# بهبود ويژگي‌هاي نوري خمير سوداي باگاس با استفاده از رنگبري تكميلي به وسيله هيدروسولفيت سديم [۱]

علي عبدالخاني[۲] سيد احمد مير شكرايي [۳]

## چكيده

خمير كاغذ سوداي باگاس با هيپوكلريت سديم و هيدروسولفيت سديم براساس توالي‌هاي اكسايشي (هيپوكلريت سديم) – كاهشي (هيدروسولفيت سديم) و به طور معكوس رنگبري شد. ويژگي‌هاي نوري خمير تهيه شده پس از رنگبري تعيين گرديد. به اين منظور تيمارهاي كهنه‌سازي نوري و حرارتي تسريع شده انجام شد و ويژگي‌هايي همچون روشني (**R**)، سفيدي (***L******* )، فاكتور زردي (***b*******) ، فاكتور سبزي (***a*******) و مقدار جذب (***k***) و پخش نور (***s***)، در مراحل قبل و بعد از تيمار اندازه‌گيري شدند.

همچنين، در اين بررسي اثر درصد خشكي خمير كاغذ و يون فلزي $Fe^{2+}$ و عوامل كي‌ليت ساز (**EDTA**) بر رنگين شدن كاغذ مطالعه شد. نتايج نشان دادند كه استفاده از يك مرحله رنگبري كاهشي پس از رنگبري با هيپوكلريت سديم در مقايسه با رنگبري كاهشي – اكسايشي، ويژگي‌هاي نوري بهتري به كاغذ مي‌بخشد.

واژه‌هاي كليدي : *خمير سوداي باگاس، هيپوكلريت سديم، هيدرو سولفيت سديم، ويژگي‌هاي نوري، كهنه سازي تسريع شده، رنگبري تكميلي.*



۱- تاريخ دريافت:۸۲/۱/۱۹، تاريخ پذيرش:۸۲/۱۰/۲۹

۲- كارشناس علوم و صنايع چوب و كاغذ، دانشكده منابع طبيعي دانشگاه تهران **(E-mail: Abdulkhani@nrf.ut.ac.ir)**

۳- دانشيار گروه شيمي دانشگاه پيام نور

## مقدمه

امـروزه باگـاس بـه عنـوان يـك منبـع ليگنوسـلولزي بـا قابليت‌هاي صنعتي بسيار بالا شناخته شده است. امـا هنـوز جنبـه‌هـايي در ارتبـاط بـا ويژگـي‌هـاي مورفولـوژيكي و ويژگي‌هاي شـيميايي آن وجـود دارد كـه نيازمنـد بررسـي عميق‌تر به منظور دستيابي به شرايط بهينه در فرايندهـاي صنعتي مختلف مي‌باشد.

سوابق تحقيق نشان مي‌دهد كه سودا متداولترين فرايند پخت باگاس است (۱). براي رنگبري خميـر كاغـذ سـوداي باگاس از توالي‌هـاي متعـددي اسـتفاده مـي‌شـود. از ميـان تركيبات كلر دار، هيپوكلريت سديم قديمي‌ترين ماده رنگبر شناخته شده است كه داراي ويژگي‌هاي اكسيد كننـدگي و رنگبري قوي است (۲). در جريان رنگبري خميـر كاغـذ بـا هيپوكلريت سديم سفيدي قابل قبولي به دست مي‌آيد، ولي بر اثر واكنش‌هـاي اكسايشـي رنگبـري، تركيبـاتي تشـكيل مي‌شوند كه پايداري روشني خمير را در اثر شرايط محيطي كاهش مي‌دهند (۲). هيدروسولفيت (دي‌تيونيت) سديم در فرايندهاي تجاري رنگبري كاهشي خميركاغذهاي مكانيكي به مقدار زيادي مورد استفاده قرار مي‌گيرد (۳). تجربـه بـه دست آمده در به كارگيري هيدروسولفيت سديم به عنـوان عامل رنگبر نشان مي‌دهد كه بيشـترين مقـدار روشـني، در محيط اسيدي كه قدرت كاهندگي هيدروسولفيت به شدت پايين است به دست مي‌آيد (۳). ولي مطالعـات مربـوط بـه پتانسيل اكسايش – كـاهش نشـان مـي‌دهـد كـه توانـايي كاهندگي هيدروسولفيت در محيط قليايي بسيار زياد اسـت (۲). تحت شرايط اسيدي ضـعيف، هيدروسـولفيت قابليـت كاهش آلدهيدهاي $\alpha$ ، $\beta$ - اشباع نشده، فلاونوييـدهـا و گروه‌هاي كينوييدي را دارا مي‌باشد (٤).

هيدروسولفيت در محيط قليـايي بـه صـورت زيـر واكـنش مي‌دهد و سبب كاهش گروه‌هاي رنگساز مي‌شود (۵).

$$S_2O_4^{2-} + 4OH^- \rightarrow 2SO_3^{2-} + 2H_2O + 2e^-$$

در اين تحقيق سعي شده است تا از ويژگي‌هـاي كاهنـدگي هيدروسولفيت سديم در محيط قليايي بـه منظـور بررسـي تغييرات ويژگي‌هـاي نـوري خميـر كاغـذ سـوداي باگـاس استفاده شده و تـاثير آن بـر روشـني خميـر و پايـداري آن مشخص گردد.

## مواد و روش‌ها

خمير مورد آزمايش ، خمير سوداي باگاس كارخانه پـارس خوزستان تهيه گرديد. ويژگـي‌هـاي خميـر كاغـذ سـوداي باگاس مورد استفاده در جدول (۱) نشان داده شـده اسـت. خميـر قهـوه‌اي بـا اسـتفاده از هيپوكلريـت سـديم و هيدروسولفيت سـديم در دو مرحلـه اكسـايش - كـاهش و كاهش - اكسايش رنگبري گرديد. رنگبري تحت شرايط زير انجام شد:

الف:مرحله هيپوكلريت سديم

| متغيرها | سطوح |
|---|---|
| غلظت براساس كلر فعال | %۵ |
| دما | ٦۰ $^0C$ |
| زمان | ٦۰ دقيقه |
| pH | ۱۰ |
| درصد خشكي | ٤ و ۸% |

ب : مرحله هيدروسولفيت سديم

| متغيرها | سطوح |
|---|---|
| غلظت | ۳% و ۵% |
| دما | ٦۰ $^0C$ |
| زمان | ٤۵ دقيقه |
| pH | ۹ |
| درصد خشكي | ٤ |
| EDTA | %۰/۲۵ |

جدول ۱- ويژگي‌هاي خمير كاغذ سوداي رنگبري نشده مورد استفاده در آزمايش‌ها

| رواني | ۵۲۰ **mlCSF** |
|---|---|
| شاخص تركيدن | ۲Kpam$^2$/g |
| شاخص پارگي | ۵ mN.m$^2$/g |
| شاخص كشش | ۷۲ Nm/g |
| روشني (ISOدرصد) | %٤۰ |
| عدد كاپا | ۸-۹ |
| ماتي(درصد) | ۹۰-۹۳ |

کاغذهـاي دسـت سـاز طبـق اسـتاندارد TAPPI شـماره T272om-92 ساخته شدند. براي تهيه کاغذهاي دسـت سـاز از آب مقطـر، آب شـير و آب حـاوي يـون $Fe^{2+}$ ($FeSO_4.7H_2O$) استفاده شد. مقدار روشـني خميـر بـر اسـاس اسـتاندارد ISO و تغييـرات رنـگ طبـق مقيـاس CIELAB ($L^*$, $a^*$, $b^*$) بـه وسـيلة دسـتگاه Technidyne Brightmeter (T16-1C) بـه ترتيـب براساس استانداردهـاي TAPPI شـماره T452om92 و T524om-94 تعيين گرديدنـد. تيمـارهـاي کهنـه‌سـازي نوري تسريع شده[1] بـه وسـيله ٦ عـدد لامـپ UV از نـوع Phillips با حداکثر طول موج ($\lambda_{max}$) ٣٦٤nm به مدت ٧ ساعت انجام شد. در طي تيمار نـوري، دمـاي محـيط بـه وسـيله ٢ عـدد هـواکش IE4 در حـدود ٢٧-٢٦ درجـه سانتيگراد ثابت نگهداشته شد. تيمار کهنـه‌سـازي گرمـايي براساس روش ارايه شده توسط Ni در دماي$^0$C ٣ ±١٠٣ و به مدت يك ساعت انجام شد (٦). در هر مورد ويژگي‌هـاي نوري کاغذهاي دست ساز با انـدازه‌گيـري درصـد روشـني، زردي، سبزي و همچنين مقدار جذب و پخش نـور بررسـي گرديد.مقدار تغيير رنگ کاغذ براثر نور و گرما با اندازه‌گيري عدد PC[2] تعيـين شـد. در محاسـبه عـدد PC سـعي شـد شرايط ارايه شده توسط گيرتز[3] ١٩٤٥ رعايت گردد (٧).

مقدار عدد PC به وسيله معـادلات کيوبلکـا- مانـك بـه صورت زير محاسبه شد (٨):

$$F(K\infty) = \frac{k}{s} = \frac{(1-R\infty)^2}{2R\infty}$$

$$PC = 100\left[F(R\infty)_{after} - F(R\infty)_{before}\right]$$

که در اين معادلات :

K: ضريب جذب نور،

s: ضريب پخش نور

$R\infty$ مقدار روشني بر حسب درصد ( ISO ) مي‌باشد.

تجزيه و تحليل آماري داده‌ها براساس طرح بلوك‌هاي کاملا تصادفي و تفکيك ميانگين‌ها به وسيلة معيار چند دامنـه‌اي دانکن انجام شد. مقدار تکرار آزمايش‌ها در هر مـورد ٤ بـار بود.

## نتايج

### رنگبري اکسايشي-کاهشي

استفاده از هيدروسولفيت سديم پس از يك مرحله رنگبري با هيپوکلريت سديم و يك مرحله شستشوي مياني، روشني خميـر را تـا ٤ واحـد (مقيـاس ISO) افـزايش مـي‌دهـد (شـکل١). بـه کـارگيري تـوالي اکسايشـي (هيپوکلريـت) -کاهشي (هيدروسولفيت) تاثير گذاري بيشتري را از لحـاظ روشني و مقدار جذب نور (*k/s*) نشان مي‌دهـد (شـکل ٢). نتايج نشان مي‌دهد کـه درصـد خشـکي عامـل اساسـي در تعيين ويژگي‌هاي نـوري خميـر کاغـذ نيسـت هيپوکلريـت سبب اکسايش گروه‌هاي فنولي ليگنين مـي‌گـردد (٢) و از طرفي سبب شکل‌گيري گروه‌هـاي کتـوني و آلدهيـدي در ساختار کربوهيدرات‌ها نيز شده (٣)که اين گروه‌هـا بـر اثـر اکسـايش (اکسـيژن، نـور، حـرارت) بـه ترکيبـات رنگـي پيچيده‌تري تبديل مي‌شوند. به کارگيري هيدروسولفيت بـه عنوان عامل کاهنـده سـبب کـاهش گـروه‌هـاي آلدهيـدي مي‌گردد و به اين ترتيب با تثبيـت سـاختارهـاي يادشـده، روشني خمير افزايش مي‌يابد. استفاده از هيدروسولفيت بـه عنوان مرحله اول رنگبري (پيش تيمـار) نمـي‌توانـد چنـين اثرهايي را داشته باشد، زيرا گروه‌هـاي احيـا شـده، توسـط هيپوکلريت دوباره اکسـيد مـي‌شـوند و گـروه‌هـاي عـاملي جديدي تشکيل مي‌شوند که سبب ناپايداري روشني کاغـذ مي‌گردند (شکل١).

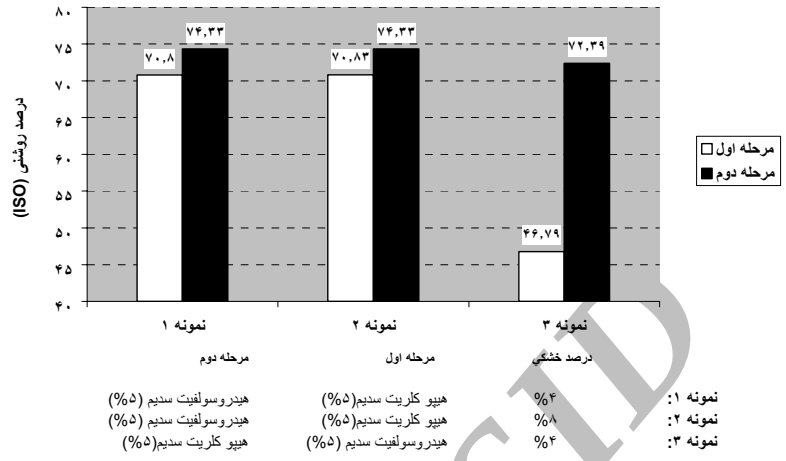
### پايداري ويژگي‌هاي نوري

نتايج نشان مي‌دهد (شکل‌هاي۴ و ۵) کـه نمونـة ١ بـر اثـر تيمار حرارتي تغيير رنگ بيشتري نسبت به نمونه ٣ نشـان مي‌دهد. لذا مي‌توان عنوان کرد که روشني به دسـت آمـده در اثـر رنگبـري بـا هيدروسـولفيت پايـدار نبـوده و در اثـر حرارت، گـروه‌هـاي احيـا شـده دوبـاره اکسـيد مـي‌شـوند.

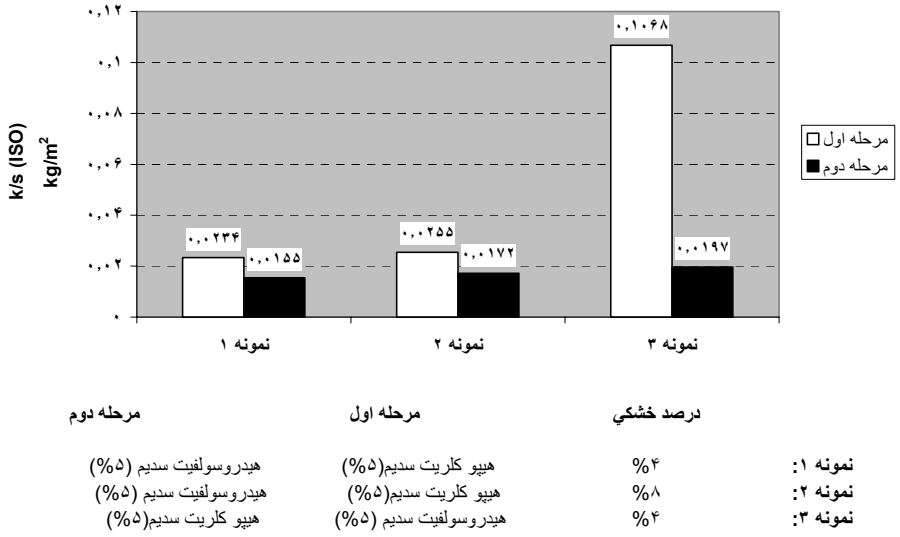
۱- Accelerated aging

۲- Post color number

۳- Giertz




شكل۱- تاثير ترتيب به‌كارگيري توالي‌هاي رنگبري مختلف اكسايشي و كاهشي بر روشني خميركاغذ سوداي باگاس



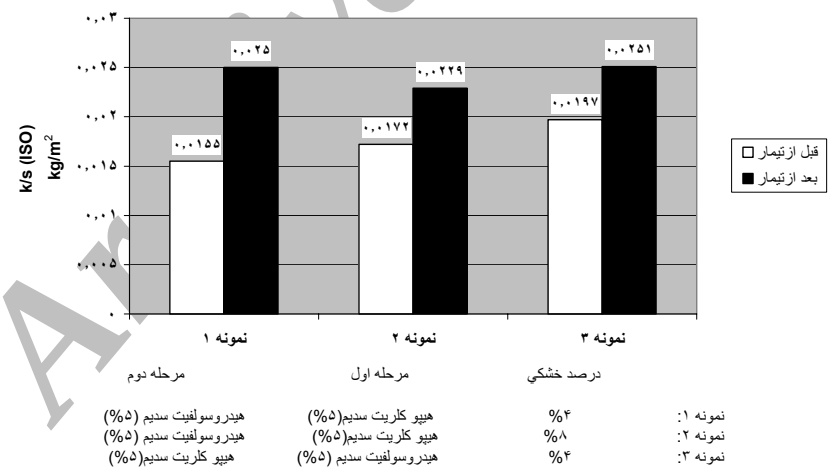

شكل۲- تاثير ترتيب به‌كارگيري توالي‌هاي رنگبري مختلف اكسايشي و كاهشي بر مقدار جذب نور خمير كاغذ

(شكل۳) نشان مي‌دهد كه بر اثـر تيمـار نـوري مقـدار*k/s* خميرهاي ۱ و ۳ در حد تقريبا يكساني قرار دارد. به عبارت ديگر، بين تغيير رنگ ايجاد شده در هر دو نمونـه اخـتلاف قابل ملاحظه‌اي وجود ندارد تحقيقات انجـام شـده بـر روي خميركاغذهاي شيميايي نشان مي‌دهد كه گروه‌هاي عاملي اين نوع خميركاغـذها اغلـب شـامل گـروه‌هـاي آلدهيـدي، كتوني و گروه‌هاي كربوكسيل هستند (۹) و خميركاغذهاي شيميايي در مقايسه با تيمار نـوري بـه حـرارت حساسـيت بيشتري دارند (۲). ولي نتـايج ايـن تحقيـق نشـان داد كـه نمونه‌هاي تيمار شده در اثر نور تغيير رنگ زيادي مي‌دهنـد

و مقدار تغيير رنگ با افزايش زمان تيمار بيشتر مي‌شود. اين پديده به دليل عدم به كارگيري يك عامل ليگنين‌زدايي در مرحلة اول رنگبري است و در واقع هيپوكلريت به عنوان يك رنگبر نمي‌تواند نقش عامل ليگنين‌زدايي را نيز داشته باشد. بنابراين، مقدار ليگنين باقيمانده سبب تغيير رنگ خمير در اثرنور از طريق اكسايش گروه‌هاي فنولي مي‌شود. به كارگيري هيدروسولفيت نيز نمي‌تواند روند تغيير رنگ را به مقدار زيادي تحت تاثير قرار دهد. زيرا اولا واكنش كاهش بعضي از گروه‌هاي عاملي خمير برگشت‌پذير است و ثانيا دسترسي هيدروسولفيت به تمام ساختارهاي خمير امكان‌پذير نيست و عملا بخشي از اين گروه‌هاي عاملي هميشه آمادگي لازم براي تشكيل گروه‌هاي رنگساز را دارا مي‌باشند.

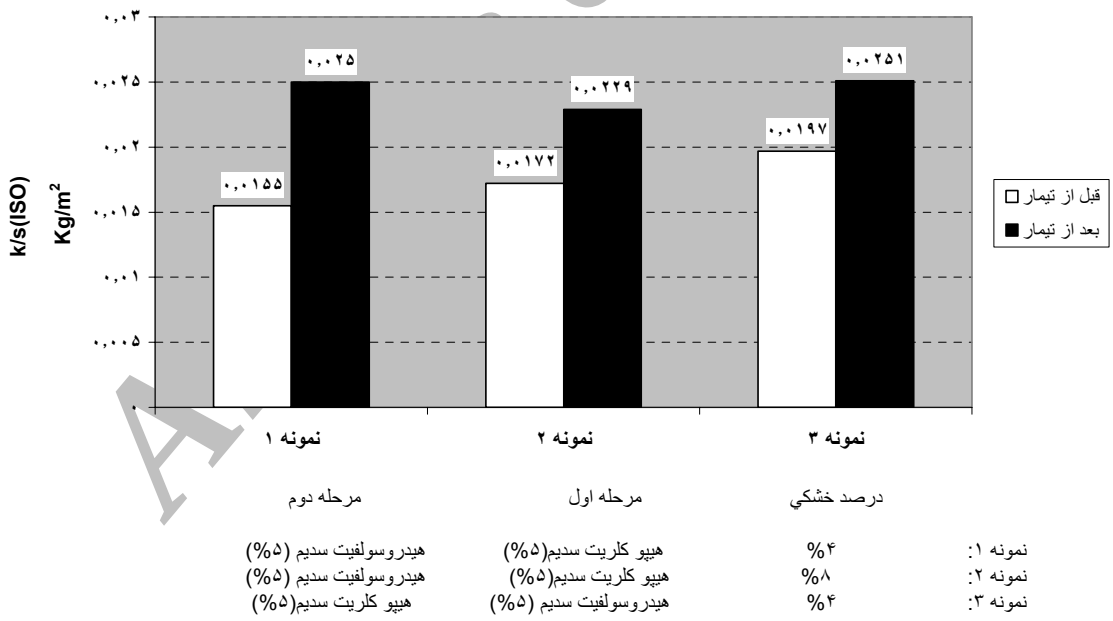
در جريان تيمار حرارتي (شكل‌هاي۴ و ۵) گروه‌هاي آلدهيدي موجود در ساختاركربوهيدرات‌ها به سرعت به گروه‌هاي كربوكسيل اكسيد مي‌شوند (۹). گروه‌هاي كربوكسيل در حضور اكسيژن راديكالي به سرعت واكنش داده و سبب واكنش‌هايي مي‌شوند كه در نهايت به رنگي شدن خمير منجر مي‌گردند. اين در حالي است كه در طي تيمار حرارتي گروه‌هاي آلدهيدي تغيير ناچيزي پيدا مي‌كنند. گروه‌هاي كربوكسيل ساختار سلولز نيز در اثر حرارت واكنش‌پذيري بيشتري پيدا مي‌كند.

مجموعه واكنش‌هاي فوق سبب تغيير رنگ خمير مي‌شوند. اگرچه مقدار تغيير رنگ در اثر حرارت كمتر از نور است، ولي تحقيقات مختلف ثابت كرده است كه روند تخريب حرارتي در طولاني مدت بسيار بيشتر از تخريب نوري است. زيرا همان‌طوري كه عنوان گرديد، حرارت سبب تغيير ساختارهاي كربوهيدارت‌ها نيز مي‌شود در حالي كه نور بر ساختارهاي ليگنين تاثير بيشتري مي‌گذارد.




شكل ۳- تاثير تيمار نوري تسريع شده بر مقدار k/s خمير كاغذ سوداي باگاس رنگبري شده بر توالي‌هاي مختلف


شكل ۴- تاثير تيمار حرارتي مصنوعي بر مقدار روشني خمير كاغذ سوداي باگاس رنگبري شده با توالي‌هاي مختلف




شكل۵- تاثير تيمار حرارتي مصنوعي بر مقدار k/s خمير كاغذ سوداي باگاس رنگبري شده با توالي‌هاي مختلف

### اثر كيفيت آب

افزودن يون آهن $Fe^{2+}$ به خميررنگبري شده با هيپوكلريت سديم و هيدروسولفيت سديم سبب تغيير رنگ بيشتر خمير در اثر نور و حرارت مي‌شود (جدول‌هاي۲ و ۳ ). نتايج آزمايشات نشان داد كه تاثير يون آهن بر ويژگي‌هاي نوري خمير كاغذ رنگبري شده با توالي‌هاي مختلف در

سطح يكساني قرار دارد و بين آنها از لحاظ آماري اختلاف معني داري وجود ندارد. مقدار تغيير رنگ در اثر تيمار نوري تقريبا دو برابر تيمار حرارتي است همان‌طوري كه در جدول‌هاي (۲ و ۳) ملاحظه مي‌شود، يون آهن سبب كاهش قابل ملاحظه روشني خمير مي‌گردد. نتايج نشان مي‌دهد كه افزودن EDTA سبب جبران كاهش روشني مي‌شود زيرا تشكيل گروه‌هاي رنگساز در حضور عوامل كي‌ليت كننده تقريبا متوقف مي‌شود. مقدار تاثير عوامل يون‌گير در حضور نور به دليل شدت بيشتر واكنش‌ها در مقايسه با حرارت كمتر است. به عبارت ديگر، در مقدار معين EDTA مقدار تغيير رنگ خميركاغذ بر اثر تيمار نوري بيشتر از تيمار حرارتي است. يون‌هاي فلزي در خيلي از واكنش‌ها كاتاليز كننده شكل‌گيري گروه‌هاي رنگساز هستند (۱۰) و حضور آنها نرخ خود اكسايشي را تحت تاثير قرار مي‌دهد. كمپلكس‌هاي اين يون‌ها با تركيبات اشباع نشده ليگنين و بعضي ساختارهاي كربوهيدرات‌ها به شدت رنگي است(۱۰). نتايج تحقيقات نشان مي‌دهد كه تركيب آهن با EDTA بسيار پايدارتر از تركيب اين يون با خمير كاغذ است (٦). در نتيجه از نظر ترموديناميكي، تشكيل كمپلكس يون EDTA هنگامي‌كه EDTA به خمير حاوي يون آهن اضافه مي‌شود، به سرعت صورت مي‌گيرد و در نتيجه، روشني خمير افزايش مي‌يابد. نتايج به دست آمده در اين زمينه با تحقيقات انجام شده توسط محققان ديگر مطابقت نشان مي‌دهد (٦ و ۱۱).

جدول ۲- تاثير كيفيت آب بر ويژگي‌هاي نوري خميركا غذ در اثر تيمار نوري

| نمونه / آزمايش‌ها | $Fe^{+2}$ | | $Fe^{+2}$+EDTA* | | آب مقطر | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | قبل از كهنه سازي | بعد ازكهنه سازي | قبل از كهنه سازي | بعد ازكهنه سازي | قبل از كهنه سازي | بعد ازكهنه سازي |
| روشنی ISO% | ۷۱/۱۲ | ۶۷/۲۰ | ۷۱/۱۸ | ۶۷/۷۴ | ۷۲/۴۲ | ۶۹/۰۸ |
| L* | ۹۲/۴۱ | ۹۰/۶۵ | ۹۲/۱۴ | ۹۰/۷۹ | ۹۲/۳۵ | ۹۱/۱۴ |
| a* | -۰/۵۶ | -۰/۳۱ | -۰/۶۶ | -۰/۳۷ | -۰/۷۷ | -۰/۴۸ |
| b* | ۸/۷۰ | ۹/۰۳ | ۸/۲۳ | ۸/۷۴ | ۷/۵۳ | ۸/۲۰ |
| PC | ۱/۱۳ | | ۰/۸۶ | | ۰/۷۵ | |

*۰/۵ درصد

جدول ۳- تاثير كيفيت آب بر ويژگي‌هاي نوري خميركاغذ در اثر تيما ر حرارتی

| نمونه / آزمايش‌ها | $Fe^{+2}$ | | $Fe^{+2}$+EDTA* | | آب مقطر | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | قبل از كهنه سازي | بعد ازكهنه سازي | قبل از كهنه سازي | بعد ازكهنه سازي | قبل از كهنه سازي | بعد ازكهنه سازي |
| روشنایی ISO% | ۷۱/۱۲ | ۶۹/۲۵ | ۷۱/۱۸ | ۶۸/۷۸ | ۷۲/۴۲ | ۷۰/۳۳ |
| L* | ۹۲/۴۱ | ۹۱/۳۱ | ۹۲/۱۴ | ۹۱/۵۴ | ۹۲/۳۵ | ۹۱/۸۹ |
| a* | -۰/۵۶ | -۱/۲۷ | -۰/۶۶ | -۰/۹۸ | -۰/۷۷ | -۱/۰۷ |
| b* | ۸/۷۰ | ۸/۴۲ | ۸/۲۳ | ۹/۲۴ | ۷/۵۳ | ۸/۷۱ |
| PC | ۰/۶۶ | | ۰/۴ | | ۰/۲۷ | |

*۰/۵ درصد

## بحث و نتيجه‌گيري

ترتيب به كارگيري توالي رنگبري با هيپوكلريت سديم و هيدروسولفيت سديم تاثير قابل ملاحظه‌اي بر ويژگي‌هاي نوري خمير دارد. روشني به دست آمده در اثر استفاده از هيدروسولفيت پايداري زيادي در مقابل حرارت و نور ندارد و گروه‌هاي احيا شده به سرعت در اثر شرايط محيطي

دوباره اكسيد مي‌شوند. لذا از نتايج به دست آمده مي‌توان نتيجه‌گيري كرد كه هر دو فاكتور نور و گرما بر ويژگي‌هاي نوري خمير كاغذهاي شيميايي باگاس اثر قابل ملاحظه‌اي دارند. آزمايش‌ها نشان داد كه كيفيت آب بر ويژگي‌هاي نوري خمير اثر تعيين كننده‌اي دارد. اضافه كردن EDTA به خمير حاوي يون آهن مي‌تواند سبب افزايش روشني و جبران بخشي از تغيير رنگ ايجاد شده توسط يون فلزي گردد.

## منابع

1-Fernandez, N., Naranjo, M. E., Alvarez, J., Sarrantes, M., 1977. Research Experiences in Bagasse Pulp Bleaching, Progress report no. 12, Tappi Press.
2-Rapson, H.W., 1977. The Bleaching of Pulp, Tappi Press, pp 460,Atlanta, GA,USA.
3-Carter, H. A., 1996, The chemistry of Paper Preservation, Part 2: The Yellowing of Paper and Conservation Bleaching, J. of Chemical Education., 73 (11) : 1068-1073.
4-Svensson, E., Lennholm, H and Lversen, T., 1998. Pulp Bleaching With Dithionite, : Brightening and Darkening Reactions, J. of Pulp and Paper Science, 24(8): 254-259.
5-Gierer, J, 1990. Basic Principles of Bleaching, Part I, Holzforschung, 44(6): 395-400.
6-Ni, Y et al., 1997. Minimization of the Brightness Loss , Tappi Journal, 98(10) : 72-75.
7-Giertz, H.W. 1945. Svensk. Papperstian, 75-233.
8-Kubelka, p., 1948. New Contribution to the Optics of Intensity of Light-Scattering Material. Part I, Optical Society of America J., 38(5): 448-457.
9-Chirat, C. and Delachapelle V., 1999. Heat and Light Induced Brightness Reversion of Bleached Chemical Pulp, J. of Pulp and Paper Science: 25(6); 201-205.
10-Gellerstedt, G., Petterson, I. And Sundin, S. light. 1983. Induced and heat induced yellowing of mechanical Pulps. Svensk Papperstidn 86: R157-163.
11-Ghosh. A., Ni, Y., 1997. Metal Ion Complexes and Their Relationship to Pulp Brightness, J. of Pulp and Paper Science. 24(1), 26-31.

# Improving Optical Properties of Soda Bagasse Pulp Utilizing Complementary Bleaching with Sodium Hydrosulfite

**A. Abdulkhani [1]** **S.A. Mirshokraie[2]**

**Abstract**

Soda bagasse pulp was bleached, using sodium hypochlorite and sodium hydrosulfite sequence or vice versa (reverse sequence). The optical behavior of the bleached pulps was investigated through optical and thermal accelerated aging of the handsheets. Some characteristics such as brightness ($R_\infty$), lightness ($L^*$), yellowness ($b^*$) and greenness ($a^*$) factors as well as absorption and scattering coefficients of light before and after aging were assessed.

Also, in this study, the effect of consistency (per cent) of pulp and $Fe^{2+}$ ion and a chelating agent (EDTA) on yellowing of paper was determined. The results indicate that application of a reductive bleaching stage after oxidative treatment of the pulp will cause more brightness stability as compared to the reverse sequence.

**Keywords:** Soda bagasse pulp, Sodium hypochlorite, Sodium hydrosulfite, Optical properties, accelerated aging, Complementary bleaching.



*1- Senior Expert of Wood and Paper Science and Technology, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, (E-mail:Abdoulkhani@nrf.ut.ac.ir)*

*2. Associate Professor, Chemistry Departmen, Payame Noor University*