

## تأثیر پراکنده‌سازی و رنگ‌بری خمیر کاغذ بازیافتی جوهرزدایی‌شده بر ویژگی‌های نوری و مکانیکی آن‌ها

### چکیده

در این تحقیق اثر پراکنده‌سازی و رنگ‌بری اکسایشی در شرایط مختلف بر ویژگی‌های نوری و مکانیکی کاغذهای بازیافتی جوهرزدایی‌شده بررسی شد. به این منظور از خمیر بازیافتی جوهرزدایی‌شده شرکت محصولات کاغذی بهداشتی لطیف در چهار نوع مختلف استفاده شد. پس از اعمال تیمارهای متفاوت، شامل پراکنده‌سازی، پراکنده‌سازی و رنگ‌بری اکسایشی هم‌زمان، پراکنده‌سازی و رنگ‌بری اکسایشی جداگانه، کاغذ دست‌ساز از آن‌ها تهیه شد. بعد از اسکن کاغذها، مقدار لکه موجود در آن‌ها با استفاده از نرم‌افزار Digimizer Version 4.1.1.0 تعیین شد و سپس خواص نوری و مکانیکی آن‌ها بررسی و مقایسه شد. نتایج نشان داد که پراکنده‌سازی سبب کاهش میزان لکه، روشنی کاغذها و افزایش زردی آن‌ها می‌شود. بررسی خواص مکانیکی نیز نشان داد که پراکنده‌سازی سبب افزایش شاخص مقاومت به کشش خشک، شاخص مقاومت به کشش تر، شاخص مقاومت به ترکیدن، میزان ماندگاری آب الیاف، میزان خاکستر و کاهش شاخص مقاومت به پارگی می‌شود. نتایج این تحقیق نشان داد که اعمال پراکنده‌سازی هم‌زمان با رنگ‌بری در مقایسه با اعمال جداگانه پراکنده‌سازی و رنگ‌بری سبب ایجاد خواص بهتری در خمیر کاغذ می‌شود.

**واژگان کلیدی:** پراکنده‌ساز، خمیر جوهرزایی شده، کاغذهای بهداشتی، میزان لکه، ویژگی‌های نوری و مکانیکی کاغذ.

حامد شریفی طاسکوه<sup>۱</sup>  
یحیی همزه<sup>۲\*</sup>  
حمیدرضا رودی<sup>۳</sup>  
شادمان پورموسی<sup>۴</sup>

<sup>۱</sup> دانش آموخته کارشناسی ارشد، علوم و صنایع چوب و کاغذ، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران.

<sup>۲</sup> استاد گروه علوم و صنایع چوب و کاغذ، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران.

<sup>۳</sup> استادیار، گروه فناوری تولید سلولز و کاغذ، دانشکده انرژی و فناوری‌های نوین، دانشگاه شهید بهشتی، زیرآب، ایران.

<sup>۴</sup> استادیار گروه علوم و صنایع چوب و کاغذ دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج، کرج، ایران.

مسئول مکاتبات:  
[hamzeh@ut.ac.ir](mailto:hamzeh@ut.ac.ir)

تاریخ دریافت: ۹۳/۱۲/۱۲  
تاریخ پذیرش: ۹۴/۰۳/۱۹

### مقدمه

با توجه به کاهش روزافزون منابع جنگلی در سطح دنیا و افزایش فشارهای محیط‌زیستی، استفاده از الیاف بازیافتی به بخش ثابتی از ماده اولیه برای تولید محصولات کاغذی تبدیل شده است [۱]. از طرفی استفاده از الیاف بازیافتی با کاهش کیفیت محصول همراه است که مستلزم مطالعه بیشتر جهت افزایش کیفیت و کمیت محصول است. جوهرزدایی یک مرحله تکمیلی در فناوری بازیافت

کاغذهای باطله چاپ است که برای جداسازی و خارج‌سازی مرکب چاپ از کاغذهای باطله چاپ به کار می‌رود. کارایی جداسازی جوهر از کاغذ باطله در فرآیند جوهرزدایی شیمیایی به روش و شرایط چاپ، نوع مرکب چاپ و ماده زیرین چاپ بستگی دارد [۲]. معمولاً جوهرزدایی با استفاده از روش‌های شناورسازی و شستشو انجام می‌گیرد اما جوهرزدایی به روش شناورسازی امروزه متداول‌تر است. در مرحله جوهرزدایی هیچ‌وقت

## مواد و روش‌ها

### مواد اولیه

در این تحقیق از خمیر بازیافتی جوهرزدایی‌شده (DIP) شرکت محصولات کاغذی بهداشتی لطیف در چهار تیمار استفاده شد. ترکیب این خمیر مخلوطی از پوشال چاپخانه‌ها و مخلوط کاغذهای باطله اداری بود و درصد الیاف مکانیکی آن به صورت کیفی تنظیم شد. نمونه‌ها شامل چهار نوع خمیر کاغذ به شرح زیر است:

۱- نمونه شماره ۱: خمیر کاغذ بازیافتی جوهرزدایی‌شده قبل از سیستم پراکنده‌سازی،  
 ۲- نمونه شماره ۲: خمیر کاغذ بازیافتی جوهرزدایی‌شده بعد از پراکنده‌ساز (بدون رنگ‌بری)،  
 ۳- نمونه شماره ۳: خمیر کاغذ بازیافتی جوهرزدایی و پراکنده‌سازی شده‌ای که هم‌زمان در پراکنده‌ساز رنگ‌بری شده است،

۴- نمونه شماره ۴: خمیر کاغذ بازیافتی جوهرزدایی و پراکنده‌سازی شده‌ای است که در شرایط آزمایشگاهی و مطابق با شرایط رنگ‌بری موجود در شرکت کاغذسازی لطیف رنگ‌بری شد.

جدول ۱ شرایط رنگ‌بری که در شرکت لطیف اجرا می‌شود و همین شرایط رنگ‌بری در شرایط آزمایشگاهی اجرا شد را نشان می‌دهد.

### ساخت کاغذ دست‌ساز و ارزیابی ویژگی‌های

#### نوری و مکانیکی

پس از تهیه نمونه خمیر کاغذها، طبق استاندارد تاپی آیین‌نامه شماره 88-om-205 کاغذهای دست‌ساز با گراماژ ۳۰ گرم بر مترمربع از آن‌ها تهیه شد. جهت تعیین میزان لکه کاغذهای دست‌ساز اسکن شد و تصویر آن‌ها تهیه شد و تصاویر با استفاده از نرم‌افزار تجزیه و تحلیل تصاویر Digimizer Version 4.1.1.0 پردازش شد. این نرم‌افزار برای اندازه‌گیری دقیق لکه‌های موجود در تصاویر اسکن‌شده کاغذها کاربرد دارد. به کمک این نرم‌افزار مساحت لکه‌های بزرگ‌تر از ۰/۰۴ میلی‌مترمربع نسبت به یک سطح مشخص از کاغذهای دست‌ساز اندازه‌گیری و محاسبه شد. درجه روشنایی و زردی کاغذهای دست‌ساز بر اساس استاندارد TAPPI و دستورالعمل 98-om-452 T و

جوهرزدایی به صورت کامل انجام نمی‌گیرد و همیشه مقداری از جوهر و لکه<sup>۱</sup> در خمیر کاغذ باقی می‌ماند [۳]. یکی از راه‌حل‌های کاهش میزان و محو کردن لکه‌های جوهر، استفاده از سیستم پراکنده‌سازی<sup>۲</sup> در کارخانه بازیافت خمیر کاغذ جوهرزدایی<sup>۳</sup> شده (DIP) است. اگر از نظر ظاهری نیاز به تولید کاغذهای مشابه کاغذ تولیدشده از خمیر بکر باشد، در این حالت مرحله پراکنده‌سازی به تولیدکننده کمک می‌کند تا اندازه لکه‌ها را به اندازه‌ای کاهش دهد که با چشم غیرمسلح دیده نشوند. مقدار روشنی<sup>۴</sup> و سفیدی<sup>۵</sup> نیز در اثر پراکنده‌سازی لکه‌ها و ذرات جوهر کاهش پیدا می‌کند، زیرا ذرات ریزتر جوهر و لکه‌ها سطح بزرگ‌تری را اشغال و نور بیشتری را جذب می‌کنند و باعث کاهش روشنی و سفیدی می‌شوند. همچنین در اثر پراکنده‌سازی علاوه بر کاهش اندازه ذرات لکه جوهر، اندازه ذرات مواد چسبناک، واکس‌ها، مواد پوشش‌دهی نیز کاهش پیدا می‌کنند [۴، ۵، ۶، ۷]. پراکنده‌سازی سبب کاهش درجه روشنایی می‌گردد و اگر در پراکنده‌سازی در حضور مواد رنگ‌بر مثل پراکسید هیدروژن استفاده گردد، روند کاهش درجه روشنایی کمتر خواهد بود و اگر بعد از پراکنده‌ساز از شناورسازی ثانویه استفاده گردد درجه روشنایی به مقدار چشمگیری افزایش پیدا می‌کند [۸، ۹، ۱۰، ۱۱، ۱۲]. در بیشتر تحقیقات انجام‌شده در خصوص اثر پراکنده‌سازی بر روی خواص خمیر کاغذ، صرفاً خواص ظاهری کاغذ مورد مطالعه قرار گرفته است و اثر هم‌زمان این فرآیند بر خواص مکانیکی به‌طور دقیق واضح نیست. در این تحقیق اثر پراکنده‌سازی در شرایط مختلف شامل پراکنده‌سازی تنها، پراکنده‌سازی همراه با رنگ‌بری اکسایشی (با استفاده از پراکسید هیدروژن)، پراکنده‌سازی و سپس رنگ‌بری اکسایشی خمیر کاغذ جوهرزدایی‌شده بر روی خواص نوری و مکانیکی کاغذ حاصل از آن‌ها بررسی شده است و اثر هر یک از این روش‌ها بر خواص نوری و مکانیکی خمیر کاغذ بررسی و با یکدیگر مقایسه شده است.

1. Speck
2. Disperser
3. De-inked pulp
4. Brightness
5. Whiteness

شاخص‌های  $L^* a^* b^*$  بر اساس سیستم CIE-Lab و لطیف اندازه‌گیری شد. با استفاده از دستگاه Elerpho 2000 موجود در شرکت

جدول ۱- شرایط رنگ‌بری در پراکنده‌ساز شرکت و در خارج از پراکنده‌ساز در شرایط آزمایشگاه (درصد مواد بر اساس وزن خشک الیاف است)

عوامل رنگ‌بری	زمان (دقیقه)	دما (°C)	pH نهایی	NaOH (%)	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> (%)	Na <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub> (%)	درجه روانی خمیر کاغذ (SR)	درصد خشکی خمیر کاغذ (%)	ترکیب کیلیت‌کننده (%)	سختی آب (ppm)
مقدار	۸۵	۸۰	۶/۵	۰/۵۵	۱/۲	۱/۲	۳۵	۳۰	۰	۵۵۰

بازیافتی DIP رنگ‌بری شده آزمایشگاهی است و میزان لکه بعد از پراکنده‌ساز کمتر از قبل پراکنده‌ساز است (شکل ۱). در شکل ۲ تصاویر مربوط به میزان لکه‌ها است که با استفاده نرم‌افزار Digimizer Version 4.1.1.0 پردازش شده است. این نتایج نشان‌دهنده نقش مهم پراکنده‌ساز در کاهش اندازه لکه‌ها است و افزایش میزان لکه‌ها در خمیر کاغذهای پراکنده‌سازی و رنگ‌بری شده می‌تواند به اثر جمع‌کنندگی ذرات جوهر توسط سیلیکات سدیم نسبت داده شود [۴، ۱۳].

اساساً پراکنده‌سازی به‌منظور بهبود وضعیت ظاهری، از طریق محو کردن آلاینده‌ها است؛ زیرا حتی با شدیدترین غربال‌گری و تمیز سازی خمیر کاغذ، نمی‌توان تمام مواد آلاینده‌های خمیر کاغذ را حذف کرد و این مواد به‌صورت قابل‌رؤیت در ورقه کاغذ باقی می‌مانند. اگر از نظر ظاهری نیاز به تولید کاغذهای مشابه کاغذ تولید شده از خمیر بکر باشد، در این حالت پراکنده‌سازی به تولیدکننده کمک می‌کند تا اندازه لکه‌ها را به‌اندازه‌ای کاهش دهد که با چشم غیر مسلح دیده نشوند [۱۳، ۷].

### نتایج اثر پراکنده‌ساز روی خواص نوری

نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها نشان داد که بین تیمارها از لحاظ درجه روشنی و شاخص  $L^*$  CIE و همچنین بین تیمارهای قبل و بعد از پراکنده‌سازی از لحاظ درجه زردی تفاوت معنی‌دار در سطح ۵٪ وجود دارد ولی از لحاظ شاخص  $a^*$  CIE و  $b^*$  CIE تفاوت معنی‌داری وجود ندارد ( $P > 0.05$ ). با توجه به شکل ۳ و مقایسه میانگین‌ها با آزمون دانکن، بیشترین میزان درجه روشنی ۸۲/۹۴ درصد،  $L^* 90.62$  CIE و  $a^* 2.35$  CIE است که

ویژگی‌های مکانیکی طبق آیین‌نامه TAPPI و طبق دستورالعمل‌های مربوطه اندازه‌گیری شدند: وزن پایه کاغذ (T410 om-88)، شاخص مقاومت به کشش خشک (T456 om-10)، شاخص مقاومت به کشش تر (T494 om-10)، شاخص مقاومت به ترکیدن (T403 om-91)، شاخص مقاومت پارگی (T414 om-04)، تعیین مقدار خاکستر (T211 om-93)، تعیین میزان ماندگاری آب الیاف (WRV) (UM-256).

سیستم پراکنده‌سازی کارخانه لطیف ساخت شرکت Andritz است که مجهز به پیچ آب‌گیری و پیچ حرارت دادن و پراکنده‌ساز است که خمیر کاغذ پس از آب‌گیری تا درصد خشکی ۳۰٪ و افزودن مواد شیمیایی رنگ‌بری و سپس افزایش دمای آن تا ۹۰-۸۵ درجه سلسیوس به پراکنده‌ساز می‌رسد و سپس رنگ‌بری و پراکنده‌سازی می‌گردد.

### تجزیه و تحلیل آماری

برای انجام محاسبات آماری از آنالیز تجزیه واریانس در غالب طرح کاملاً تصادفی و جهت گروه‌بندی میانگین‌ها از آزمون چند دامنه دانکن توسط نرم‌افزار SPSS در سطح معنی‌دار ۹۵ درصد استفاده شد.

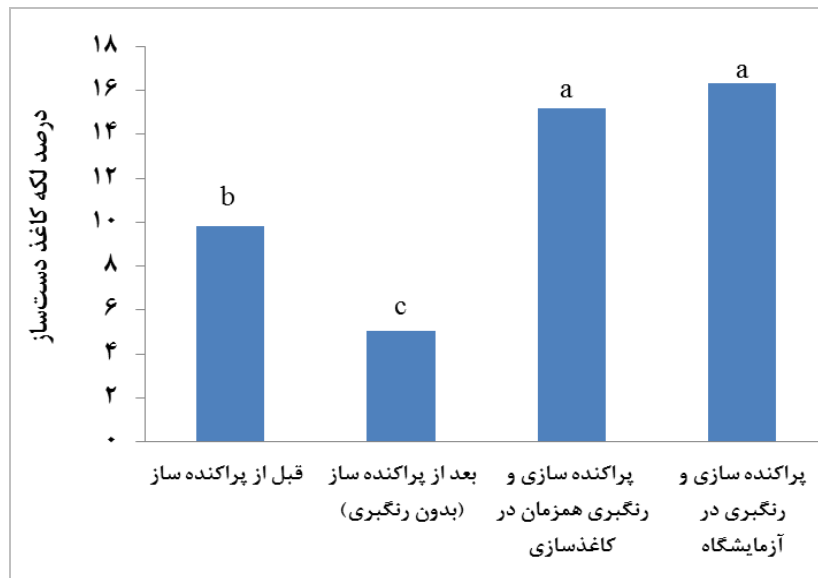
### نتایج و بحث

#### نتایج میزان لکه کاغذ دست‌ساز

با توجه به نتایج به‌دست‌آمده از تجزیه تحلیل آماری، تفاوت معنی‌داری بین تیمارهای قبل و بعد از پراکنده‌ساز و تیمار رنگ‌بری شده در سطح ۵٪ از نظر میزان لکه وجود دارد و بیشترین میزان لکه ۱۶/۳۳ درصد مربوط به خمیر

بیشترین میزان زردی  $11/27$  - و  $7/14$  -  $CIE b^*$  بوده و مربوط به خمیر کاغذی که به‌طور هم‌زمان در کاغذسازی لطیف یافتی پراکنده‌سازی و رنگ‌بری شده است.

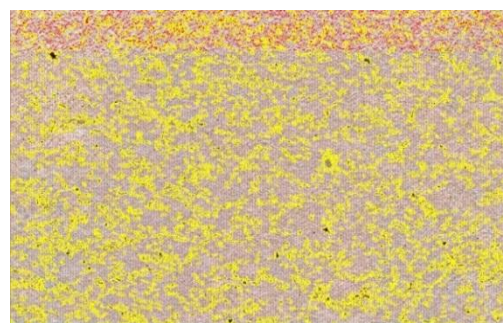
مربوط به خمیر کاغذ بازیافتی جوهرزدایی است که به‌طور هم‌زمان در شرکت پراکنده‌سازی و رنگ‌بری شده است. همچنین، میزان درجه روشنی در خمیر کاغذ قبل از پراکنده‌سازی از تیمار بعد از پراکنده‌سازی بیشتر است و



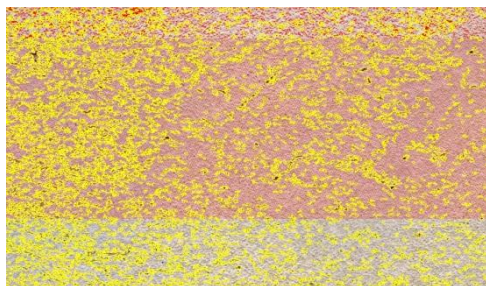
شکل ۱- نمودار میزان لکه در کاغذهای دست‌ساز



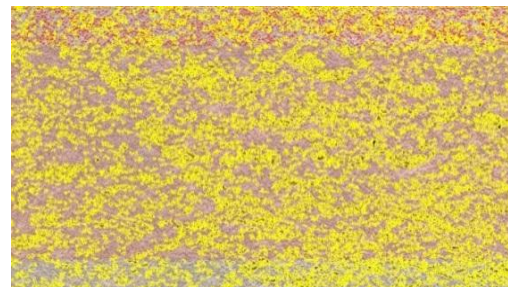
ب: بعد از پراکنده‌سازی (بدون رنگ‌بری)



الف: قبل از پراکنده‌سازی

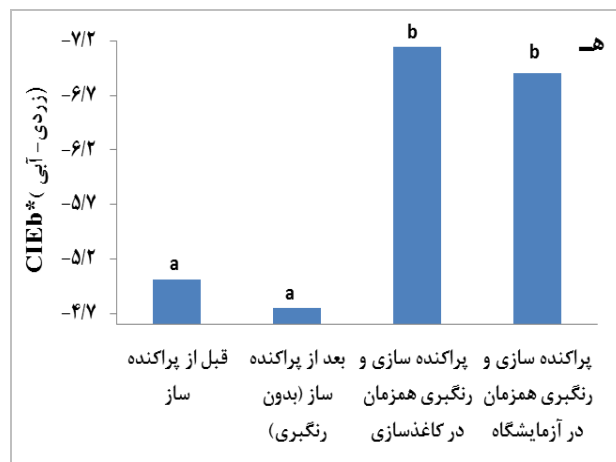
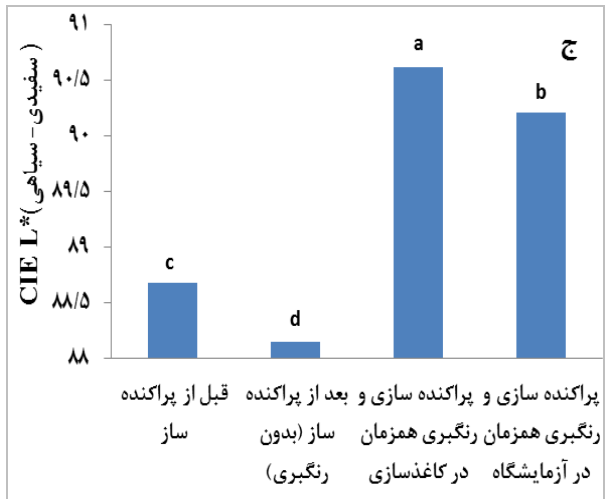
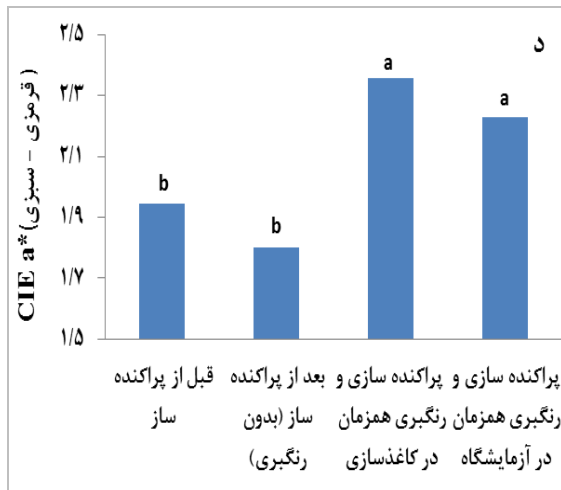
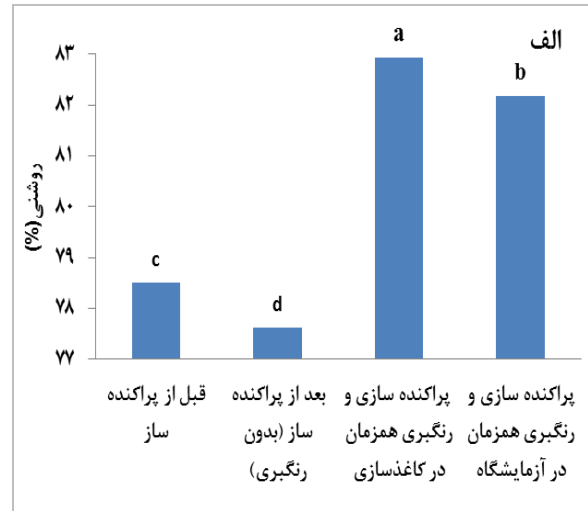
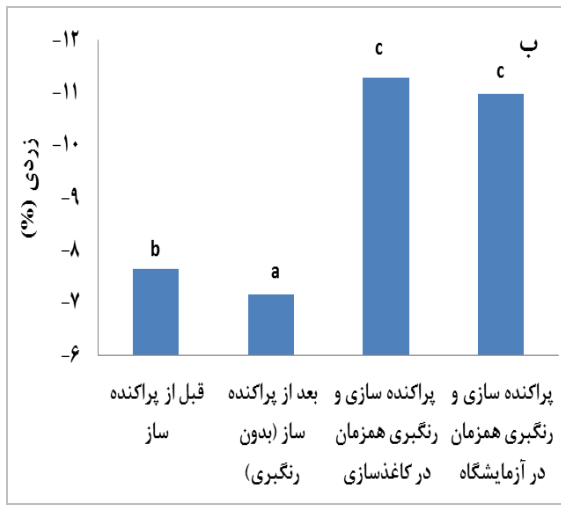


د: پراکنده‌سازی و رنگ‌بری جداگانه در آزمایشگاه



ج: پراکنده‌سازی و رنگ‌بری هم‌زمان در کاغذسازی

شکل ۲- تصاویر پردازش‌شده از سطح کاغذ دست‌ساز با استفاده از نرم‌افزار **Digmizer**



شکل ۳- خواص نوری کاغذ دست ساز قبل و بعد از پراکنده سازی.

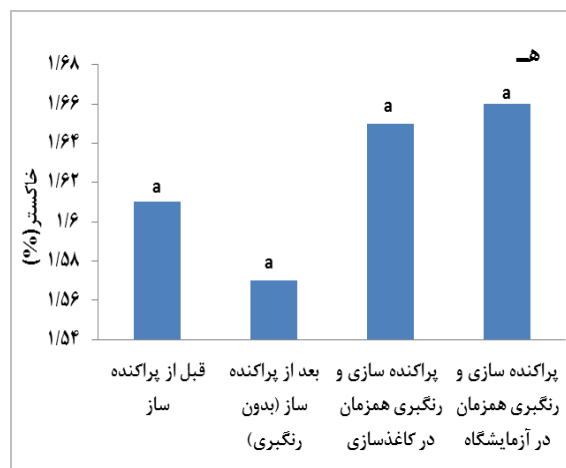
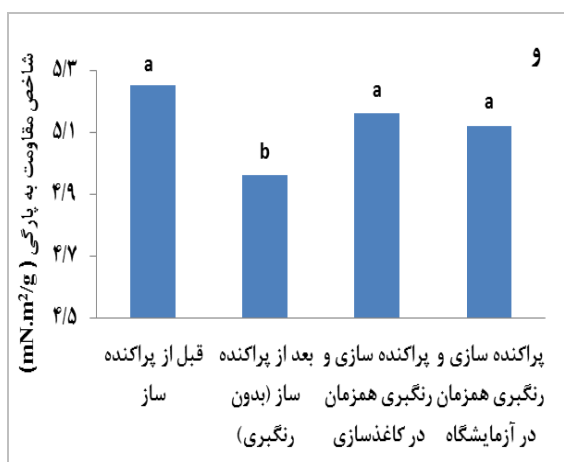
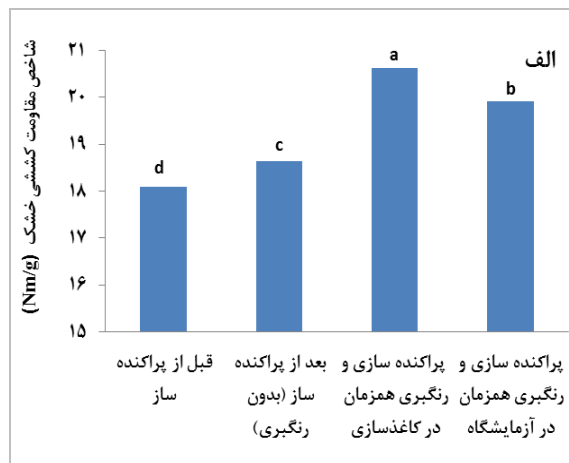
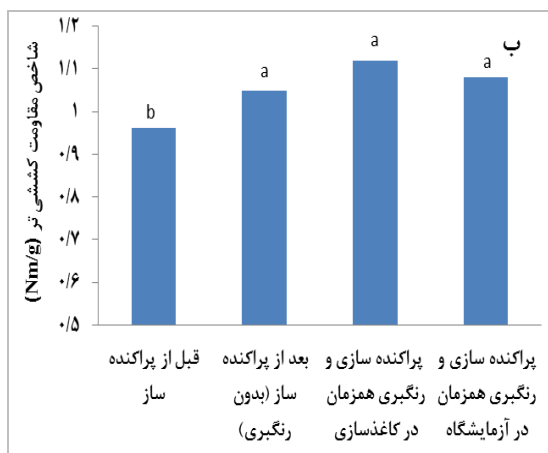
(الف) نمودار درجه روشنایی، (ب) نمودار درجه زردی، (ج) نمودار CIE L\*، (د) نمودار CIE a\*، (ه) نمودار CIE b\*

خاکستر آن‌ها تفاوت معنی‌داری وجود ندارد ( $P > 0.05$ ). با توجه به شکل ۴، بیشترین مقادیر شاخص مقاومت کششی خشک (Nm/g)  $۲۰/۶۱$ ، شاخص مقاومت کششی تر (Nm/g)  $۱/۱۱$ ، شاخص مقاومت به ترک‌یدن ( $KPa \cdot m^2/g$ )  $۱/۵۰$ ، میزان ماندگاری آب الیاف (g/g)  $۰/۷۸۲$  است که مربوط به خمیر کاغذ بازیافتی پراکنده‌شده همراه با رنگ‌بری در کاغذسازی لطیف است و بیشترین درصد خاکستر  $۱/۶۶$  است و که مربوط به خمیر کاغذی است که پس از پراکنده‌سازی در آزمایشگاه رنگ‌بری شده است. همچنین، بیشترین شاخص مقاومت به پارگی ( $mN \cdot m^2/g$ )  $۵/۲۵$  مربوط به خمیر کاغذ جوهرزدایی‌شده قبل از پراکنده‌سازی است. این نتایج بیانگر افزایش شاخص مقاومت کششی خشک، شاخص مقاومت کششی تر، شاخص مقاومت به ترک‌یدن، میزان ماندگاری آب الیاف و کاهش شاخص مقاومت به پارگی و درصد خاکستر در اثر پراکنده‌سازی است. در واقع پراکنده‌سازی در غلظت زیاد به علت اصطکاک بین الیاف و پیچ‌خوردگی آن‌ها، سبب کاهش طول الیاف و افزایش سطح پیوندهای بین الیاف می‌شوند. McKinney (۱۹۹۵) بیان می‌کند که دستگاه‌های پراکنده‌سازی و مالش دهی خمیر کاغذ در سرعت زیاد می‌توانند جایگزین پالایش خمیر کاغذ شود زیرا آن‌ها می‌توانند سبب بهبود خواص مقاومتی خمیر کاغذ شوند [۱۳]. همچنین، Kankaanpaa و Soini (۲۰۰۱) اثر پراکنده‌سازی را مشابه اثر پالایشگر توصیف کردند و بیان داشتند که پراکنده‌سازی باعث افزایش مقاومت کششی می‌گردد. نتایج نشان می‌دهد که پراکنده‌سازی همراه با رنگ‌بری علاوه بر خواص نوری بهتر، خواص مقاومتی بهتری نسبت به پراکنده‌سازی و رنگ‌بری در خارج از پراکنده‌ساز (در شرایط آزمایشگاهی) در خمیر کاغذ ایجاد می‌کند.

این نتایج نشان می‌دهد که خواص نوری بعد پراکنده‌سازی اندکی کاهش پیدا کرده که حاکی از پراکنده شدن مؤثر ذرات جوهر است. McKinney (۱۹۹۵) کاهش حدود سه‌درجه‌ای روشنی در اثر پراکنده‌سازی را گزارش داده‌اند و علت را به پراکنده شدن مؤثر ذرات جوهر نسبت داده‌اند، زیرا ذرات ریزتر جوهر سطح بزرگ‌تری را اشغال کرده و نور بیشتری را جذب می‌کنند و باعث کاهش روشنی می‌شوند. به همین دلیل اگر بعد از پراکنده‌سازی از فرآیند شناورسازی ثانویه استفاده شود، افزایش درجه روشنی و کاهش مؤثر میزان لکه‌ها حاصل می‌شود که علت آن کارایی بیشتر شناورسازی در حذف ذرات ریزتر جوهر حاصل از پراکنده‌سازی است [۱۳]. همچنین، نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که پراکنده‌سازی هم‌زمان با رنگ‌بری درجه روشنی بیشتری در مقایسه با پراکنده‌سازی و رنگ‌بری جداگانه (در شرایط آزمایشگاهی) به خمیر کاغذ می‌دهد. این نتایج مشابه نظر Ortner و Fischer (۱۹۹۰) است که اعلام کرده‌اند پراکنده‌سازی همراه با رنگ‌بری با پراکسید هیدروژن درجه روشنی را تا حد  $۲/۷$  واحد افزایش می‌دهد، ولی پراکنده‌سازی بدون رنگ‌بری با پراکسید هیدروژن می‌تواند درجه روشنی را  $۴/۲$  واحد کاهش دهد [۱۱].

### نتایج اثر پراکنده‌ساز روی خواص مکانیکی

با توجه به نتایج به‌دست‌آمده از تجزیه تحلیل آماری مشخص می‌شود که تفاوت معنی‌داری بین تیمارهای قبل و بعد از پراکنده‌سازی از نظر شاخص مقاومت کششی خشک، شاخص مقاومت کششی تر، شاخص مقاومت به ترک‌یدن، شاخص مقاومت به پارگی و میزان ماندگاری آب الیاف در سطح  $۵\%$  وجود دارد، ولی در میزان درصد



شکل ۴- نمودارهای خواص مکانیکی کاغذ دست ساز قبل و بعد از پراکنده سازی،  
 الف) شاخص مقاومت کششی خشک، ب) شاخص مقاومت کششی تر، ج) شاخص مقاومت به ترکیدن  
 د) میزان ماندگاری آب ایف ه) درصد خاکستر، و) شاخص مقاومت به پارگی

## نتیجه‌گیری

این تحقیق با هدف بررسی تأثیر پراکنده‌سازی و رنگ‌بری بر ویژگی‌های نوری و مکانیکی کاغذهای بازیافتی جوهرزدایی‌شده انجام شد. نتایج به‌دست‌آمده نشان داد که پراکنده‌ساز سبب کاهش اندازه ذرات جوهر و لکه‌ها می‌شود به‌نحوی که با چشم غیرمسلح ذرات دیده نشوند. کاهش اندازه ذرات جوهر و لکه‌ها سبب افزایش سطح ذرات و افزایش جذب نور و کاهش درجه روشنی، سفیدی و افزایش درجه زردی می‌شود. بررسی خواص مکانیکی نیز

نشان داد که پراکنده‌سازی سبب افزایش شاخص مقاومت به کشش خشک، شاخص مقاومت به کشش تر، شاخص مقاومت به ترک‌شدن، میزان ماندگاری آب‌الیاف و میزان خاکستر و کاهش شاخص مقاومت به پارگی می‌شود. به‌طورکلی، پراکنده‌سازی همراه با رنگ‌بری خمیر کاغذ، یعنی تزریق مواد شیمیایی رنگ‌بری به درون پراکنده‌ساز نتایج بهتری نسبت به پراکنده‌سازی و رنگ‌بری جداگانه دارد و خواص نوری و مقاومتی بهتری را در خمیر کاغذ بازیافتی جوهرزدایی و رنگ‌بری‌شده ایجاد می‌کند.

## مراجع

- [1] Ghasemian, A. and Khalili, A., 2012. Fundamentals and Procedures of Paper Recycling, Aeij Press, Tehran, 169p. (In Persian).
- [2] Bolanča Mirković, I. and Bolanča, Z., 2004. Chemical and enzymatic deinking flotation of digital prints. In 4th International Conference Industrial Engineering-New Challenges to SME.
- [3] Götsching, L. and Pakarinen, H., 2000. Book 7: Recycled Fiber and Deinking. Jyväskylä, Gummerus Printing, Finland, 649p.
- [4] Holik, H., 2006. Handbook of Paper and Board. Wiley-VCH verlag GmbH and CO. KGaA, Weinheim. Chapter 12, Testing of Paper, P.467-474.
- [5] Kankaanpää, V. and Soini, P., 2001. Approach to the conical dispersion and refining of recycled fiber. Fiber and paper, 3, 3.
- [6] Li, Z. H. A. O., 2008. Disc heat-disperser: Structure principles and its application. China Pulp and Paper, 10, 021.
- [7] Ruzinsky, F., Wang, M. H. and Bennington, C. P. J., 2003. Characterizing dispersion in newsprint deinking operations. Pulp and Paper Canada, 104(8): 30-35.
- [8] Gao, Y., Qin, M., Yu, H. and Zhang, F., 2012. Effect of heat-dispersing on stickies and their removal in post-flotation. Bioresources, 7(1):1324-1336.
- [9] Hamann, L., 2005. The role of deinking-flotation and micro-flotation for stickies reduction. In 7th PTS Stickies Seminar (P. 5-6).
- [10] Lee, H. L. and Kim, J. M., 2006. Quantification of macro and micro stickies and their control by flotation in OCC recycling process. Appita Journal, 59(1): 31.
- [11] Ortner, H. and Fischer, S., 1990. The application of dispersion for quality improvement of deinked pulps. In Pulping Conference: [proceedings] (USA).
- [12] Sarja, T., MacNeil, D., Huber P. and Niinimäki, J., 2007. Removal of stickles in flotation. Progress in Paper Recycling, 16(3): 5-11.
- [13] McKinney, R. (Ed.), 1995. Technology of Paper Recycling. Springer.



## Effect of dispersion and bleaching on the mechanical and optical properties of deinked recycled pulp

### Abstract

In this study, the effect of oxidative bleaching and mechanical dispersion on the optical and mechanical properties of deinked recycled pulp was investigated in different conditions. Industrial deinked pulp was treated in different conditions, including dispersion, combined oxidative bleaching during dispersion, separate dispersion, and oxidative bleaching. Handsheet papers were made from obtained pulps and were scanned. Spot content in taken photos were then analyzed by Digimizer software, version 4.1.1.0. Optical and mechanical properties of obtained handsheets were determined and compared. Results indicated that mechanical dispersion decreased spot content and brightness and increased yellowing of the handsheets. Moreover, mechanical dispersion increased dry and wet tensile and burst strengths, water retention value (WRV), ash content and decreased tear strength of handsheet papers. This study revealed that combined dispersing and oxidative bleaching of deinked pulp provides superior results in comparison to the separate dispersing and oxidative bleaching.

**Keywords:** disperger, deinked Pulp, tissue paper, spot content, optical and mechanical properties.

H. Sharifi Taskouh<sup>1</sup>  
Y. Hamzeh<sup>2\*</sup>  
H. R. Rudi<sup>3</sup>  
Sh. Pourmousa<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Graduated MSc., Faculty of Natural Resources, Department of Wood and Paper Sciences and Technology, University of Tehran, Karaj, Iran.

<sup>2</sup> Professor, Department of Wood and Paper Sciences and Technology, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran.

<sup>3</sup> Assistant Professor, Cellulose and Paper Technology Department, New Technologies and Energy Faculty, Shahid Beheshti University, Zirab, Iran.

<sup>4</sup> Assistant Professor, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Department of Wood and Paper Science and Technology, Karaj Branch, Islamic Azad University, Karaj, Iran.

Corresponding author:  
[hamzeh@ut.ac.ir](mailto:hamzeh@ut.ac.ir)

Received: 2015.03.03  
Accepted: 2015.06.09

