

## بررسی اثر نوع کاغذ روزنامه بر قابلیت جوهرزدایی آن<sup>۱</sup>

مهدی فائزی پور<sup>۲</sup> علی خلفی<sup>۳</sup> سید احمد میرشکرایی<sup>۴</sup> موسی محمدنژاد<sup>۵</sup> عبدالحسین لهراسبی<sup>۶</sup>

### چکیده

در این تحقیق، قابلیت جوهرزدایی کاغذهای روزنامه باطله ایران، تایلند، شرق آمریکا و غرب آمریکا مورد بررسی قرار گرفت. بدین منظور نخست نمونه‌های لازم از ایران و تایلند تهیه شد. پس از آماده‌سازی نمونه‌ها و به‌دست آوردن ویژگی‌های مواد اولیه، جوهرزدایی به روش شست‌وشو با استفاده از دستگاه جزء‌جزء‌کننده باور مک نت صورت گرفت. در پایان، ورقه‌های دست‌ساز برای مطالعه خواص نوری با استفاده از ورق‌ساز استاندارد آزمایشگاهی ساخته شدند. قابلیت جوهرزدایی به دو روش اندازه‌گیری فاکتور قابلیت جوهرزدایی روشنی و فاکتور قابلیت جوهرزدایی سیستم رنگی *Lab* تعیین و مقایسه شد. نتایج حاصل نشان داد که کاغذهای ساخته‌شده از مخلوط خمیر پهن‌برگ و سوزنی‌برگ (روزنامه‌های ایران) بالاترین فاکتور قابلیت جوهرزدایی روشنی را به خود اختصاص دادند و کاغذهای ساخته‌شده از خمیر سوزنی‌برگ (روزنامه‌های آمریکا) و خمیر بازیافتی (روزنامه‌های تایلند) به ترتیب دارای فاکتور قابلیت جوهرزدایی روشنی متوسط و کم بودند. نتایج مربوط به قابلیت جوهرزدایی سیستم رنگی *Lab* نشان داد که قابلیت جوهرزدایی کاغذهای روزنامه ایران متوسط و تایلند کم و روزنامه‌های آمریکا بالاترین مقدار را دارا بودند.

**واژه‌های کلیدی:** قابلیت جوهرزدایی، جوهرزدایی به روش شست‌وشو، کاغذ روزنامه باطله، قابلیت جوهرزدایی روشنی و قابلیت جوهرزدایی سیستم رنگی *Lab*

<sup>۱</sup> - تاریخ دریافت: ۸۲/۱۱/۱۱، تاریخ پذیرش: ۸۳/۱۲/۲۴

<sup>۲</sup> - استاد دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران (E-mail: international@ut.ac.ir)

<sup>۳</sup> - دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی علوم و صنایع چوب و کاغذ دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران

<sup>۴</sup> - دانشیار دانشگاه پیام نور

<sup>۵</sup> - دانشیار موسسه تکنولوژی آسیایی - تایلند (ALT)

<sup>۶</sup> - استادیار دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران

## مقدمه

میزان مصرف کاغذهای بازیافتی طی دهه‌های اخیر در سطح جهانی رو به افزایش بوده، به طوری که در سال ۱۹۷۰ سهم مصرف الیاف بازیافتی در کل الیاف مصرفی ۲۰ درصد بوده است و این مقدار در سال ۱۹۹۵ به ۳۵ درصد افزایش یافته و پیش‌بینی می‌شود تا سال ۲۰۱۰ به ۴۰ درصد برسد (۹). بازیافت خمیرهای مکانیکی استفاده‌شده در کاغذ روزنامه و تولید مجدد کاغذ روزنامه، موجب حفظ منابع جنگلی و نیز منابع انرژی می‌شود. سهم الیاف بازیافتی در تولید کاغذ روزنامه در سال ۱۹۹۳، ۲۵ درصد بوده و انتظار می‌رود تا سال ۲۰۱۰ به ۴۰ درصد برسد (۱۰). مطالعه انجمن کاغذ و جنگل آمریکا، نشان می‌دهد که رشد مصرف سالیانه کاغذ روزنامه باطله تا پایان سال ۲۰۰۳ بالغ بر ۳/۵ درصد خواهد بود (۴).

در حال حاضر، در ایران کاغذهای روزنامه فقط از خمیر کاغذ مکانیکی CMP تولید می‌گردند یا از طریق واردات تامین می‌گردد، این در حالی است که در سراسر جهان و نیز حتی در آسیا کارخانه‌هایی وجود دارند که کاغذ روزنامه را از ۱۰۰ درصد الیاف بازیافتی تولید می‌کنند. هم‌اکنون در ایران فقط در شرکت محصولات کاغذی لطیف جوهرزدایی کاغذهای باطله و آن‌هم کاغذهای باطله اداری صورت می‌گیرد و این مبین نیاز شدید کشور برای نصب و راه‌اندازی سیستم‌های جوهرزدایی است. برای استفاده از کاغذ روزنامه باطله برای تولید مجدد کاغذ روزنامه، لازم است قابلیت جوهرزدایی آنها تعیین و بهترین سیستم برای جوهرزدایی آنها مشخص و طراحی شود.

قابلیت جوهرزدایی کاغذهای باطله به صورت میزان دفع ذرات جوهر چاپ طی فرایند جوهرزدایی تعریف شده و از طریق اندازه‌گیری خواص نوری تعیین می‌شود. اثر خواص کاغذ بر قابلیت جوهرزدایی در مقایسه با ترکیب جوهر چاپ، کهنه شدن آن، خواص چاپی و خواص سطحی کاغذ ناچیز است (۳ و ۷) و این جوهر و نه کاغذ

است که خواص جوهرزدایی را تعیین می‌کند (۱۵). با این حال، برخی منابع گزارش کرده‌اند که صافی و زبری سطح کاغذ اثر چشمگیری بر قابلیت جوهرزدایی دارد و مهم‌ترین فاکتور سطحی موثر بر قابلیت جوهرزدایی، پوشش‌دار بودن<sup>۱</sup> یا پوشش‌دار نبودن کاغذ است (۱۱ و ۲).

نوع فرایند چاپ و مکانیزم خشک شدن جوهر نیز بر قابلیت جوهرزدایی تاثیر دارد، به طوری که چاپ افست روزنامه با خشک شدن به روش نفوذ در صورتی که جوهر کهنه نشده باشد، قابلیت جوهرزدایی خوبی خواهد داشت. ولی چنانچه جوهر بیش از دو تا سه ماه کهنه شود، به سختی از الیاف جدا می‌شود و خمیر آلوده‌تر تولید خواهد کرد و در نهایت کاغذ ساخته‌شده حاوی لکه‌های جوهر خواهد بود (۱).

قابلیت جوهرزدایی همه جوهرها در اثر کهنه شدن آسیب می‌بیند (۶)، به نحوی که هرچه کاغذهای باطله زودتر (با سن چاپ کمتر) جوهرزدایی شوند، از نظر قابلیت جوهرزدایی نتایج بهتری حاصل خواهد شد (۵). تفاوت در قابلیت جوهرزدایی کاغذهای مختلف ناشی از تغییرات شیمیایی متفاوتی است که طی زمان در جوهرهای مختلف روی می‌دهند (۱۲).

دفعات بازیافت کاغذ بر قابلیت جوهرزدایی اثر منفی دارد، به طوری که پس از پنج دوره بازیافت، روشنی ۹۰ درصد افت می‌کند که عمده افت روشنی در دوره اول و دوم اتفاق می‌افتد و علت آن به واکنشیدگی برگشت‌ناپذیر الیاف نسبت داده شده است (۱۴).

## مواد و روش‌ها

## مواد

مواد اولیه (کاغذهای روزنامه باطله)

الف) کاغذهای روزنامه باطله ایران: این روزنامه‌ها از دفاتر

<sup>۱</sup>-Coated

## فرایند جوهرزدایی جهت تعیین قابلیت جوهرزدایی

## ۱- خیساندن

سه نوع نمونه از هر سری روزنامه (ایرانی، تایلندی و امریکایی) برای تعیین قابلیت جوهرزدایی آماده‌سازی شد که دو نمونه از آنها چاپ‌شده و دیگری چاپ‌نشده بودند. هر نمونه حاوی ۸۰ گرم روزنامه باطله بود (معادل وزن خشک). یکی از نمونه‌های چاپ‌شده به مدت یک‌ساعت در آب خیسانده شد و دو نمونه دیگر (نمونه چاپ‌شده و نمونه چاپ‌نشده) در محلول شیمیایی خیسانده شدند.

## ۲- خمیرسازی نخست

پس از مرحله خیساندن، نمونه‌ها به خمیرساز آزمایشگاهی منتقل شدند تا خمیرسازی صورت پذیرد. با توجه به دستورالعمل‌های استاندارد خمیرساز تعداد دور خمیرساز ۳۰۰۰۰ تنظیم شد. این خمیرسازی (با ۳۰۰۰۰ دور) در حدود ۱۰ دقیقه و ۸ ثانیه به طول انجامید.

## ۳- مرحله واکنش مواد شیمیایی

برای جدا کردن بهتر ذرات جوهر از سطح الیاف، لازم است سوسپانسیون خمیر به مدت مشخص (برای انجام واکنش مواد شیمیایی با ذرات جوهر) در تماس با مواد شیمیایی قرار داده شود. از این رو خمیر حاصل در بشرهای پلاستیکی ریخته شده و به مدت ۹۰ دقیقه در حمام آب گرم ۴۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شد.

## ۴- خمیرسازی دوم

پس از ۹۰ دقیقه واکنش، سوسپانسیون خمیر مجدداً به خمیرساز منتقل شد و با افزودن آب، درصد خشکی به ۳/۵ درصد رسانده شد. در این مرحله، بنابر دستورالعمل استاندارد خمیرساز، خمیر با دور ۱۰۰۰۰ و زمان ۳ دقیقه و ۲۲ ثانیه خمیرسازی مجدد شد.

## ۵- فرایند شست‌وشو

بر اساس استاندارد ۲۵-۴۵۶۰۶-۴ DIN از جزءکننده باورمکنت<sup>۱</sup> برای شست‌وشو و دفع ذرات جوهر، پرکننده‌ها

مرکزی روزنامه‌های کار و کارگر، ابرار ورزشی، اطلاعات و همشهری تهیه شدند. این نمونه‌ها در اتاق‌های آرشیو روزنامه یا سرویس فروش نگهداری می‌شدند که به هیچ‌وجه در معرض نور آفتاب نبوده و رطوبت و دمای نامطلوب بر آنها اعمال نشده بود.

ب) روزنامه‌های تایلندی: این روزنامه‌ها از آرشیو شخصی کارمندان دپارتمان خمیر و کاغذ موسسه تکنولوژی آسیایی (AIT) تهیه شدند.

پ) روزنامه‌های غرب آمریکا: این روزنامه‌ها از یک کارخانه بازیافت تهیه شدند، به این‌صورت که به طور تصادفی از دو عدل کاغذ باطله وارداتی نمونه‌گیری شد. این روزنامه‌ها شامل تایمز هرالدرکورد، نیوجرسی هرالدرکورد، نیویورک تایمز، دیلی نیوز، لوس آنجلس تایمز و رکورد بودند.

ت) روزنامه‌های شرق آمریکا: این نمونه‌ها نیز مانند نمونه‌های غرب آمریکا از کارخانه بازیافت نمونه‌برداری شدند. اصلی‌ترین نوع این نمونه‌ها نیویورک تایمز و دیگر روزنامه‌ها شامل لوس آنجلس تایمز، رکورد، نیوزدی و هرت فورد کورانت بودند.

## مواد شیمیایی

۱- هیدروکسید سدیم (NaOH)،

۲- پروکسید هیدروژن ( $H_2O_2$ )،

۳- سیلیکات سدیم ( $Na_2SiO_3$ )،

۴- ماده فعال سطحی (Product f Bando)، BD ۹۰۰

(Chemical, South Korea)،

۵- عامل پراکنده‌ساز (Fennodispe A۴۱- Kemira).

## آماده‌سازی نمونه‌ها

از روزنامه‌های ایران، تایلندی، شرق و غرب آمریکا نمونه‌های چاپ‌نشده و نمونه‌های چاپ‌شده تهیه شدند؛ بدین صورت که بخش‌های چاپ‌نشده و چاپ‌شده با دست به قطعاتی به ابعاد  $1/5 \times 1/5$  سانتی‌متر درآمدند. میزان ماده خشک آنها برای شناسایی ویژگی‌های ماده اولیه تعیین شد.

<sup>۱</sup> - Bauer-MCNett Fractionator

قابلیت جوهرزدایی به روش مقیاس رنگی CIELAB برای تعیین قابلیت جوهرزدایی به روش مقیاس رنگی Lab از مولفه‌های  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  استفاده می‌شود. این روش توسط دپارتمان تکنولوژی و علوم کاغذ دانشگاه صنعتی دارم اشتات آلمان ارائه شده است. برای این منظور از رابطه (۲) استفاده می‌شود:

(۲)

$$DEM_{Lab}(\%) = \left[ 1 - \frac{\sqrt{(L_{US}^* - L_{DS}^*)^2 + (a_{US}^* - a_{DS}^*)^2 + (b_{US}^* - b_{DS}^*)^2}}{\sqrt{(L_{US}^* - L_{BS}^*)^2 + (a_{US}^* - a_{BS}^*)^2 + (b_{US}^* - b_{BS}^*)^2}} \right] \times 100$$

که در آن  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  مقادیر مربوط به مولفه‌های رنگ در سیستم رنگی CIELAB است.

$DS^*$  خمیر جوهرزدایی شده چاپ شده (تیمار شده با مواد شیمیایی)،

$US^*$  خمیر جوهرزدایی شده چاپ نشده (تیمار شده با مواد شیمیایی) و

$BS^*$  خمیر جوهرزدایی نشده چاپ شده (تیمار شده با آب بدون مواد شیمیایی) است.

## نتایج

### روشنی

برای تعیین قابلیت جوهرزدایی کاغذهای چاپ شده، یکی از روش‌های توصیه شده استفاده از روش شست و شوست. از این رو داده‌های مربوط به خواص مختلف در این تحقیق، مربوط به جوهرزدایی به روش شست و شو می‌باشند. روشی نمونه‌های مختلف در دو سطح رویی و توری اندازه‌گیری شدند که این از الزامات استاندارد مربوطه است. نتایج حاصل در شکل (۱) آمده است.

و الیاف ریز استفاده شد. برای این منظور، خمیر با استفاده از سلول جزء جزء کننده باورمک نت با توری‌های ۵۰، ۳۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ مش شست و شو شد تا ذرات جوهر، پرکننده‌ها و الیاف ریز شسته و دفع گردند. زمان شست و شو ۱۵ دقیقه و میزان آب شست و شو ۱۰ لیتر در دقیقه بود.

### ۶- اندازه‌گیری خواص نوری

برای اندازه‌گیری روشی نمونه‌های مختلف، بنابر استاندارد SCAN، ورق‌های دست‌ساز با استفاده از دستگاه ورق‌ساز آزمایشگاهی ساخته شدند. پس از متعادل‌سازی در دمای ۲۳ درجه سانتی‌گراد و رطوبت ۵۰ درصد روشی و مولفه‌های رنگی Lab اندازه‌گیری شدند.

### ۷- فاکتور قابلیت جوهرزدایی روشی

در مقیاس آزمایشگاهی، فاکتور قابلیت جوهرزدایی DEM<sup>۱</sup> با استفاده از روشی که موسسه تکنولوژی کاغذ مونیخ آلمان ارائه کرده است، اندازه‌گیری می‌شود. در این روش، روشی ایزو ( $R_{F57}$ ) خمیر جوهرزدایی شده چاپ نشده (US)، خمیر جوهرزدایی نشده چاپ شده (BS) و خمیر جوهرزدایی شده چاپ شده (DS) اندازه‌گیری شده و با استفاده از رابطه زیر فاکتور قابلیت جوهرزدایی تعیین شده است [استاندارد- PTS ۰۱۰/۸۷ PTS-RH [Merkblatt

که در آن:

$$DEM_w = \frac{WG_{DS} - WG_{BS}}{WG_{US} - WG_{BS}} \times 100 (\%) \quad (1)$$

DEM<sub>w</sub> - قابلیت جوهرزدایی،

WG<sub>DS</sub> = روشی خمیر جوهرزدایی شده چاپ شده (تیمار شده با مواد شیمیایی)،

WG<sub>US</sub> = روشی خمیر جوهرزدایی شده چاپ نشده (تیمار شده با مواد شیمیایی) و

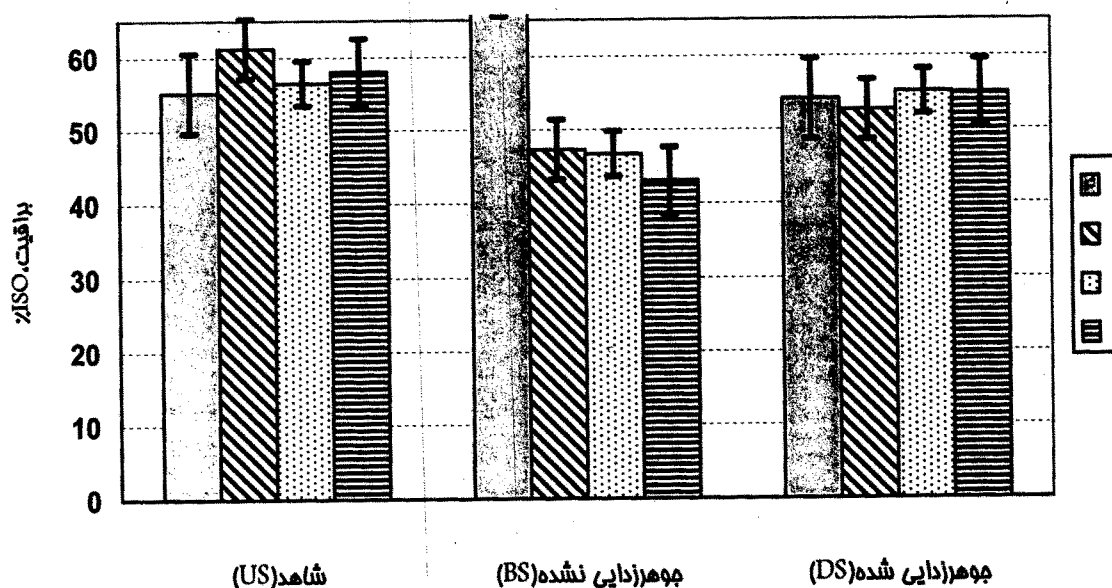
WG<sub>BS</sub> = روشی خمیر جوهرزدایی نشده چاپ شده (تیمار شده با آب بدون مواد شیمیایی) است.

<sup>۱</sup>-Deinkter Stoff

<sup>۲</sup>-Undeinkter Stoff

<sup>۳</sup>-Unbehandelt Stoff

<sup>۱</sup>-DeinkbarkeitsmaßZahl



شکل ۱- میانگین روشنی سطوح رویی و توری ایزو (درصد) برای نمونه‌های مختلف کاغذهای دست‌ساز

بالاترین میزان روشنی در سطح رویی و توری را دارا بودند و نمونه‌های شاهد ایران پس از نمونه‌های شرق و غرب آمریکا دارای کمترین روشنی بودند.

بر اساس نتایج حاصل از آنالیز واریانس ANOVA (جدول ۱ و ۲)، اثر تیمار (نوع کاغذ) بر روشنی هر دو سطح معنادار بود (در سطح ۱ درصد) و بر اساس نتایج حاصل از آزمون دانکن (در سطح ۵ درصد)، نمونه‌های شاهد تایلدن

جدول ۱- جدول تجزیه واریانس برای اثر تیمار بر روی روشنی سطح رویی

منابع	درجه آزادی	مجموع مربعات	میانگین مربعات	F محاسباتی	Pr>F
تیمار	۱۱	۱۱۷۳۳/۳۱	۱۰۶۶/۶۶	۱۴۵۱/۹۵	<۰/۰۰۰۱*
خطا	۳۴۸	۲۵۵/۶۵	۷۳۴۶۴/۰۰	-	-
کل	۳۵۹	۱۱۹۸۸/۹۷	-	-	-

\* معنی دار در سطح ۱ درصد

جدول ۲- جدول تجزیه واریانس برای اثر تیمار بر روی روشنی سطح توری

منابع	درجه آزادی	مجموع مربعات	میانگین مربعات	F محاسباتی	Pr>F
تیمار	۱۱	۱۵۱۶۰/۵۵	۱۳۷۸/۲۳	۵۵/۹۹	<۰/۰۰۰۱*
خطا	۳۴۸	۸۵۶۵/۶۵	۲۴/۶۱	-	-
کل	۳۵۹	۲۳۷۲۶/۲۱	-	-	-

\* معنی دار در سطح ۱ درصد

در سطح رویی دارای بیشترین روشنی بودند که با

نمونه‌های جوهر زدایی شده (DS) شرق و غرب آمریکا

روزنامه‌های تایلند از ۱۰۰ درصد الیاف بازیافتی ساخته شده بودند و دارای میزان الیاف کوتاه بیشتری نسبت به نمونه‌های ایران بوده‌اند.

تفاوت ناچیز بین نمونه‌های شرق و غرب آمریکا را می‌توان به شرایط نگهداری آنها نسبت داد، چرا که روزنامه‌های شرق آمریکا در محیط مرطوب‌تر و در دمای بالاتری نسبت به نمونه‌های غرب آمریکا قرار داشته‌اند (شرق آمریکا دارای اقلیم مرطوب‌تر و گرم‌تری نسبت به غرب آمریکاست).

اختلاف روشنی نمونه‌های ایران با نمونه‌های شرق و غرب آمریکا را می‌توان به شرایط نگهداری (دما، جریان هوا و نور خورشید)، مواد شیمیایی موجود در خمیر و نوع خمیر مکانیکی نسبت داد. به عبارت دیگر، نمونه‌های ایران از خمیر CMP پهن‌برگان و نمونه‌های آمریکا از خمیر TMP و CTMP سوزنی‌برگان ساخته شده بودند. بنابراین، نمونه‌های ایران دارای الیاف کوتاه بیشتر و مواد شیمیایی موجود در خمیر متفاوت‌تر بودند و روشنی کمتری داشتند. از طرفی، شرایط نامناسب نگهداری نمونه‌های شرق و غرب آمریکا نسبت به نمونه‌های ایران از شدت زیاد اختلاف روشنی کاسته بود.

#### مقادیر مربوط به مولفه‌های رنگی سیستم CIELAB

در سیستم CIELAB، مقدار مولفه  $L$  به میزان روشنی<sup>۱</sup> مربوط است، به طوری که اگر برابر صفر باشد، سیاهی کامل و اگر برابر صد باشد، سفیدی کامل را نشان می‌دهد. مقدار  $a$  به میزان قرمز یا سبز بودن اشاره دارد، در صورتی که منفی باشد، دال بر سبز بودن و چنانچه مثبت باشد، دال بر قرمز بودن است. مقدار مولفه  $b$  نشان‌دهنده آبی و زرد بودن است، در صورت مثبت بودن نشان از زرد بودن و در صورت منفی بودن نشان از آبی بودن دارد. این مولفه‌ها توسط دستگاه و محاسبات مربوطه تعیین شدند (جدول ۳).

نمونه‌های ایران و تایلند تفاوت معناداری را نشان می‌دهد. در سطح توری بین مقادیر روشنی نمونه‌های مختلف تفاوت معناداری ملاحظه نشد.

نمونه‌های جوهرزدایی‌نشده تایلند (BS) در سطح روبی بیشترین روشنی را دارا بودند و با سایر نمونه‌ها تفاوت معناداری داشتند. در سطح توری، نمونه‌های تایلند و شرق آمریکا دارای بیشترین روشنی‌اند و با دو نمونه دیگر تفاوت معناداری داشتند.

تفاوت و اختلاف موجود بین مقادیر روشنی نمونه‌های مختلف را می‌توان به سن چاپ، شرایط نگهداری (دما، جریان هوا و نور خورشید) و نوع و فرمولاسیون جوهر نسبت داد (۱۳). علاوه بر موارد یادشده، مواد شیمیایی موجود در خمیر، نوع خمیر مکانیکی، میزان الیاف ریز و میزان الیاف بازیافتی موجود در کاغذ از عوامل موثر در بروز اختلاف در مقادیر روشنی‌اند (۱۰).

با توجه به اطلاعاتی که از دفاتر روزنامه‌ها و منابع دیگر به‌دست آمد، فرایند چاپ و نوع جوهر (با فرمولاسیون متفاوت) در هر چهار نمونه مورد استفاده یکسان بوده است. در واقع، فرایند چاپ افسست و جوهر از نوع با پایه روغنی بوده است. به همین دلیل فرآیند چاپ و نوع جوهر در روشنی تاثیر چندانی نداشته و عوامل اثرگذار فرمولاسیون جوهر، نوع و میزان لیگنین بوده‌اند.

روزنامه‌های ایران و تایلند در شرایط تقریباً یکسانی نگهداری می‌شدند (نگهداری در شرایط داخلی و دور از نور خورشید، حرارت و رطوبت نامساعد). از این رو نتایج هر دو نمونه پس از جوهرزدایی نزدیک به هم بوده است. از طرفی، میانگین سن نمونه‌های ایران و تایلند به ترتیب در حدود ۴ ماه و ۱/۵ ماه بود، پس می‌توان تفاوت موجود در بین روشنی نمونه‌های ایران و تایلند را به تفاوت سن نمونه‌ها نسبت داد. عامل دیگر اختلاف روشنی نمونه‌های ایران و تایلند را می‌توان به نوع خمیر مکانیکی، میزان الیاف ریز و میزان الیاف بازیافتی موجود در کاغذ نسبت داد که

<sup>۱</sup>-Lightness

جدول ۳- مقادیر مربوط به مولفه های رنگی سیستم CIELAB نمونه های مختلف روزنامه باطله

نمونه ها	سطح	<i>L a b</i>	ایران	تایلند	شرق آمریکا	غرب آمریکا
شاهد	روی	<i>L</i>	۸۶/۵۹	۸۸/۵۲	۸۸/۰۷	۸۸/۱۸
		<i>a</i>	-۳/۱۶	-۱/۸۵	-۱/۸۹	-۱/۸۱
		<i>b</i>	۱۱/۶۳	۹/۱۴	۱۳/۹۳	۱۴/۲۰
	توری	<i>L</i>	۸۶/۵۲	۸۷/۲۴	۸۷/۲۵	۸۷/۲۴
		<i>a</i>	-۳/۲۱	-۱/۸۷	-۱/۸۷	-۱/۸۶
		<i>b</i>	۱۲/۲۵	۷/۷۸	۱۲/۳۵	۱۴/۰۰
جوهرزدایی شده	روی	<i>L</i>	۷۷/۸۲	۸۰/۰۶	۸۵/۲۲	۸۵/۴۶
		<i>a</i>	-۲/۲۵	-۱/۱۰	-۲/۰۲	-۱/۷۸
		<i>b</i>	۷/۶۱	۹/۰۶	۱۲/۴۹	۱۱/۲۴
	توری	<i>L</i>	۸۳/۸۰	۸۰/۱۹	۸۵/۱۰	۸۴/۵۶
		<i>a</i>	-۱/۸۳	-۱/۲۷	-۲/۰۰	-۱/۶۵
		<i>b</i>	۹/۰۰	۹/۳۶	۱۲/۳۰	۱۱/۰۲
جوهرزدایی نشده	روی	<i>L</i>	۷۳/۹۸	۷۶/۲۲	۷۶/۹۶	۷۵/۶۶
		<i>a</i>	-۱/۸۲	-۱/۱۰	-۱/۴۲	-۱/۲۰
		<i>b</i>	۶/۴۲	۲/۳۹	۵/۰۰	۴/۸۴
	توری	<i>L</i>	۷۲/۹۵	۷۶/۲۰	۷۶/۲۰	۷۵/۱۵
		<i>a</i>	-۱/۷۳	-۱/۶۲	-۱/۴۰	-۱/۱۳
		<i>b</i>	۴/۱۶	۲/۶۲	۴/۵۰	۴/۰۲

تغییرات  $a^*$  به صورت  $\Delta a^*$  و تغییرات  $b^*$  به صورت  $\Delta b^*$  نشان داده شده اند. رابطه های لازم در زیر آمده اند:

رابطه (۵)

$$\Delta b^* = b_{DS \text{ or } BS}^* - b_{US}^* \quad (۳)$$

$$\Delta a^* = a_{DS \text{ or } BS}^* - a_{US}^* \quad (۴)$$

نتایج مربوط به تغییرات رنگی در جدول (۲) آمده اند.

از مولفه های Lab می توان، برای نمایش تغییرات رنگ استفاده کرد و کمتر به صورت منفرد برای مقایسه استفاده می شوند. تغییرات رنگ را معمولاً نسبت به یک نمونه مطلوب می سنجند که در این تحقیق نمونه های شاهد به عنوان نمونه های مطلوب در نظر گرفته شدند و مولفه های رنگی نمونه های جوهرزدایی شده و جوهرزدایی نشده نسبت به مولفه های رنگی نمونه های شاهد مورد مقایسه واقع شده و تغییرات رنگی تعیین شدند. تغییرات  $L^*$  به صورت  $\Delta L^*$

جدول ۴- مقادیر مربوط به تغییرات رنگی نمونه‌های مختلف روزنامه باطله

نمونه‌ها	$\Delta L^* a^* b^*$	ایران	تایلند	شرق آمریکا	غرب آمریکا
جوهرزدایی شده	$\Delta L^*$	-۸/۷۸	-۸/۴۶	-۲/۸۵	-۲/۷۲
	$\Delta a^*$	۰/۹۱	۰/۷۵	-۰/۱۳	۰/۰۳
	$\Delta b^*$	-۴/۰۲	-۰/۰۷	-۱/۴۴	-۲/۹۶
جوهرزدایی نشده	$\Delta L^*$	-۱۲/۶۱	-۱۲/۶۱	-۱۱/۱۱	-۱۲/۵۲
	$\Delta a^*$	۱/۳۵	۰/۷۶	۰/۴۷	۰/۶۱
	$\Delta b^*$	-۵/۲۱	-۶/۷۵	-۸/۹۳	-۹/۳۶

خمیرسازی و یا جوهرزدایی نسبت داد.

فاکتور قابلیت جوهرزدایی  $DEM_w$  و  $DEM_{nb}$

مقادیر مربوط به فاکتور قابلیت جوهرزدایی روشنی و فاکتور قابلیت جوهرزدایی سیستم رنگی  $Lab$  در شکل (۲) ارائه شده‌اند.

اگر  $\Delta L^*$  مثبت باشد، نشان‌دهنده روشن‌تر بودن نمونه نسبت به نمونه مطلوب و اگر منفی باشد، نشان‌دهنده تیره‌تر بودن نمونه نسبت به نمونه مطلوب است. اگر  $\Delta a^*$  مثبت باشد، بیانگر قرمزتر بودن نمونه نسبت به نمونه مطلوب و اگر منفی باشد، نشان‌دهنده سبزتر بودن نمونه نسبت به نمونه مطلوب است. اگر  $\Delta b^*$  مثبت باشد، بیانگر زردتر بودن نمونه نسبت به نمونه مطلوب و اگر منفی باشد، نشان‌دهنده آبی‌تر بودن نمونه نسبت به نمونه مطلوب است.

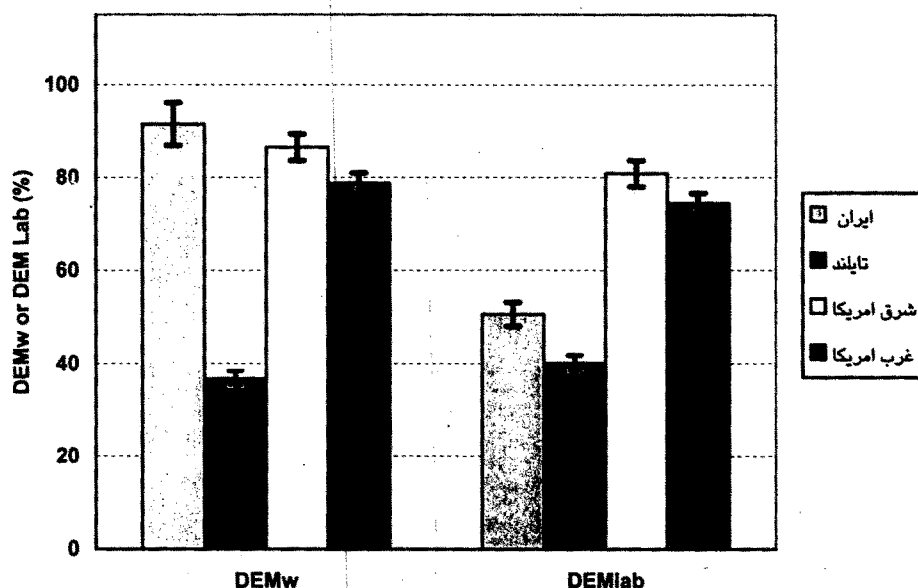
بیشترین فاکتور قابلیت جوهرزدایی روشنی مربوط به روزنامه‌های ایران (۹۱/۵۳ درصد) و کمترین آن مربوط به روزنامه‌های تایلند (۳۶/۸۱ درصد) بودند. همان‌طور که قبلاً ذکر شد، هرچه مقدار قابلیت جوهرزدایی بیشتر باشد، به همان اندازه جوهر بیشتری از الیاف دفع می‌شود.

بیشترین فاکتور قابلیت جوهرزدایی سیستم رنگی  $Lab$  مربوط به روزنامه‌های شرق آمریکا (۸۰/۸۵ درصد) و کمترین آن مربوط به روزنامه‌های تایلند (۴۰/۱۱ درصد) بود. روزنامه‌های ایران با فاکتور قابلیت جوهرزدایی سیستم رنگی  $Lab$  ۵۸/۵۰ درصد در رتبه سوم قرار داشتند.

همان‌طور که در جدول (۴) ملاحظه می‌شود، در نمونه‌های جوهرزدایی نشده تغییرات روشنی یا  $\Delta L^*$  در همه نمونه‌ها منفی است که نشان‌دهنده تیره‌تر بودن نمونه‌ها نسبت به نمونه شاهد است. در نمونه‌های جوهرزدایی‌شده مربوط به نمونه‌های ایران و تایلند  $\Delta L^*$  منفی‌تر از نمونه‌های آمریکایی بوده، همچنین تیره‌تر از آنها می‌باشند. این تیرگی به وجود میزان بیشتر ذرات جوهر در نمونه‌های ایران و تایلند مربوط می‌شود. که علت آن دفع کمتر جوهر طی فرایند شست‌وشو در این نمونه‌هاست.

تغییرات  $a^*$  در نمونه‌های جوهرزدایی نشده همه مثبت بوده که نشان از قرمزتر بودن این نمونه‌ها نسبت به نمونه‌های شاهد است. در نمونه‌های جوهرزدایی‌شده بجز نمونه‌های شرق آمریکا، همه نمونه‌ها دارای  $\Delta a^*$  مثبت بودند که دلالت بر قرمزتر بودن این نمونه‌ها نسبت به نمونه‌های شاهد دارد، ولی نمونه‌های شرق آمریکا سبزتر از نمونه‌های شاهد بودند، نمونه‌های ایران دارای بالاترین  $\Delta a^*$  مثبت نسبت به نمونه‌های دیگر بودند که گویای قرمزتر بودن این نمونه‌ها نسبت به سایر نمونه‌هاست. تغییرات  $b^*$  در نمونه‌های جوهرزدایی‌نشده و جوهرزدایی‌شده منفی بوده که نشان‌دهنده زردتر بودن این نمونه‌ها نسبت به نمونه‌های شاهد است. این مسئله را می‌توان به پدید آمدن گروه‌های کروموفور در طول





شکل ۲- مقایسه DEM<sub>w</sub> و DEM<sub>Lab</sub> در نمونه‌های مختلف روزنامه باطله

### بحث و نتیجه گیری

روزنامه‌های ایران دارای بیشترین قابلیت جوهرزدایی روشنی در مقایسه با نمونه‌های تایلند، شرق و غرب آمریکا بودند. این مسئله ما را به این نتیجه رهنمون می‌شود که در شرایط یکسان، روزنامه‌های ایران روشنی بیشتری به دست آورده‌اند. با این حال، قابلیت جوهرزدایی سیستم رنگی Lab نمونه‌های ایران برابر ۵۰/۵۸ درصد بود، از این رو بهبود مولفه‌های رنگی روزنامه‌های ایران در حدود ۵۰ درصد حالت ایده‌آل است. با توجه به موارد مذکور می‌توان نتیجه گرفت که قابلیت جوهرزدایی کلی روزنامه‌های ایران در حد بسیار خوبی بوده است.

همان‌طور که ملاحظه می‌شود، فاکتور قابلیت جوهرزدایی روشنی نمونه‌های ایران بالاترین بود، ولی فاکتور قابلیت جوهرزدایی سیستم رنگی Lab آنها در رتبه سوم قرار داشت. این مسئله را می‌توان به دفع میزان بیشتر جوهر طی فرآیند شست‌وشو از روزنامه‌های ایران نسبت داد. در مورد قابلیت جوهرزدایی سیستم رنگی Lab، می‌توان گفت که فاکتورهای رنگی Lab روزنامه‌های ایران اختلاف کمتری در مقایسه با دو نمونه آمریکایی داشتند که عامل پایین بودن قابلیت جوهرزدایی سیستم رنگی Lab روزنامه‌های ایران بوده است.

### منابع

- 1-Borchadt, J.K., 1995. Ink Types: Role of Ink in Deinking, Progress in Paper Recycling, November 1995, pp 81-87.
- 2-Carre, B., Magnin, L., Galland, G. & Vernac, Y., 1998, Deinking Difficulties Related to Ink Formulation, Printing Process and Ink Type, Cost Action E1:" Paper Recyclability" Symposium, Las Palmas de Gram Canaria, Spain.
- 3-Cathie, K., Fabris, J. & Fullick, C., 1993, Wochenbl. Papierfabr., Vol. 121, No. 22, pp 952-954.
- 4-Fuchs, B. & Thoyer, B., 1995. Why Soybean Based News Inks So Successful in the USA?, IFRA-

Special Report, 1:12 IFRA, USA

5-Grossmann, H., Phan-Tri, D. & Hanecker, E., 1992, Wochenbl. Papierfabr., vol. 120, No. 5, pp 172-178.

6-Haubia, H., 1992. Paper Presented at GRAFECO: Environmental Challenges and Solutions to Graphic Industries held 20 Oct. 1992 at Frankfurt, Germany, 13pp.

7-Michalitzka, M., Doblanski, P. & Baumgarten, H. L., 1981, Pap. at PTS Deinking Symposium Held 10-12 November 1981. in Munich, pp 22-27.

8-Pinder, K.L., Personal Communication.

9- Pira database, 2000. "Utilisation of Recovered Paper on a Worldwide Scale-present and Future", Pira International, Randalls Road, Leatherhead, Surrey, KT22 7RU, UK.

10-Pira database, 2001, "Future Old Newspaper Supply Will be Tight", Pira International, Randalls Road, Leatherhead, Surrey, KT22 7RU, UK.

11-Putz, H-J., Renner, K., Gottsching, L. & Grossmann,H., 1994, PTS "Deinking Symposium 1994", Munich, Germany, pp 32-37.

12-Rao, R. & Kuys, K., 1995. 49th APPITA Annual General Conference, Hobart, Australia, pp 601-608.

13-Renner, K., 1999. Recycled Fiber and Deinking, FAPET OY, Helsinki, Finland.

14- Shin, J-S. & Cho, H-J., 1999, Pre-symposium of the 10th ISWPC. Recent Advances in Paper Science and Technology, Seoul, Korea, pp 361-365.

15-Valli, M., 1998. Tek. Talous No. 7, p. 26.

## Effect of ONP Type on Deinkability

M. Faezipour<sup>1</sup> A. Khalafi<sup>2</sup> S.A. Mirshokraie<sup>3</sup> M. Mohammad Nezhad<sup>4</sup> A.Lohrasebi<sup>5</sup>

### Abstract

This project was undertaken to study the deinkability of Iranian old newsprint and to compare it with Thai and American ONPs. The raw material samples were collected from the store houses (central office of newspapers) in Tehran as well as from a local mill in Bangkok. The experiments were conducted under similar conditions for different raw material samples, Iranian ONP, Thai ONP, American east coast as well as west coast ONP. After sample preparation, wash deinking technique was conducted by means of Bauer McNett fractionator. Finally, handsheets were made using laboratory standard sheet maker to examine the optical properties of deinked handsheets. Deinkability was determined using two methods, Deinkability-brightness and Deinkability-Lab methods.

The results indicated that Iranian ONP exhibited the highest deinkability-brightness factor while had the highest deinkability-Lab factor was recorded for American ONPs.

**Keywords:** Deinkability, Wash deinking, ONP, Deinkability-brightness, Deinkability-Lab.

---

<sup>1</sup>-Professor, Faculty of Natural Resources, University of Tehran (E-mail: international@ut.ac.ir)

<sup>2</sup>-Former Graduate Student, Wood and Paper Science and Technology, Faculty of Natural Resources, University of Tehran

<sup>3</sup>- Associate Professor, University of Payam-e-Nour

<sup>4</sup>- Associate Professor, Asian Institute of Technology, Bangkok

<sup>5</sup>-Assistant Professor, University of Tehran