فصلنامهٔ علمی - پژوهشی تحقیقات علوم چوب و کاغذ ایران
جلد ۲۶، شمارهٔ ۲، صفحهٔ ۲۹۰-۲۸۱، (۱۳۹۰)

ترکیب شیمیایی پسماندهای جامد صنایع کاغذسازی

یحیی همزه[1*]، بابک میرزایی[2]، علی‌رضا عشوری[3]، کاظم دوست‌حسینی[4]، کامبیز راشدی[5] و عالیه الفت[5]

۱*- مسئول مکاتبات، استادیار گروه علوم و صنایع چوب و کاغذ، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، پست الکترونیک: hamzeh@ut.ac.ir
۲- دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه علوم و صنایع چوب و کاغذ، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، ایران
۳-استادیار پژوهشکده صنایع شیمیایی، سازمان پژوهش‌های علمی و صنعتی ایران، تهران، ایران
٤-استاد گروه علوم و صنایع چوب و کاغذ، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، ایران
۵-کارشناس ارشد گروه علوم و صنایع چوب و کاغذ، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، ایران

تاریخ دریافت:دی ۱۳۸۸ تاریخ پذیرش: دی ۱۳۸۹

چکیده

خواص فیزیکی- شیمیایی پسماندهای جامد صنایع خمیر و کاغذ به نوع الیاف مورد استفاده، فرایند آماده‌سازی خمیر و همچنین به سیستم تصفیه پساب واحد تولیدی بستگی دارد. برای تعیین بهترین کاربری پسماندهای صنایع کاغذسازی، خواص فیزیکی- شیمیایی پسماندهای جامد کارخانه‌های چوب و کاغذ مازندران و کاغذسازی لطیف تجزیه و تحلیل شد. مقدار مواد جامد، pH، ابعاد الیاف و همچنین ترکیب شیمیایی مواد آلی و غیر آلی موجود در این پسماندها تجزیه شد. نتایج نشان داد که درصد خشکی پسماند مازندران ۳٦/۷ و کاغذسازی لطیف ٦۹/۳ درصد است. pH هر دو پسماند تقریباً خنثی بود. به طوری که طول الیاف فیبری موجود در پسماندهای کاغذسازی لطیف و مازندران به‌ترتیب به مقدار ۱/٦۸ و ۱/۰۸ میلی‌متر تعیین شد. همچنین مقدار کل کربوهیدرات‌ها، گلوکز و مانوز پسماند کاغذسازی لطیف به‌ترتیب ٤۸/۰۹، ۲۹/۵ و ۷/۲ درصد تعیین شد که بیشتر از مقدار آنها در پسماند کاغذسازی مازندران بود. ولی مقدار لیگنین، زایلوز و گالاکتوز پسماند کاغذسازی مازندران به ترتیب به مقدار ۱۵/۳، ۱۷/۳ و ۳/۷ درصد تعیین شد که بیشتر از مقدار آنها در پسماند کاغذسازی لطیف بود. مواد معدنی پسماند کاغذسازی لطیف و مازندران به‌ترتیب ٤٤/۷ و ۳۹/۵ درصد تعیین شد. آنالیز XRF خاکستر مواد معدنی نشان داد که ترکیب غالب این مواد شامل اکسیدهای کلسیم، سیلیسیم، آلومینیوم و منیزیم است که می‌تواند به‌عنوان مواد اولیهٔ محصولاتی مانند بتن‌های سبک و زئولیت استفاده شوند.

واژه‌های کلیدی: پسماند جامد، کاغذسازی، مقدار مواد جامد، خواص فیزیکی، طول الیاف، ترکیب شیمیایی، کربوهیدرات‌ها، مواد معدنی.

مقدمه

حجم عظیم پسماندهای جامد صنعتی و خطرهایی که این مواد برای محیط‌زیست و حیات جانداران ایجاد می‌کنند موجب توجه زیادی برای یافتن روشی مناسب برای دفع و یا استفاده مجدد از این مواد شده است. با توجه به قابلیت استفاده از این مواد در صنایع و فرآورده‌های مختلف و ایجاد ارزش افزوده برای آنها، تحقیقات گسترده‌ای در سطح دنیا در زمینهٔ کاربرد

Archive of SID
www.SID.ir

پسماندهای جامد صنایع مختلف در حال انجام است. به‌طور کلی حدود ۳۵ درصد از مواد ورودی به کارخانه‌های خمیر و کاغذ به صورت پسماندهای مختلفی مانند ضایعات پوست‌کنی، انواع پسماندهای مختلف حاصل از فرآوری الیاف بازیافتی، لجن و پسماند سیستم تصفیه آب و پساب و پسماندهای ناشی از جوهرزدایی الیاف بازیافتی جداسازی می‌شود (Scott and Smith, 1995). آمار دیگری نشان می‌دهد که این پسماندها عمدتاً سوزانده شده و حدود ٥٦ درصد از انرژی مورد نیاز صنایع خمیر و کاغذ را تأمین می‌کند که البته مشکلات متعددی مانند انتشار ذرات ریز در هوا را ایجاد می‌کنند (Scott and Smith, 1995). بخش دیگری از این مواد در زمین دفن می‌شوند و بدین ترتیب هزینهٔ زیادی را به صنایع خمیر و کاغذ تحمیل می‌نمایند (Ochoa de Alda, 2008). اصولاً این پسماندها ارزش حرارتی چندانی ندارند و دفن آنها هم با مشکلات مختلفی مانند کاهش محل‌های مناسب دفن و گرانتر شدن آماده‌سازی محل‌های دفن مواجه است (Navaee-Ardeh et al., 2006; Ochoa de Alda, 2008). از آنجایی که پسماندهای جامد ایجاد شده در صنایع خمیر و کاغذ حاوی مواد با ارزشی مانند مواد پلی‌ساکاریدی (عمدتاً سلولز) و سایر مواد معدنی قابل بازیافت هستند، می‌توانند بازیافت شده و یا به مواد با ارزش دیگری تبدیل شوند. از طرف دیگر، با تدوین و ابلاغ محدودیت‌های زیست‌محیطی سخت‌گیرانه در زمینهٔ کاهش پسماندهای جامد صنایع خمیر و کاغذ، تلاش‌های متعددی برای کاهش حجم این مواد و استفادهٔ مجدد از آنها انجام شده است (Monte at al., 2009). در این راستا تحقیقات متعددی در زمینه کاربرد این مواد برای تولید کود کشاورزی (Gea et al., 2005; Phillips et al., 1997)، تولید مواد اولیهٔ ساخت ساختمان مانند انواع چندسازه (Salmah et al., 2008; Taramian et al., 2007; Kim et al., 2009)، تولید سیمان، بتن و آجر (Ochoa de Alda, 2008; Frias et al., 2008)، انجام شده و استفاده مجدد از آنها در تولید محصول‌های کاغذی (Ochoa de Alda, 2008; Davis et al., 2003)، کاربرد این مواد به‌عنوان فرمولاسیون چسب‌های مورد استفاده در صنایع چوب (Geng et al., 2007)، مواد شیمیایی با ارزش افزوده بالا (Xu and Lancaster, 2008; Yamashita et al., 2008; Marques et al., 2008) و غیره مانند محیط‌های کشت‌زیستی (Mtui, 2009) ارائه شده است.

کارخانهٔ چوب و کاغذ مازندران از دو فرایند CMP و NSSC به ترتیب برای تولید کاغذهای چاپ و تحریر و فلوتینگ استفاده می‌کند. تولید سالانه انواع کاغذ در این کارخانه ۱۷۵۰۰۰ تن است و با توجه به اینکه میزان تولید پسماندهای جامد در صنایع کاغذسازی تولید کنندهٔ محصولات دست اول حدود ۱۰ درصد مقدار محصول تولیدی است (Lynd et al, 2001)، تخمین زده می‌شود که سالانه در حدود ۱۷۵۰۰ تن پسماند جامد در این کارخانه تولید شود. کارخانهٔ کاغذسازی لطیف از فرایند جوهرزدایی برای بازیافت کاغذهای چاپ و تحریر برای تولید ۱۵۰۰۰ تن کاغذهای بهداشتی در سال استفاده می‌کند. با توجه به اینکه نرخ تولید پسماند جامد صنایع کاغذسازی با استفاده از کاغذهای بازیافتی حدود ۵۰–۱۰ درصد (با متوسط ۳۰ درصد) مقدار محصول است (Lynd et al, 2001)، مقدار پسماند این کارخانه حدود ۵۰۰۰ تن در سال تخمین زده می‌شود. بنابراین ملاحظه می‌شود که سالانه مقدار قابل توجهی پسماند جامد در این دو کارخانه وکارخانجات مشابه تولید می‌شود که می‌توان با

Archive of SID

www.SID.ir

بهره‌گیری مناسب از آنها، مواد اولیهٔ صنایع مختلف را تامین کرد و بار آلودگی زیست‌محیطی این صنایع را کاهش داد.

انتخاب بهترین و مقرون به صرفه‌ترین کاربرد برای این مواد از یک طرف به وجود قابلیت فنی استفاده از این مواد در مجاورت واحدهای تولیدکننده این مواد و از طرف دیگر به نوع و ترکیب شیمیایی، مقدار مواد جامد، مقدار مواد فاسد شدنی، توزیع طول الیاف، قابلیت آب‌شویی و نفوذ ترکیبات موجود در این مواد به آب‌های سطحی و زیر زمینی بستگی دارد. بنابراین، یکی از مهمترین اقدامات برای تعیین بهترین کاربری این پسماندها، شناخت این مواد از نظر خصوصیات شیمیایی و فیزیکی می‌باشد. در این تحقیق درصد رطوبت، pH، مقدار ترکیبات آلی و معدنی، نوع و مقدار قندها، مقدار لیگنین (محلول و نامحلول در اسید) و ابعاد الیاف موجود در پسماند جامد حاصل از صنایع کاغذسازی چوب و کاغذ مازندران و کاغذسازی لطیف با هدف شناخت ویژگی‌های این پسماندها جهت انتخاب و به‌کارگیری روش مناسب استفاده از این ضایعات بررسی شد.

مواد و روشها

پسماندهای مورد استفاده در این تحقیق از کارخانه‌های چوب و کاغذ مازندران و لطیف تهیه شد. برای محاسبهٔ مقدار مواد جامد، وزن نمونه‌های تهیه شده از پسماندها قبل و بعد از خشک شدن در آون (به مدت ٤٨ ساعت در دمای ۱۰۰°C) اندازه‌گیری شد و مقدار مواد جامد آنها به صورت درصد وزنی محاسبه شد. اندازه‌گیری مقدار خاکستر نمونه‌ها طبق استاندارد ASTM-D1102 انجام شد. بدین منظور، نمونه‌های کاملاً خشک شده پس از توزین، در کوره در دمای ٦٥٠°C به مدت ۳۰ دقیقه قرار گرفتند تا کلیه ترکیب‌های آلی آنها سوخته شود. وزن خاکستر حاصل اندازه‌گیری شد و کاهش وزن ناشی از سوزاندن به عنوان درصد ماده آلی محاسبه شد. pH نمونه‌ها پس از افزودن ۱۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر به ۲ گرم پسماند و هم زدن مخلوط حاصل اندازه‌گیری شد. اندازه‌گیری مقادیر لیگنین و پلی‌ساکاریدها مطابق روش‌های استاندارد (Kerstetter et al., 1997) انجام شد. بدین منظور، یک نمونه کاملاً خشک به وزن ۰/۳ گرم، در ۳ میلی‌لیتر اسید سولفوریک ۷۲٪ حل شد و به مدت ۲ ساعت در دمای اتاق با همزن شیشه‌ای به تناوب مخلوط شد تا کاملاً حل گردد. مایع حاصل به ٨٤ میلی‌لیتر آب مقطر افزوده شده و روی اجاق برقی با دمای ۱۰۰°C به مدت ۱ ساعت به صورت رفلاکس جوشید. این محلول با عبور دادن از کاغذ صافی آزمایشگاهی صاف شد. مواد جامد باقیمانده روی کاغذ صافی که شامل لیگنین حل نشده و مواد معدنی حل نشده هستند، ابتدا کاملاً خشک شده و پس از توزین، به مدت نیم ساعت در کوره در دمای ٦٥٠°C قرار گرفتند تا مواد آلی آنها بسوزد. کاهش وزن در این مرحله برابر مقدار لیگنین کلازون نامحلول است که روی کاغذصافی باقی‌مانده بود. نمونه‌ای هم از مایع فیلتر شده تهیه شد که برای تعیین نوع و مقدار مونو ساکاریدهای موجود در آن توسط HPLC و تخمین مقدار لیگنین حل شده توسط اسپکتروفتومتر UV در طول موج ۲۰۵ نانومتر براساس استاندارد (TAPPI-UM250) استفاده شد. اندازه‌گیری درصد مونوساکاریدهای موجود در این پسماندها با استفاده از دستگاه HPLC کنوئر آلمان با ستون قند Repro-Gel Pb 9µm به ابعاد ۲۵۰ میلی‌متر طول و ۸ میلی‌متر قطر، متصل به محافظ ستون در دمای

Archive of SID

www.SID.ir

۶۰°C انجام شد. دبی فاز حامل آب مقطر ۰/۵ میلی‌متر بر دقیقه بود. اندازه‌گیری و محاسبهٔ مونوساکاریدها براساس تزریق نمونه‌های مونوساکاریدهای خالص (گلوکز، زایلوز، مانوز، آرابینوز و گالاکتوز) تیمار شده در شرایط مشابه با نمونهٔ پسماند و رسم منحنی کالیبراسیون آنها انجام شد. آنالیز مواد معدنی موجود در خاکستر پسماندها با استفاده از طیف‌سنجی فلوئورسانس اشعه X (دستگاه XRF-8410Rh 60kV) انجام گرفت.

طول الیاف موجود در این پسماندها با میکروسکوپ مجهز به پروژکتور اندازه‌گیری شد. طول تصویر الیاف توسط کوریومتر تعیین شد و با مقیاس معلوم ابعاد واقعی آن محاسبه شد. قطر الیاف در یک میکروسکوپ مجهز به چشمی مدرج در مقیاس میکرومتر با بزرگ‌نمایی ٤۰۰ برابر اندازه‌گیری شد و با محاسبهٔ نسبت طول به قطر، ضریب لاغری الیاف محاسبه شد.

نتایج

مقدار مواد جامد، pH و طول و قطر الیاف پسماندها در حالت دفع از کارخانه

پسماند جامد کاغذسازی لطیف به رنگ خاکستری، با بوی روزنامهٔ خیس شده، حاوی ذرات و الیاف به ابعاد ۱ تا ۵ میلی‌متر بود. پسماند جامد کاغذسازی مازندران با خواص مشابه، و رنگ تیره‌تری بود. در جدول ۱ pH، مقدار مواد جامد پسماند پرس شده در کارخانه و ابعاد الیاف موجود در این پسماندها نشان داده شده است. pH هر دو پسماند تقریبا خنثی بود که کاربرد آنها را برای بیشتر مقاصد راحت می‌کند و موجب خورندگی تجهیزات مورد استفاده در فرآوری آنها نمی‌شود. مقدار مواد جامد پسماند تولید شده در کاغذسازی چوب و کاغذ مازندران در حد ۳۷ درصد بود. بنابراین لازم است تا از این پسماند آبگیری بیشتری به‌عمل آید تا حمل و نقل آن اقتصادی‌تر شده و احتمال حملات قارچی به آن نیز کاهش یابد. برای رسیدن به درصد خشکی بیشتر، می‌توان از پلی‌الکترولیت‌های افزاینده آبگیری استفاده کرد و در این صورت با استفاده از تجهیزات آبگیری مکانیکی می‌توان به درصد خشکی حدود ٤۵٪ رسید(Ochoa de Alda, 2008). از طرف دیگر مقدار مواد جامد پسماند جوهرزدایی کاغذسازی لطیف در حد ۷۰ درصد بود که از نظر حمل و نقل اقتصادی‌تر است، ولی احتمال حملاتی قارچی و میکروبی برای آن وجود دارد. زیادتر بودن درصد خشکی پسماند کاغذسازی لطیف به دلیل وجود ترکیبات معدنی بیشتر در آن است که آبگیری بیشتر از آن را با استفاده از تجهیزات آبگیری مکانیکی امکان‌پذیر می‌سازد. بنابراین در مقایسه با پسماند کاغذسازی مازندران، پسماند کاغذسازی لطیف به دلیل خشکی بیشتر برای کاربردهای مختلف مانند ساخت چندسازه، تولید انرژی و سایر مواردی که مواد اولیه باید تا خشکی ۱۰۰ درصد خشک شوند، مناسب‌تر است، زیرا هزینهٔ حمل و نقل و خشک کردن کمتری دارد.

همان طور که ملاحظه می‌شود طول الیاف پسماند جوهرزدایی کارخانهٔ کاغذسازی لطیف بیشتر از طول الیاف پسماند سیستم تصفیه پساب کارخانهٔ چوب و کاغذ مازندران است. این موضوع به این دلیل است که کارخانهٔ لطیف حدود ۲۰٪ خمیر کرافت الیاف بلند وارداتی به خمیر آمادهٔ مصرف اضافه می‌کند تا خواص مقاومتی مناسبی در کاغذ تولیدی ایجاد گردد. بنابراین می‌توان انتظار داشت که ضریب لاغری الیاف موجود در پسماند جوهرزدایی کاغذسازی لطیف بیشتر از ضریب لاغری

Archive of SID

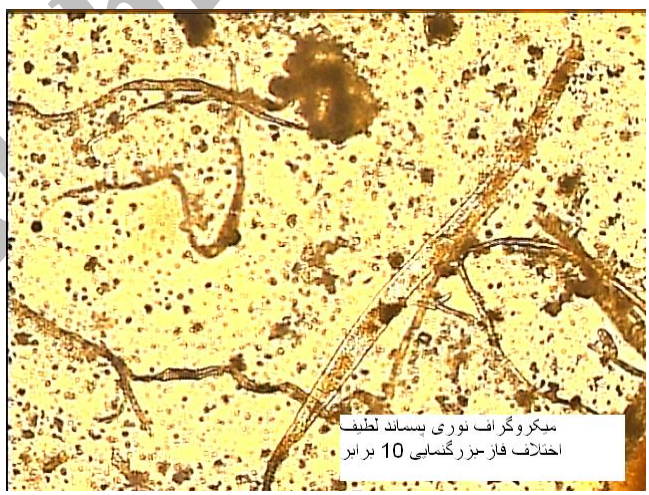
www.SID.ir

الیاف پسماند سیستم تصفیه پساب چوب و کاغذ مازندران باشد. البته طول الیاف موجود در این پسماندها باید بیش از ۰/۳ میلی‌متر باشد تا این مواد قابلیت کاربرد در مواردی مانند قابلیت بازیافت و ساخت محصولات کاغذی را داشته باشند (Ochoa de Alda, 2008). بنابراین، با توجه به طول الیاف ۱/۳۸ میلی‌متر و ۱/٦٤ میلی‌متر، این مواد قابلیت کاربرد در تولید محصولات کاغذ و مقوا را دارند.

جدول ۱- خواص پسماندهای جامد حاصل از سیستم تصفیه پساب کارخانه چوب و کاغذ مازندران و سیستم جوهرزدایی کارخانه کاغذسازی لطیف

ویژگی	چوب و کاغذ مازندران	کاغذسازی لطیف
pH	۷/۸	۷/۱
مقدار مواد جامد (٪)	۳٦/٦۹	٦۹/۲٦
میانگین طول الیاف (mm)	۱/۰۸	۱/٦٤
میانگین قطر الیاف (µ)	۳۱/٦	۲۵
ضریب لاغری الیاف	٤۳/۷٦	٦۵/٤۸

شکل‌های ۱ و ۲ تصاویر میکروسکوپ‌نوری از ذرات موجود در پسماندهای مورد مطالعه را نشان می‌دهند. به طوری که در پسماند جوهرزدایی کارخانه کاغذسازی لطیف الیاف بلندتر و کاملتری دیده می‌شود. بعکس، الیاف موجود در پسماند سیستم تصفیه پساب کاغذسازی مازندران الیاف شکسته شده و با طول کمتری همراه با سلول‌های پارانشیمی تخریب شده هستند.



شکل ۱- تصویر میکروسکوپی الیاف موجود در پسماند جامد سیستم جوهرزدایی کاغذسازی لطیف (بزرگ‌نمایی ۱۰ برابر).

Archive of SID

www.SID.ir

شکل ۲- تصویر میکروسکوپی الیاف موجود در پسماند جامد سیستم تصفیه پساب کاغذسازی چوب و کاغذ مازندران (بزرگنمایی ۱۰ برابر).

ترکیب شیمیایی پسماندها

در جدول ۲، ترکیب شیمیایی پسماندهای مورد مطالعه مقایسه شده‌اند. به طوری که مقدار مواد معدنی پسماند لطیف در مقایسه با مواد معدنی پسماند کاغذسازی چوب و کاغذ مازندران تقریبا ۵ درصد بیشتر است. در خط تولید چوب و کاغذ مازندران بیشتر مواد معدنی مورد استفاده در فرایند تهیه خمیر با استفاده از سیستم بازیابی مواد شیمیایی دوباره به فرایند باز می‌گردد و مواد معدنی موجود در پسماند جامد سیستم تصفیه پساب عمدتاً شامل گل و لای حاصل از شستشوی گرده‌بینه و خرده چوب، پسماندهای جامد خمیرسازی و سیستم بازیافت مواد شیمیایی و پرکننده‌های معدنی ماندگار نشده در پایانهٔ‌تر ماشین کاغذ تولیدکنندهٔ کاغذروزنامه می‌باشد. درحالی‌که مواد معدنی موجود در پسماند جامد سیستم جوهرزدایی کاغذسازی لطیف شامل پُرکننده‌های معدنی موجود در کاغذهای چاپ و تحریر بازیافت شده است که پس از خمیرسازی مجدد، به صورت ذرات کلوئیدی یا معلق در سوسپانسیون خمیر وجود دارند و قبل از ارسال خمیر برای ساخت کاغذهای بهداشتی توسط تجهیزات مختلفی از قبیل تمیزکننده‌های مرکزگریز، صافی‌های جداکننده نرمه‌ها و مواد معدنی، سیستم ته‌نشین‌سازی فیزیکی و شیمیایی از الیاف و از آب فرایندی جدا می‌شوند.

به طور کلی مشاهده می‌شود که مواد آلی حدود ۶۰/۵ درصد پسماند سیستم تصفیهٔ پساب کاغذسازی مازندران و ۵۵/۱۷ درصد پسماند جوهرزدایی کاغذسازی لطیف را به خود اختصاص می‌دهند. از آنجایی که الیاف بازیافتی مورد استفاده در کاغذسازی لطیف شامل الیاف خمیرهای شیمیایی رنگبری شده هستند، مقدار لیگنین در پسماند جامد کاغذسازی لطیف بسیار کمتر از لیگنین پسماند سیستم تصفیه آب و پساب کاغذسازی مازندران است که لیگنین را با فرایندهای تهیهٔ خمیرکاغذ نیمه شیمیایی خارج می‌کنند.

Archive of SID
www.SID.ir

بنابراین منشا لیگنین موجود در پسماند کاغذسازی لطیف را می‌توان به کاغذهای حاصل از خمیرهای مکانیکی نسبت داد که همراه با کاغذهای بازیافتی وارد خط تولید این کارخانه می‌شوند. به نحوی که بخشی از لیگنین موجود در هر دو پسماند به صورت محلول در اسید و بخش عمدهٔ آنها به صورت لیگنین کلازون (لیگنین رسوب‌کرده در اسید سولفوریک ۷۲ درصد) است که مقدار هر دو نوع در پسماند سیستم تصفیه آب و پساب کاغذسازی مازندران بیشتر است.

جدول ۲- مقایسه ترکیب شیمیایی پسماندهای جامد حاصل از سیستم تصفیه پساب کاغذسازی چوب و کاغذ مازندران و سیستم جوهرزدایی کاغذسازی لطیف

منشاء پسماند	موادمعدنی		موادآلی						
	مجموع	لیگنین کلازون	لیگنین حل شده	گلوکز	زایلوز	مانوز	گالاکتوز	آرابینوز	مجموع
کاغذسازی مازندران	۳۹/۵	۱۵/۳	۱/۰۲	۲۲/۶۱	۱۷/۳۱	۰/۵۳	۳/۷۲	۰/۰۵	۶۰/۵
کاغذسازی لطیف	٤٤/۸	٦/۸	۰/۳۱	۲۹/۵٦	۹/۷۳	۷/۱٦	۱/٤٤	۰/۰٦۰	۵۵/۱۷

به طورکلی، مقدار کربوهیدرات‌های پسماند کاغذسازی لطیف (٤۸/۰۹) بیشتر از پسماند چوب و کاغذ مازندران (٤٤/۱۷) است. مقایسهٔ مقادیر مونوساکاریدهای موجود در این دو پسماند نشان می‌دهد که گلوکز و مانوز در پسماند جامد کارخانهٔ کاغذسازی لطیف بیشتر است.

نتایج آنالیز ترکیب‌های معدنی موجود در خاکستر هر دو پسماند که با استفاده از طیف‌سنجی فلوئورسانس اشعهٔ ایکس انجام شد(جدول ۳) نشان می‌دهد که ترکیب خاکستر حاصل از سوزاندن پسماندهای مطالعه شده عمدتاً از نوع ترکیبات کلسیم و سیلیسیم به همراه ترکیبات آلومینیوم و منیزیم است و تقریبا شبیه به ترکیب خاکستر بادی[1] است. این مواد می‌توانند مادهٔ اولیهٔ خوبی برای تولید زئولیت باشند. بدین ترتیب پسماند سیستم تصفیه پساب چوب و کاغذ مازندران به دلیل مقدار آلومینیوم بیشتر ارجحیت دارد (Wajima et al, 2006). از طرف دیگر، با توجه به اینکه این مواد عمدتا از اکسیدهای آلومینیوم، سیلیسیم، کلسیم و منیزیم تشکیل شده‌اند، می‌توانند در ساخت بتن‌های سبک به میزان ۱۰ درصد وزنی سیمان بتن استفاده شوند که در این صورت منجر به بهبود خواص مکانیکی بتن نهایی می‌شوند (Corinaldesi et al, 2009). به‌علاوه اینکه با توجه به اینکه این پسماندها حاوی مقداری پتاسیم، سدیم و فسفر هستند، افزودن آنها به خاک، به‌ویژه همراه با پسماندهای دامی می‌تواند باعث تقویت خاک‌های کشاورزی شود.

1- Fly Ash

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۳ – ترکیب شیمیایی مواد معدنی موجود در پسماندهای مورد مطالعه (درصد)

نوع ترکیب شیمیایی	پسماند نوع دوم سیستم تصفیه پساب کاغذسازی مازندران	پسماند سیستم جوهرزدایی کاغذسازی لطیف
اکسید کلیسم (CaO)	٦٣/١	٦٨/٦
سیلیسم (SiO_2)	٦/٠	١٣/٧
اکسید منیزیم (MgO)	٤/٨	١٠/٦
اکسید آلومینیوم (Al_2O_3)	٢١/٢	٤/٧
اکسید سدیم (Na_2O)	٠/٧	٠/٣
اکسید پتاسیم (K_2O)	٠/٦	٠/٣
تری اکسید فسفر (P_2O_3)	٠/٣	٠/٣
اکسید منگنز (MnO_2)	٠/٠٣	٠/٠٤
اکسید تیتانیم (TiO_2)	٠/٠٠٤	٠/٠٠٢

بحث

یکی از مهمترین پسماندهای صنایع خمیر وکاغذ، لجن حاصل از جوهرزدایی و سیستم تصفیه آب و پساب است. در زمینهٔ استفاده بهینه از این مواد مانند تولید اتانول، ساخت کامپوزیت چوب پلیمر و غیره تحقیقات متعددی انجام شده است. نظر به اینکه تعیین کاربری بهینهٔ این مواد تابع ترکیب شیمیایی و خواص فیزیکی این مواد است، در این تحقیق خواص فیزیکی – شیمیایی پسماندهای جامد تولید شده در صنایع چوب وکاغذ مازندران و کاغذسازی لطیف بررسی شد. از این رو pH هر دو پسماند تقریبا خنثی است که یک نکتهٔ مثبت ارزیابی می‌شود. مقدار مواد جامد پسماند سیستم تصفیهٔ آب و پساب کاغذسازی مازندران بسیار کم است و لازم است که برای مصارف مختلف و حمل و نقل اقتصادی‌تر تا مقدار بیشتری آبگیری شود. الیاف پسماند کاغذسازی لطیف ضریب لاغری بیشتری دارد که کاربرد آنها را مثلاً برای استفاده به‌عنوان پرکننده چندسازه‌ها مناسب‌تر می‌کند. مقدار گلوکز و کل کربوهیدرات‌های پسماند لطیف نیز بیشتر است که آن را برای مصارفی مانند تهیه الکل از راه تخمیر قندها مناسب‌تر می‌کند. در هر حال مواد معدنی پسماند کاغذسازی لطیف نیز بیشتر بوده که امکان بازیافت برخی مواد معدنی و استفادهٔ مجدد از آنها را در کاغذسازی فراهم می‌کند. در مقابل، پسماند سیستم تصفیه آب و پساب کاغذسازی مازندران لیگنین بیشتری دارد و با توجه به کاربرد سیستم تصفیهٔ پساب‌زیستی به روش لجن فعال در سیستم تصفیهٔ این پساب، به نظر می‌رسد که برای تهیه کمپوست مناسب‌تر باشد.

سپاسگزاری

از همکاری و مشارکت شرکت کاغذسازی لطیف و صنایع چوب و کاغذ مازندران تقدیر و تشکر می‌شود.

منابع مورد استفاده

-Corinaldesi V., Fava G., Moriconi G., Ruello M.L., 2009. Biomass ash and its use in concrete mixture, – 245-250: In Limbachiya & Kew (eds). Excellence in Concrete Construction through Innovation. Taylor & Francis Group, London, 595.

Archive of SID
www.SID.ir

-Davis E., Shaler S.M., Goodell B., 2003. The incorporation of paper deinking sludge into fiberboard. Forest Products Journal, 53(11-12): 46-54.
-Frias M., García R., Vigil R., Ferreiro S., 2008. Calcination of art paper sludge waste for the use as a supplementary cementing material. Applied Clay Science, 42(1-2): 189-193.
-Gea T., Artola A., Sánchez A., 2005. Composting of de-inking sludge from the recycled paper manufacturing industry. Bioresource Technology, 96(1): 1161-1167.
-Geng X., Deng J., Zhang S.Y., 2007. Paper mill sludge as a component of wood adhesive formulation. Holzforschung, 61(6):688-692.
-Ismail S.H., Abu Bakar A., 2008. Effects of chemical modification of paper sludge filled polypropylene (PP)/ethylene propylene diene terpolymer (EPDM) composites. Journal of Reinforced Plastics and Composites, 25(1): 43-58.
-Kerstetter J.D., Lynd L., Lyford K., South C., 1997. Assessment of potential for conversion of pulp and paper sludge to ethanol fuel in the Pacific Northwest, Washington State University, Cooperative Extension Energy Program, Olympia, WA,
-Kim S., Kim H-J., Park J.C., 2009. Application of recycled paper sludge and biomass materials in manufacture of green composite pallet. Resources, Conservation and Recycling, 53(12): 674-679.
-Lynd L.R., Lyford K., South C.R., van Walsum G.P., Levenson K., 2001. Evaluation of paper sludges for amenability to enzymatic hydrolysis and conversion to ethanol. Tappi Journal, 84(2):50–55.
-Marques S., Santos J. A. L. Girio F., Roseiro J.C., 2008. Lactic acid production from recycled paper sludge by simultaneous saccharification and fermentation. Biochemical Engineering Journal, 41(3):210-216.
-Monte M.C., Fuente E., Blanco A., Negro C., 2009. Waste management from pulp and paper production in the European Union. Waste Management, 29(1): 293-308.
-Mtui G.Y. S. 2009. Recent advances in pretreatment of lignocellulosic wastes and production of value added products. African Journal of Biotechnology, 8(8): 1398-1415.
-Navaee-Ardeh S., Bertrand F., Stuart P.R., 2006. Emerging biodrying technology for the drying of pulp and paper mixed sludges. Dry Technology, 24(7-9): 863–878.
-Ochoa de Alda J.A.G., 2008. Feasibility of recycling pulp and paper mill sludge in the paper and board industries. Resources, Conservation and Recycling, 52(7): 965-972.
-Phillips V. R., Kirkpatrick N., Scotford I. M., White R. P., Burton R. G. O., 1997. The use of paper-mill sludges on agricultural land. Bioresource Technology, 60(1): 73-80.
-Qiao X., Zhang Y., Zhang Y., Zhu Y., 2003. Ink-eliminated waste paper sludge flour-filled polypropylene composites with different coupling agent treatments. Journal of Applied Polymer Science, 89(2): 513–520.
-Scott G.M., Smith A., 1995. Sludge characteristics and disposal alternatives for the pulp and paper industry. Proceedings of the International Environmental Conference. May 7–10, Tappi Press, Atlanta, GA, 269–279.
-Son J., Kim H.J., Lee P.W., 2001. Role of paper sludge particle size and extrusion temperature on performance of paper sludge-thermoplastic polymer composites. Journal of Applied Polymer Science, 82(11): 2709–2718.
-Taramian A., Doosthoseini K., Mirshokraii S-A., Faezipour M., 2007.Particleboard manufacturing: An innovative way to recycle paper sludge. Waste Management, 27(12): 1739-1746.
-Xu C., Lancaster J., 2008. Conversion of secondary pulp/paper sludge powder to liquid oil products for energy recovery by direct liquefaction in hot-compressed water. Water Research, 42(6-7): 1571-1582.
-Yamashita Y., Akihiro K., Sasaki C., Nakamura, Y., 2008. Ethanol production from paper sludge by immobilized Zymomonas mobilis. Biochemical Engineering Journal, 42(3): 314-319.
-Wajima T., Haga M., Kuzawa K., Ishimoto H., Tamada O., Ito K., Nishiyama T., Downs R.T., Rakovan J.F., 2006. Zeolite synthesis from paper sludge ash at low temperature (90°C) with addition of diatomite. Journal of Hazardous Materials, 132(2-3):244-252.

Archive of SID

www.SID.ir

Chemical composition of the paper making solid wastes

Hamzeh, Y.[1*], Mirzaei, B.[2], Ashori, A.[3], Doosthoseini, K.[4], Rashedi,K.[5] and Olfat, A.[5]

1*- Corresponding author, Assistant Professor, Department of Wood & Paper Science, Faculty of Natural Resources, University of Tehran. Email- hamzeh@ut.ac.ir
2- M. Sc. Students, Department of Wood & Paper Science, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Iran.
3- Assistant Professor, Department of Chemical Industries, Iranian Research Organization for Science and Technology, Tehran, Iran.
4- Professor, Department of Wood & Paper Science, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Iran.
5- M. Sc., Department of Wood & Paper Science, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Iran.

Received: Dec., 2010 Accepted: Dec., 2011

Abstract

Characteristics of pulp and paper mill solid wastes depend generally on the raw materials, stock preparation process as well as wastewater treatment plant. In order to determine the best application of paper mill solid wastes, physicochemical properties of solid waste produced in the Mazandaran Wood and Paper Industry Co. and Latif Paper Co. were analyzed. The dry content, pH, fiber dimensions, composition of organic and inorganic compounds of the both solid were analyzed. The dry content of the produced wastes in Latif and Mazandran were determined as 69.3 and 36.7 percent, respectively. The pH of both wastes was close to neutral (pH/7.0). The fiber length of Latif and Mazandaran wastes were 1.68 and 1.08 mm, respectively. In addition, the total amount of carbohydrates, glucose and mannose quantity in the Latif waste were determined as 48.09, 29.5 and 7.2 percent that were higher than that of Mazandaran waste. In the contrary, the lignin, xylose and galactose content of Mazandaran waste were determined as 15.3, 17.3 and 3.7 percent that were higher than those of Latif waste. The mineral content of Latif and Mazandarn wastes were determined 44.7 and 39.5 percent, respectively. XRF analyses revealed that the predominant elements in the incinerated ash of both wastes contained calcium oxide, aluminum oxide and silicon oxide that can be used as raw material for lightweight concrete and zeolite synthesis.

Keywords: Paper mill, solid waste, physicochemical characteristics, fibers dimension, chemical composition, carbohydrates, minerals.

Archive of SID

www.SID.ir