور است از یک سوی و مصرف زیاد و کاهش منابع ماده اولیه سلولزی از سوی دیگر، موجبات عدم تعادل و توازن مناسب را رقم زده است.

طبق اطلاعات بدست آمده نیاز کشور به کاغذ در سال ۲ میلیون و ۵۰۰ هزار تن است که از این میزان ۷۰۰ هزار تن در کشور تولید می شود. متوسط جهانی مصرف کاغذ ۵۵ کیلوگرم می‌باشد. این آمار در برخی از کشورهای توسعه یافته اروپایی و در آمریکا ۱۵۰ کیلوگرم است. با توجه به اینکه میزان مصرف کاغذ از شاخص‌های توسعه یافتگی است ، کشور ما با متوسط جهانی مصرف کاغذ فاصله بسیاری دارد و میزان متوسط مصرف کاغذ در کشور کمتر از میزان مصرف جهانی است. لذا با برنامه‌ریزی‌های کارآمد و فرهنگ‌سازی، می‌بایست این شاخص توسعه‌یافتگی را به سطح قابل قبولی افزایش داد. منابع جنگلی به علت استفاده بیش از حد، عدم بازسازی و اصلاح، بطور پیوسته رو به کاهش و نابودی می‌باشند. به طوری که امروزه تمامی صنایعی که از مواد چوبی استفاده می‌کنند بدنال تامین مواد اولیه جایگزین چوب در سال‌های آینده است.

هدف نهایی این است که با توجه به آمارهای موجود در خصوص واردات کاغذ، این محصول را بتوان در داخل کشور تولید کرد که یکی از نکات مهم این طرح، نوع ماده اولیه اصلی برای تولید کاغذ است. چرا که در داخل کشور بدلیل محدودیت‌های منابع، می‌بایست مواد اولیه این صنعت را مورد ارزیابی قرار داد و از بین مواد اولیه موجود برای تولید کاغذ بهترین گزینه را از نظر قابل دسترس بودن انتخاب کرد.

مطالعه بر روی انتخاب ماده جایگزین چوب در مرور ادبیات مورد کم توجهی قرار گرفته است و مطالعات در این حوزه بسیار کمیاب است. پک و

همکاران در سال ۲۰۰۰ در مقاله‌ای به نقش منابع جنگل‌های اروپا بعنوان مواد اولیه صنایع پرداختند. آنها مدعی بودند، بدلیل اهمیت محصولات چوبی و همچنین خدمات آن، تولید چوب به شکل گسترده‌ای ادامه خواهد داشت. در نتیجه ترمیم و نگهداری از صنعت جنگل سالم یک عنصر کلیدی در دستیابی به پایداری اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی جنگل در اروپاست. بیسترم و لانستد (۱۹۹۷) در مقاله‌ای به محاسبه ترکیب بهینه برای بازیابی انرژی و بازیافت ضایعات کاغذ به منظور تولید کاغذ و مقوا پرداختند. در این مطالعه شاخص بار محیط زیست (ELU) برآورد شده است که نشان دهنده اثرات زیست محیطی می‌باشد. این شاخص مربوط به ارزش بار زیست محیطی به منابع غیر قابل تجدید می‌باشد. بررسی آنان در جنگل‌های اسکاندیناوی نشان داد که تفاوت معناداری بین بهینه‌سازی اقتصادی و زیست محیطی وجود ندارد.

در این مطالعه، به ارزیابی و رتبه‌بندی ماده خام کاغذ پرداخته می‌شود. مواد خام در این پژوهش عبارت‌اند از چوب، کاغذ باطله، باگاس و ضایعات کشاورزی. برای رتبه‌بندی آنها از روش ANP استفاده شده است. روش ANP یک ابزار قوی برای رتبه‌بندی عوامل با معیارهای چندگانه کمی، کیفی، و یا ترکیب کمی و کیفی است (E.Rezaei et al. ۲۰۱۵). این روش به وفور در مقالات بکار برده شده است و قابلیت در نظر گرفتن ارتباطات درونی بین عوامل را دارا می‌باشد.

## ۲- معرفی مواد اولیه صنایع کاغذسازی در ایران

اساساً صنعت تولید خمیر و کاغذ در کشور با استفاده از دو ماده اولیه مهم استوار است: چوب و باگاس. کارخانه‌های "چوب و کاغذ مازندران" و "چوب و کاغذ ایران (چوکا)" با استفاده از مواد اولیه چوبی طراحی و فعالیت می‌کنند و کارخانه کاغذ پارس از مواد اولیه باگاس بهره می‌گیرد.

دو واحد مصرف کننده چوب با توجه به محدودیت استفاده از جنگل‌ها، تخریب و فرسایش شدید محیط زیست، متمایل به استفاده از کاغذ باطله (آخال) شده‌اند. بدین لحاظ تامین و قابل دسترس بودن مواد اولیه مناسب، یکی از مهمترین عوامل تولید در این صنعت است که در تدوین راهبردهای این زنجیره نقش اساسی دارد. در زیر چهار ماده خام برای تولید کاغذ ارائه شده است.

### ۲-۱- چوب

حفظ و حراست از منابع طبیعی که میراثی گران‌بها برای نسل‌های آتی محسوب می‌شود همواره از نظر اقتصادی، اجتماعی، فرهنگی و سیاسی مورد توجه بوده است. انتخاب چوب بعنوان ماده اولیه دارای شاخص کیفی بالایی است اما این گزینه با محدودیت‌های زیست محیطی همراه است.

### ۲-۲- باگاس

کاغذسازی از باگاس طی سال‌های ۱۹۳۰ تا ۱۹۴۰ در کشورهای فیلیپین، ژاپن، پرو، انگلستان، آرژانتین و هاوایی آغاز شده و در سال ۱۹۵۰ حدود ۵ تا ۶ کارخانه تولید خمیر کاغذ با ظرفیت یکصد هزار تن در سال در حال فعالیت بوده‌اند. تحقیقات موید آنست که پیشرفت‌ها و موفقیت‌های قابل ملاحظه کشورهای فوق باعث گردیده تا در سال ۱۹۸۶، ظرفیت تولید کاغذ از باگاس به ۲/۵ میلیون تن بالغ شود. با توجه به شرایط فیزیکی باگاس از نظر وزن، حجم ناشی از وجود قند، تخمیر و تولید گاز، و همچنین اشتعال‌زایی، ضرورت کشت و توسعه مزارع نیشکر و نهایتاً تولید باگاس کاملاً محسوس می‌شود.

### ۲-۳- کاغذ باطله (آخال)

باتوجه به کمبود مواد اولیه چوبی در کشور، یکی از بهترین روش‌های تامین مواد اولیه مورد نیاز صنعت کاغذسازی، بازیافت کاغذ می‌باشد. سالانه میلیاردها دلار صرف تولید کاغذ و صنایع پایین‌دستی آن می‌شود. از طرفی دیگر میلیاردها دلار هم صرف جمع‌آوری و از بین بردن آن‌ها می‌گردد. در حالی که با سرمایه‌گذاری مناسب برای بازیافت آن نه تنها از تخریب و آسیب به محیط زیست جلوگیری می‌شود بلکه می‌توان برداشت از منابع جنگلی را کاهش داده و بقای آن را برای نسل آینده تضمین نمود.

### ۲-۴- ضایعات کشاورزی

کشت گندم، جو، برنج و... علاوه بر تامین نیاز غذایی جوامع بشری به غلات، محصول جانبی با ارزش دیگری بنام کاه و کلش را به دنبال دارد. قرن‌هاست از کاه بعنوان ماده اولیه ساخت کاغذ (مخصوصاً در چین) استفاده می‌شود. هم‌اکنون در مناطقی نظیر اروپای شرقی، آمریکای جنوبی، خاورمیانه و آسیا کاه

بعنوان ماده اولیه مهم در صنعت کاغذ می باشد. دلیل اصلی تداوم کاربرد کاه در ساخت کاغذ سهولت دستیابی به آن به عنوان پسماند تولید مواد غذایی است.

مشکل اصلی در تولید کاغذ از ضایعات کشاورزی وجود آلاینده‌گی بسیار زیاد محیط زیست ناشی از کاربرد مواد شیمیایی در فرآیند تولید خمیر آن است. ضمن آنکه مشکلات مربوط به هزینه‌های کارگری جهت جمع‌آوری، ذخیره‌سازی و جابجایی، کاربرد این ماده را بیشتر به کشورهایی که دارای نیروی انسانی ارزان محدود کرده است.

### ۳- تعریف مسئله

برای بدست آوردن معیارهای مناسب برای ANP، در این قسمت به شناسایی و تحلیلی شرایط محیطی برای کاغذ پرداخته می‌شود تا معیارهای مناسب برای روش فرآیند تحلیل شبکه‌ای (ANP) بدست آید. در جدول (۱-۱) استراتژی‌های مستخرج از آنالیز مذکور ارائه شده است.

#### جدول (۱-۱) استراتژی‌های مستخرج از آنالیز SWOT

استراتژی‌ها	
حفاظت از محیط زیست: با توجه به نقاط ضعف	اقتصادی بودن: با توجه به نقاط قوت
دسترس پذیری به عوامل فنی: با توجه به تهدیدات	توسعه پذیر بودن: با توجه به فرصت‌ها

از روش SWOT برای شناسایی معیارها استفاده شده است و از آنجا که محاسبه اوزان چهار معیار با توجه به زیرمعیارهای SWOT حجم محاسبات را بالا می‌برد، لذا از این روش تنها برای شناسایی معیارها استفاده می‌شود و نه رتبه‌بندی آن‌ها. در این پژوهش برای انتخاب ماده اولیه صنعت کاغذسازی، چهار معیار اصلی در نظر گرفته شده است. این معیارها عبارتند از:

- (a) زیست محیطی E
- (b) اقتصادی ECO
- (c) فنی TC
- (d) توسعه‌پذیری EC

معیار زیست محیطی یکی از مهمترین معیارها برای این محصول به حساب می‌آید. زیرا که پسابی که از خروجی واحدهای صنایع کاغذسازی به محیط زیست وارد می‌شود، بیشترین آسیب را به آن وارد می‌کند.

درخصوص معیار اقتصادی باید خاطر نشان کرد که انتخاب هر نوع ماده اولیه، موارد متفاوتی از جمله حجم سرمایه‌گذاری، میزان قابل دسترس بودن ماده اولیه، قیمت ماده اولیه مورد نظر و همچنین قیمت محصول را به همراه دارد. در خصوص معیار فنی بدلیل اینکه هر ماده اولیه مشخصات و تکنولوژی تولید خاص خود را دارد باید این معیار را در نظر گرفت. در مورد معیار توسعه پذیر باید اذعان کرد با توجه به اینکه همواره دغدغه حمایت و برنامه‌ریزی برای مواد اولیه صنعت کاغذسازی وجود داشته، این معیار مورد بررسی قرار گرفته است.

#### زیر معیارها:

با توجه به اطلاعات بدست آمده و تحقیقاتی که انجام شده، زیر معیارهای زیر برای چهار معیار اصلی در نظر گرفته شده است:

#### زیست محیطی:

- ۱-۱- آلودگی محیط زیست P

برای معیار زیست محیطی یک زیر معیار با عنوان آلودگی محیط زیستی در نظر گرفته شده است. این زیر معیار با توجه به اینکه پساب‌های خروجی از واحدهای صنعتی تولید کاغذ دارند در نظر گرفته شده است. از آنجا که پساب خروجی این واحدها بسیار محیط زیست را به مخاطره می‌اندازد، لذا باید توجه ویژه‌ای به معیار بشود.

## اقتصادی :

- ۲-۱- قیمت ماده اولیه PRM
- ۳-۱- میزان سرمایه‌گذاری AE
- ۴-۱- در دسترس بودن ماده اولیه A
- ۵-۱- قیمت تمام شده محصول PFP

برای معیار اقتصادی چهار زیر معیار در نظر گرفته شده است. زیر معیار قیمت ماده اولیه به این جهت می‌باشد که قیمت مواد اولیه مورد مطالعه هر کدام با یکدیگر متفاوت است. در خصوص میزان سرمایه‌گذاری با توجه به اختلاف حجم سرمایه‌گذاری این معیار آورده شده است. در دسترس بودن ماده اولیه یعنی به چه مقدار در کشور موجود است و میتوان از آن بهره برد. قیمت تمام شده محصول هم در انتخاب ماده اولیه بسیار تاثیر گذار است.

## فنی :

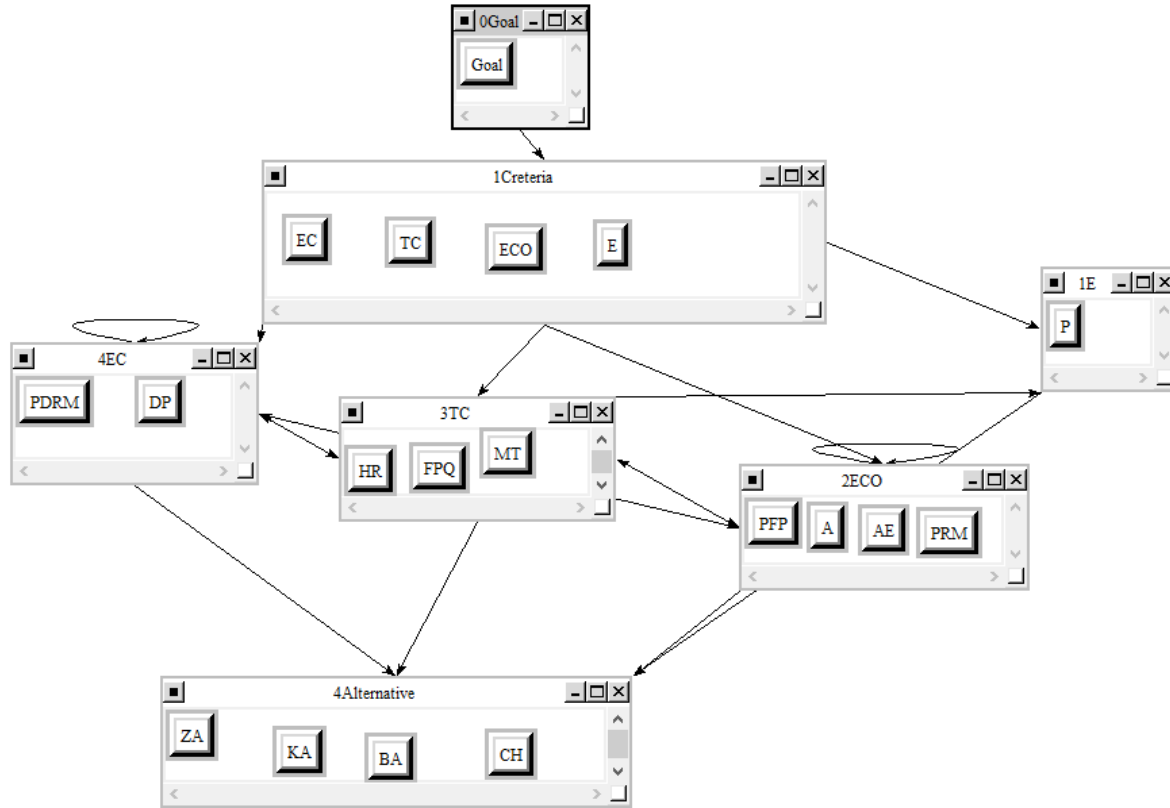
- ۶-۱- ماشین آلات و تکنولوژی MT
- ۷-۱- نیروی انسانی ماهر HR
- ۸-۱- کیفیت محصول نهایی FPQ

در خصوص زیر معیار ماشین آلات و تکنولوژی باید خاطر نشان کرد که هر ماده اولیه ماشین آلات خاص خود را دارد. در خصوص نیروی انسانی با توجه به اینکه مواد اولیه مورد بررسی واقع شده در این طرح احتیاج به نیروی انسانی متفاوتی دارند این معیار لحاظ شده است. کیفیت محصول نهایی موردی است که با توجه جنس مواد اولیه متفاوت است.

## توسعه پذیری :

- ۹-۱- برنامه توسعه‌ای تامین ماده اولیه در سیاست‌های کلان DP
- ۱۰-۱- پتانسیل توسعه ماده اولیه PDRM

برنامه توسعه‌ای تامین ماده اولیه در سیاست‌های کلان در واقع طرح‌هایی هستند که سازمان‌ها برای توسعه برخی از مواد اولیه در نظر دارند اجرا کنند. در خصوص زیر معیار پتانسیل توسعه ماده اولیه باید اذعان کرد که برخی از مواد اولیه پتانسیل توسعه‌پذیری را به خودی خود دارند که وجه تمایز آنها با دیگری می‌باشد. ساختار شبکه‌ای مدل در شکل زیر ارائه شده است.



شكل (۱-۴) ساختار شبکه‌ای مسئله

۴- نتایج عددی

همانطور که ذکر شد، داده‌های مسئله بر اساس جواب‌های پرسشنامه استخراج می‌شود. جواب‌های پرسشنامه براساس نظرات کارشناسان و خبرگان ارائه شده است. وزن هر فاکتور نشان دهنده اهمیت و ارزش آن نسبت به فاکتورهای دیگر در عملیات تعیین مکان است. بنابراین انتخاب آگاهانه و صحیح وزن‌ها کمک بزرگی در جهت تعیین هدف مورد نظر می‌نماید. از میان روش‌های مختلف وزن‌دهی نسبی میانگین هندسی به این دلیل که خاصیت معکوس بودن را در ماتریس مقایسات زوجی حفظ می‌کند، مناسب‌ترین قاعده ریاضی برای ترکیب قضاوت‌ها در این شیوه است.

بنابراین ماتریس مقایسات زوجی بین معیارها به شرح جدول (۲-۱) آورده شده است.

جدول (۲-۱) مقایسات زوجی بین معیارها

توسعه پذیری	فنی	اقتصادی	زیست محیطی	
۱۱	۹	۹	۱	زیست محیطی
۹	۷	۱	۱/۹	اقتصادی
۹	۱	۱/۷	۱/۹	فنی
۱	۹	۱/۹	۱/۱۱	توسعه پذیری

در جداول (۳-۱)، (۴-۱) و (۵-۱) مقایسات زوجی زیرمعیارهای هر معیار نسبت به معیار مربوطه آورده شده است. این جداول به ترتیب برای زیر معیارهای معیارهای اقتصادی، فنی و توسعه‌پذیری ارائه شده‌اند. همچنین، معیار زیست محیطی دارای یک زیر معیار است که نتیجه می‌شود دارای وزن ۱ در بین زیر معیارهای این معیار است.

جدول (۳-۱) مقایسات زوجی زیر معیارهای اقتصادی

قیمت ماده اولیه	میزان سرمایه‌گذاری	در دسترس بودن ماده اولیه	قیمت تمام شده محصول
۱	۹	۹	۵
۱/۹	۱	۱/۹	۵
۱/۹	۹	۱	۱۱
۱/۵	۱/۵	۱/۱۱	۱

جدول (۴-۱) مقایسات زوجی زیر معیارهای فنی

ماشین‌آلات و تکنولوژی	نیروی انسانی ماهر	کیفیت محصول نهایی
۱	۹	۱/۹
۱/۹	۱	۱/۹
۹	۹	۱

جدول (۵-۱) مقایسات زیر معیارهای توسعه‌پذیری

برنامه توسعه‌ای تامین ماده اولیه در سیاست‌های کلان	پتانسیل توسعه ماده اولیه
۱	۱/۵
۵	۱

پس از انجام مقایسات بین معیارها نسبت به هدف و همچنین مقایسات زیرمعیارها نسبت به هر معیار به مقایسات گزینه‌ها نسبت به هر زیر معیار پرداخته می‌شود. تا این مرحله از این بخش، مشابه با روش تحلیل سلسله مراتبی مقایسات بین عوامل صورت گرفت. در گام بعدی به مقایسات زوجی بین عوامل با ارتباطات درونی پرداخته می‌شود. پس از حل مدل، نتایج نهایی برای اوزان گزینه‌ها بشرح جدول زیر بدست آمد.

جدول (۶-۱) اوزان نهایی گزینه‌ها با روش ANP

گزینه	وزن
-------	-----

۰.۲۳۵۱	چوب
۰.۲۲۳۶	باگاس
۰.۴۵۱۰	کاغذ باطله
۰.۰۹۰۱	ضایعات کشاورزی

همچنین برای مقایسه نتایج حاصل از روش ANP با سایر روش‌ها، مسئله با استفاده از روش‌های AHP و مدل ترکیبی AHP-TOPSIS حل شده است. نتایج برای این دو مدل در جدول ۱-۷ ارائه شده است.

جدول (۱-۷) اوزان گزینه‌ها با استفاده از روش AHP و ترکیبی AHP-TOPSIS

وزن AHP-TOPSIS	وزن AHP	گزینه
۰.۳۴۱۲	۰.۳۷۲۵	چوب
۰.۳۲۲۱	۰.۳۵۲۱	باگاس
۰.۲۱۴۱	۰.۱۷۵۴	کاغذ باطله
۰.۱۲۲۶	۰.۱	ضایعات کشاورزی

نتایج حاصل از دو روش بالا نتایج متفاوتی را نسبت به روش ANP بدست داد. این تفاوت بدلیل وجود ارتباطات درونی بین عوامل در روش است. روش ANP توانایی در نظر گرفتن این ارتباطات درونی را دارا می‌باشد.

##### ۵- نتیجه گیری

تقابل بین محدودیت‌های زیست محیطی و افزایش نیاز به کاغذ موجب نیاز به مواد خام جایگزین چوب شده است. از جمله رایج‌ترین جایگزین‌های چوب عبارت‌اند از کاغذ باطله، باگاس و ضایعات کشاورزی. که این مواد خام جایگزین نیز مانند چوب دارای محدودیت‌های کمی و کیفی متفاوت دیگری هستند. در این پژوهش، روش ANP بعنوان جامع‌ترین روش تصمیم‌گیری چندشاخه، برای مدلسازی مسئله بکار گرفته شده است. در این روش، عوامل کمی و کیفی که در انتخاب ماده خام کاغذ تاثیرگذار بوده‌اند بکار گرفته شدند. نتایج نشان داد کاغذ باطله با اختلاف چشمگیری دارای اولویت اول بعنوان ماده خام در تولید کاغذ است. چوب و باگاس به ترتیب در اولویت‌های بعدی قرار دارند که دارای اختلاف بسیار اندک می‌باشند. همچنین، ضایعات کشاورزی آخرین اولویت در انتخاب ماده خام می‌باشد.

این پژوهش را می‌توان بعنوان یک چارچوب جامع برای انتخاب ماده خام تولید کاغذ در صنعت کاغذسازی بر شمرده که در آن تمامی عوامل و ارتباطات ممکن بر اساس نظر خبرگان در نظر گرفته شده است.

منابع:

- Peck T.J, Ottitsch, (۲۰۰۰). The European forest as source of industrial raw materials. Land Use Policy, ۱۷: ۲۰۹-۲۱۹.
- Bystrom S, Lonnstedt L, (۱۹۹۷). Paper recycling: environmental and economic impact, Resources, Conservation and Recycling, ۲۱: ۱۰۹-۱۲۷.
- Rezaei, E, Tabasian, S, Akbari, M. (۲۰۱۵). Presentaion a Framework for Location Pollutants, Green Facility Location Selection (GFLS), Applied Research Journal, ۶: ۳۶۸-۳۷۲.