علوم و تکنولوژی محیط زیست، دوره بیست و یکم، شماره نه، آذر ماه ۹۸

بررسی کیفیت و میزان آلودگی پساب حاصل از فرایند بازیافت ضایعات ام دی اف

بیتا معزی پور[۱] *

bita.moezzipour@ut.ac.ir

محمد احمدی[۲]

آیدا معزی پور[۳]

علی عبدالخانی[٤]

تاریخ دریافت: ۹۶/۶/۲۸ **تاریخ پذیرش:۹۶/۱۱/۴**

چکیده

زمینه و هدف: صنایع سلولزی از جمله صنایع مهم و اثرگذار در کشورهای توسعه یافته و در حال توسعه محسوب می‌شود. یکی از فعالیت‌هایی که به تازگی در این صنعت مورد توجه قرار گرفته، بازیافت ضایعات می‌باشد. با وجود مزایای بسیار زیاد بازیافت از نظر اقتصادی و زیست محیطی، این فرایند منجر به تولید پساب می‌شود که بررسی آلایندگی آن از اهمیت زیادی برخوردار است.

روش بررسی: در این تحقیق، کیفیت و میزان آلودگی پساب حاصل از بازیافت ضایعات ام دی اف مورد بررسی قرار گرفت. به منظور بازیافت ضایعات ام دی اف از دو روش مختلف هیدروترمال و حرارت دهی اهمیک استفاده شد. روش هیدروترمال در دمای ۱۰۵ درجه و به مدت ۱۵۰ دقیقه انجام شد و روش حرارت دهی اهمیک در دمای ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد و در دو زمان (۲ و۴ دقیقه) انجام شد. مواد شیمیایی تشکیل دهنده پساب حاصل از بازیافت ضایعات ام دی اف از طریق آزمون کروموتوگرافی و طیف سنجی جرمی(GC/MS) مورد بررسی قرار گرفت. هم چنین pH، BOD، COD، TDS و TSS هر سه نوع پساب بدست آمده اندازه گیری شدند.

یافته ها: نتایج نشان داد که ترکیبات نیتروژن‌دار بیش‌ترین مواد موجود در پساب روش هیدروترمال بودند و در پساب حاصل از روش اهمیک در هر دو زمان ۲ و ۴ دقیقه بیش‌ترین مواد موجود را اسیدها تشکیل می‌دادند.

بحث و نتیجه گیری: پساب‌های حاصل دارای ترکیبات فنول کلرینه شده و تانن ها و مشتقات لیگنین بودند و مقدار BOD، COD و ترکیبات معلق در آن ها بیش‌تر از حد استاندرد بود. به منظور کاهش ذرات معلق می‌توان از فیلتراسیون استفاده کرد.

واژه‌های کلیدی: بازیافت، ضایعات ام دی اف، حرارت دهی اهمیک، هیدروترمال، کیفیت پساب.

۱- استادیار گروه مهندسی منابع طبیعی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران. * (مسوول مکاتبات)

۲- دانشیار گروه مهندسی منابع طبیعی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران .

۳- دانش‌آموخته دکتری گروه علوم و صنایع چوب و کاغذ، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران ، کرج، ایران.

۴- دانشیار گروه علوم و صنایع چوب و کاغذ، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران.

J. Env. Sci. Tech., Vol 21, No.9, November, 2019

Investigation of the Quality and Pollution Level of Waste Water Obtained from Recycling of MDF Wastes

Bita Moezzipour [1]*
bita.moezzipour@ut.ac.ir

Mohamad Ahmadi [2]
Aida Moezzipour [3]
Ali Abdolkhani[4]

Admission Date:February 3, 2018 Date Received: September 19, 2017

Abstract

Background and Objectives: The cellulose industry is one of the most important and influential industries in developed and developing countries. Waste recycling is one of the activities that have recently been considered in this industry. Despite the enormous economic and environmental benefits of recycling, this process results in the generation of effluent which is important for the study of its pollution.

Method: For recycling of MDF wastes two different method including hydrothermal and ohmic heating were utilized. Hydrothermal method was done at 105˚C for 150 min and ohmic heating method was carried at 100 ˚C for 2 different time duration (2 and 4 min).The chemicals contained in waste waters obtained from recycling of MDF wastes were determined using of chromatography and mass spectroscopy (GC/MS) test. Additionally, pH value, BOD, COD, TDS and TSS for all kinds of waste waters were measured.

Finding: The results showed that the nitrogenous compounds had the most concentration in waste water obtained from hydrothermal method, and in the wastewater produced by ohmic method, both the 2 and 4 mins.

Discussion and Conclusion: The most active materials were the acids .The obtained waste waters included chloride phenol compounds, tannins and lignin derivatives and their BOD, COD and suspended compounds were higher than the requirements defined in standard. Filtration method can be used for decreasing the amount of suspended solids.

Key words: Recycling, MDF Wastes, Ohmic Heating Method, Hydrothermal, Waste Water Quality

1- Assistant Professor, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran * (Corresponding author).
2-Associated Professor, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran
3- Ph.D graduated, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran
4- Associated Professor, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran

مقدمه

صنایع سلولزی از جمله صنایع مهم و زیر بنایی کشور است که طیف وسیعی از فعالیت‌ها را به خود اختصاص می‌دهد که یکی از مهم‌ترین بخش‌های فعال در آن، صنعت تولید کننده‌ی تخته فیبر با دانسیته متوسط (ام دی اف) می‌باشد.

تخته فیبر با دانسیته متوسط به عنوان یکی از فراورده‌های جدید و پرکاربرد چوب دارای ساختاری همگن، سطوحی صاف و لبه‌های فشرده و متراکم می‌باشد که مانند چوب ماسیو قابلیت برش و ماشین‌کاری دارد. این مزایای نسبی باعث شده که تولید جهانی ام دی اف در سال‌های اخیر به نحو محسوسی افزایش یابد (۱). افزایش تولید و مصرف امدی‌اف منجر به ایجادحجم زیادی از ضایعات این محصول شده‌است.

از گذشته روش‌های متداول برای مدیریت ضایعات صفحات فشرده چوبی، سوزاندن و یا دفع آن به عنوان زباله بوده است (۲). این روش ها با مشکلات زیست محیطی و فنی همراه هستند. تقابل بین مواد آلی و محیط زیست منجر به مشکلات بسیار پیچیده‌ای می‌شود. چسب‌های شسته شده از پانل‌های چوبی روی آب‌های زیر زمینی تأثیر منفی می‌گذارند به علاوه تخریب بیولوژیکی تخته خرده چوب و تخته فیبر منجر به تشکیل متان می‌شود که اثر گلخانه‌ای متان ۸۰ مرتبه بیش‌تر از دی اکسید کربن می‌باشد(۲). از سوی دیگر تقاضای صنعتی برای مواد چوبی مناسب ساخت ام دی اف در بعضی کشورهای آسیایی وضعیت بحرانی دارد. رشد بالای اقتصادی در آسیا منجر به افزایش تقاضا برای مواد اولیه‌ی چوبی شده است. به علاوه، افزایش آگاهی در مورد مسایل زیست محیطی و نگرانی در مورد سلامت جنگل‌ها، تنوع حیات وحش و تولید زیست توده، تحقیقات را به سمت یافتن جایگزین منابع چوبی نیز سوق داده است(۲). لازم به توضیح است که کارخانجات تولید کننده‌ی ام دی اف در کشور ما همواره با مشکل کمبود ماده‌ی اولیه مواجه‌اند و منابع چوبی جنگل‌های موجود پاسخ‌گوی نیاز های بخش صنعت چوب نمی‌باشد. که در صورت راه اندازی واحدهای جدید این مشکل دو چندان خواهد شد (۳). ضایعات ام دی اف منبع قابل توجهی از فیبر در خود دارند، از این رو پتانسیل خوبی برای جایگزین شدن به عنوان ماده‌ی اولیه برای تولید ام دی اف دارند.

در صورتی که مواد چوبی بازیافت شده به چرخه تولید باز گردند، نیاز به منابع چوبی بکر کاهش یافته، موجب برگشت سرمایه و صرفه اقتصادی می‌شود و از آلودگی محیط زیست و پراکنده شدن ضایعات در محیط جلوگیری می‌شود. بنابراین بازیافت محصولات چوبی امری ضروری و غیر قابل انکار است. مطالعات زیادی در زمینه بازیافت ام دی اف انجام شده است (۴-۱۰). آن‌چه در این میان اهمیت دارد بررسی سایر جنبه‌های فرایند بازیافت است که یکی از مهم‌ترین مسایل در این میان، آلودگی‌های زیست محیطی احتمالی ناشی از بازیافت و پساب ناشی از آن است. پساب‌های صنعتی به عنوان یکی از مهم‌ترین منابع آلودگی زیست محیطی محسوب می‌شوند. تخلیه پساب‌های غیر استاندارد و استفاده از آن‌ها در کشاورزی و یا تخلیه به آب‌های سطحی، مخاطرات بهداشتی و زیست محیطی‌زیادی را به دنبال خواهد داشت(۱۱). به منظور جلوگیری از تهدید بهداشت عمومی، آلوده شدن خاک، ورود آلاینده ها به منابع آب و آلودگی محصولات کشاورزی کنترل کیفی پساب و شناسایی ترکیبات آن به منظور انتخاب روش مناسب تصفیه، اهمیت بسیار زیادی دارد. در این تحقیق کیفیت پساب حاصل از بازیافت ضایعات ام دی اف و مواد تشکیل دهنده‌ی آن و میزان بار آلایندگی آن مورد بررسی قرار گرفت. امکان استفاده مجدد از این پساب‌ها بستگی به میزان آلودگی آن‌ها دارد. با توجه به اهمیت نقش پساب های صنعتی در مسایل زیست محیطی، شناسایی کیفیت پساب‌ها و انتخاب روش تصفیه‌ی پساب مناسب به منظور جلوگیری از مشکلات زیست‌محیطی راهگشاست.

مواد و روش ها

در این تحقیق به منظور مطالعه‌ی کیفیت پساب حاصل از بازیافت ضایعات ام دی اف، اقدام به بازیافت ضایعات ام دی اف به دو روش هیدروترمال (روش متداول) و روش حرارت‌دهی

اهمیک شد. روش حرارت دهی اهمیک در دو مدت زمان ۲ و ۴ دقیقه مورد بررسی قرار گرفت.

ضایعات حاصل از کناره بری پانل‌های ام دی اف جمع آوری شده و به شکل چیپس خرد شدند.به منظور بازیافت به روش هیدروترمال قطعات خرد شده ی پسماند، توسط دستگاه بخارزن (اتوکلاو) در دمای ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد و به مدت ۱۵۰ دقیقه بخارزنی شده و پس از آن الیاف به کمک دستگاه دفیبراتور جداسازی شدند. برای بازیافت به روش حرارت دهی اهمیک قطعات خرد شده‌ی پسماند، ابتدا در آب گرم با دمای جوش به مدت ۳۰ دقیقه پیش حرارت‌دهی شده و سپس در دستگاه حرارت دهی اهمیک (در دو زمان ۲ و ۴ دقیقه) تحت حرارت‌دهی قرار گرفتند. پساب حاصل از بازیافت به هریک از این سه روش جمع آوری شد. تکرار فرایند بازیافت برای هر روش ۱۰ مرتبه در نظر گرفته شد و هر بار سه نمونه از پساب ها در ظروف در ظروف مشخص و دربسته جمع آوری و ذخیره شدند. و تحت شرایط استاندارد در دمای ۴ درجه سلسیوس جهت بررسی کیفیت به آزمایشگاه منتقل شدند.

کروموتوگرافی و طیف‌سنجی جرمی

برای کاهش دمای جوش ترکیبات استخراج شده و هم‌چنین جلوگیری از جذب سطحی مولکول‌های قطبی الی نمونه در سطح تکیه‌گاه ستون های کروموتوگرافی، تهیه‌ی مشتقات سایلیل دار شده برای ترکیبات الزامی می‌باشد. سایلیل دار کردن نمونه‌ها با استفاده از واکنش‌گر N،O بیس‌تری متیل سایلیل تری فلوراستامید (BSTFA) و ۱درصد TMCSهمراه پیریدین انجام شد. به این منظور حدود ۰/۱ گرم از هر یک از پساب‌ها با ۰/۳ میلی‌لیتر از واکنش‌گر BSTFA و ۰/۳ میلی‌لیتر پیریدین مخلوط و به مدت ۳۰ دقیقه در حمام آب گرم با دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد عمل آوری شدند. به دلیل پایداری اندک ترکیبات سایلیل دار شده عمل سایلیل دار کردن ۲۴ ساعت قبل از آنالیز GC/MS انجام شد. آنالیزها با دستگاه Agilent مدل 5975C انجام شدند. نوع ستون HP-5MS به طول ۳۰ مترو قطر داخلی ۰/۲۵ میلی‌لیتر بود و گاز حامل، هلیوم با سرعت ۱ میلی‌لیتر بر دقیقه بود. دمای انژکتور ۷۰ درجه سانتی‌گراد بود و برنامه دمایی–زمانی برای نمونه، ۳ دقیقه در ۶۰ درجه سانتی‌گراد تعیین شد. سپس دما تا ۲۵۰ درجه سانتی‌گراد با شدت ۶ درجه سانتی‌گراد در دقیقه افزایش پیدا کرد، پس از آن با شدت ۲۰درجه سانتی‌گراد در دقیقه به ۲۸۰ درجه سانتی‌گراد رسید و بعد به مدت ۳ دقیقه در دمای ۲۸۰ درجه سانتی‌گراد باقی ماند.

اندازه گیری BOD[1]، COD[2]، TSS[3] و TDS[4] پساب

برای بررسی کیفیت پساب، نمونه‌های پساب بدست آمده از بازیافت ضایعات ام دی اف به آزمایشگاه آب و فاضلاب انستیتوی آب و انرژی دانشگاه صنعتی شریف منتقل شدند. BOD به روش آنالیز دستگاهیDO meter YSI55، COD به روش آنالیز دستگاهی HACH-COD Reactor ، کل جامدات محلول (TDS) به روش آنالیز دستگاهی HACH-Senssion 5 و کل مواد معلق (TSS) به روش وزن سنجی اندازه‌گیری شدند. استاندارد EPA[5] برای ارزیابی شاخص‌های آلودگی پساب مورد استفاده قرار گرفت(۱۲).

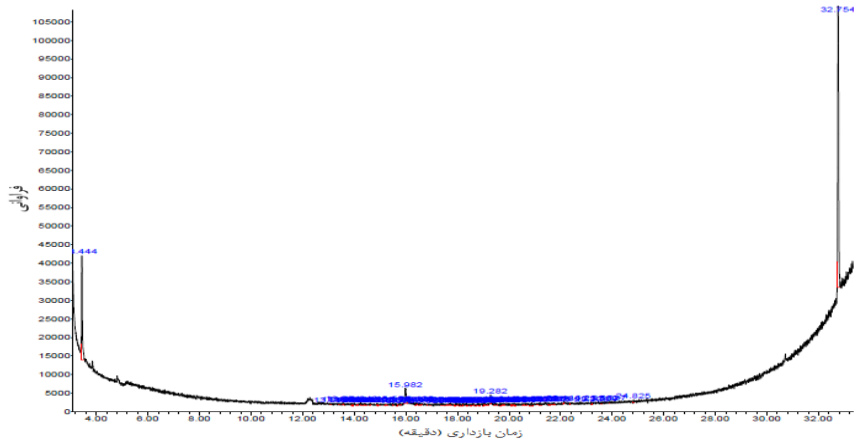
پس از انجام آزمون‌های مربوطه، نتایج بدست آمده به کمک تکنیک تجزیه واریانس و با استفاده از آزمون دانکن مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. اثر نوع روش بازیافت بر خواص مورد مطالعه در سطح یک و پنج درصد مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

نتایج

در شکل‌های ۱، ۲ و ۳ نمودارهای مربوط به کروموتوگرافی و طیف‌سنجی جرمی پساب‌های بدست آمده از بازیافت ضایعات ام دی اف به روش‌های مختلف نشان داده شده است. در جدول-های ۱، ۲ و ۳ ترکیبات شناسایی شده در این پساب‌ها و فراوانی آن‌ها مشاهده می‌شود. بررسی نتایج جدول‌های ۱ تا ۳ نشان می‌دهد که در هر سه پساب بیش‌ترین فراوانی مربوط به فتالیک اسید (۱و۲ بنزن دی کربوکسیلیک اسید) بوده و بعد از

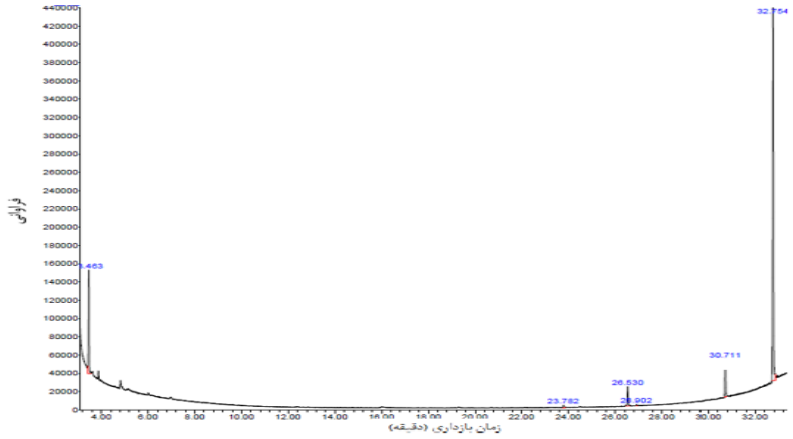
1- Biological Oxygen Demand
2- Chemical oxygen Demand
3- Total Suspended Solids
4- Total Dissolved Solids
5- Environmental Protection Agency

آن دومین ماده‌ی فراوان در این پساب‌ها اکتا متیل تری سیلوکسان بوده است.



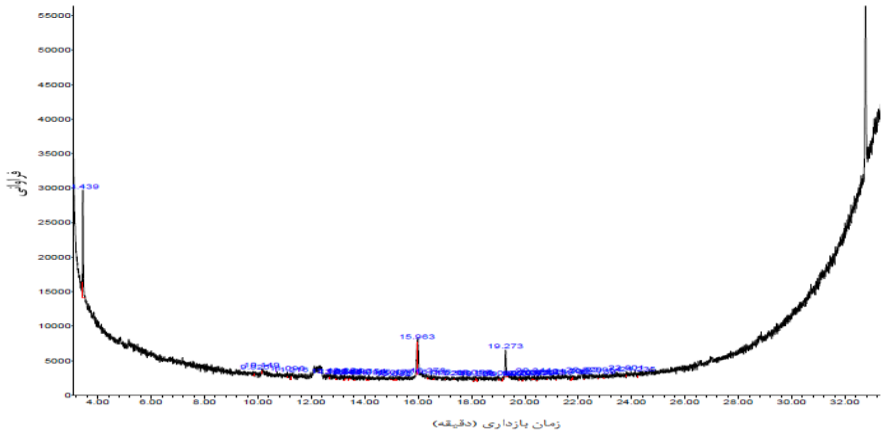
شکل ۱- کروموتوگرام پساب حاصل از روش اهمیک ۲ دقیقه

Figure1. Chromatogram of effluent obtained from ohmic heating method 2 min



شکل ۲-کروموتوگرام پساب حاصل از روش اهمیک ۴ دقیقه

Figure2. Chromatogram of effluent obtained from ohmic heating method 4 min



شکل۳-کروموتوگرام پساب حاصل از روش هیدروترمال

Figure3. Chromatogram of effluent obtained from hydrothermal method

جدول ۱- ترکیبات شناسایی شده موجود در پساب حاصل از بازیافت ضایعات ام دی اف به روش اهمیک ۲ دقیقه

Table1. Detected components existed in effluent obtained from recycling MDF wastes by ohmic method 2min

شماره ترکیب	نام ترکیب	فرمول مولکو	درصد فراوانی	نوع ترکیب
۱	Octamethyltrisiloxane-(MDM)	$C_8H_{24}O_2Si_3$	۱۷/۴۶	آروماتیک
۲	5-Methyl-2-phenylindolizine	$C_{15}H_{13}N$	۱/۲۶	آلکالوئید
۳	Trans-3-Ethoxy-b-methyl-b-nitrostyrene	$C_{11}H_{13}NO_3$	۳/۶۸	ترکیبات N
۴	benzotriazine-1-oxide-3-Amino-7-nitro-1,2,4	$C_7H_5N_5O_3$	۰/۲۹	ترکیبات N
۵	Cis-4-Ethoxy-b-methyl-b-nitrostyrene	$C_{11}H_{13}NO_3$	۲/۹۲	ترکیبات N
۶	D-Glucitol, hexaacetate; SORBITOL	$C_{18}H_{26}O_{12}$	۰/۱۳	قند
۷	9-Formylacridine	$C_{14}H_9NO$	۲/۸۹	ترکیبات N
۸	3-Amino-1-propanol	HO(CH2)3NH2	۰/۵۹	ترکیبات N
۹	2-p-Nitrophenyl-oxadiazol-1,3,4-one-5	$C_8H_5N_3O_4$	۰/۱۱	ترکیبات N
۱۰	Allyl methyl ether; 3-Methoxy-1-propene	C_4H_8O	۰/۱۳	اتر
۱۱	Dodecamethylcyclohexasiloxane	$C_{12}H_{36}O_6Si_6$	۴/۴۵	آروماتیک
۱۲	2,6-Dichloro-4-nitrophenol	$C_6H_3C_{l2}NO_3$	۰/۲۱	ترکیبات N
۱۳	3-Quinolinecarboxylic acid	$C_{10}H_7NO_2$	۰/۱۶	اسید
۱۴	4-Hydroxy-3-nitrocoumarin	$C_9H_5NO_5$	۰/۵۱	ترکیبات N
۱۵	Gibberellic acid	$C_{19}H_{22}O_6$	۰/۵۵	اسید
۱۶	Phenol, 2,2'-[1,2-ethanediylbis(nitrilomethylidyne)]bis	$C_{16}H_{16}N_2O_2$	۱/۹۱	ترکیبات N
۱۷	1,2-Benzenedicarboxylic acid; Phthalic acid	$C_6H_4(COOH)_2$	۵۷/۷۵	اسید

جدول ۲- ترکیبات شناسایی شده موجود در پساب حااصل از بازیافت ضایعات ام دی اف به روش اهمیک ۴ دقیقه

Table2. Detected components existed in effluent obtained from recycling MDF wastes by ohmic method4 min

شماره ترکیب	نام ترکیب	فرمول مولکولی	درصد فراوانی	نوع ترکیب
۱	Octamethyltrisiloxane-(MDM)	$C_8H_{24}O_2Si_3$	۱۴/۶۸	آروماتیک
۲	4(equaorialt)-Ethenyl-1,2(equatorial)-dimethyl-trans-decahydroquinol-4-ol,N-oxide	$C_{13}H_{23}NO_2$	۰/۴۸	ترکیبات N
۳	9-Octadecenoic acid, methyl ester	$C_{19}H_{36}O_2$	۳/۳۲	استر
۴	Cyclotrisiloxane, hexamethyl	$C_6H_{18}O_3Si_3$	۰/۳۲	آروماتیک
۵	9-Formylacridine	$C_{14}H_9NO$	۳/۵۴	ترکیبات N
۶	Cis-4-Ethoxy-b-methyl-b-nitrostyrene	$C_{11}H_{13}NO_3$	۲/۸۴	ترکیبات N
۷	Dodecamethylcyclohexasiloxane	$C_{12}H_{36}O_6Si_6$	۵/۳۲	آروماتیک
۸	Trans-3-Ethoxy-b-methyl-b-nitrostyrene	$C_{11}H_{13}NO_3$	۳/۱۵	ترکیبات N
۹	5-Methyl-2-phenylindolizine	$C_{15}H_{13}N$	۲/۱۴	آلکالوئید
۱۰	1,2-Benzenedicarboxylic acid; Phthalic acid	$C_6H_4(COOH)_2$	۶۱/۱۵	اسید

جدول ۳- ترکیبات شناسایی شده موجود در پساب حاصل از بازیافت ضایعات ام دی اف به روش هیدروترمال

Table3. Detected components existed in effluent obtained from recycling MDF wastes by hydrothermal

شماره ترکیب	نام ترکیب	فرمول مولکولی	درصد فراوانی	نوع ترکیب
۱	Octamethyltrisiloxane-(MDM)	$C_8H_{24}O_2Si_3$	۱۸/۷۹	آروماتیک
۲	4-Hydroxy-3-nitrocoumarin	$C_9H_5NO_5$	۵/۹۹	ترکیبات N
۳	N-Methylpropylamine	$CH_3CH_2CH_2NHCH_3$	۰/۸۱	ترکیبات N
۴	Cis-4-Ethoxy-b-methyl-b-nitrostyrene	$C_{11}H_{13}NO_3$	۵/۵۴	ترکیبات N
۵	Formic acid	HCO_2H	۳/۳۵	اسید
۶	Trans-3-Ethoxy-b-methyl-b-nitrostyrene	$C_{11}H_{13}NO_3$	۸/۲۱	ترکیبات N
۷	Carbamic acid, methyl ester	$C_2H_5NO_2$	۱/۰۸	استر
۸	1,1,1,3,5,7,9,9,9-Nonamethylpentasiloxane	$C_9H_{30}O_4Si_5$	۱۴/۲۴	ترکیبات N
۹	Phenol, 2,2'-[1,2-ethanediylbis(nitrilomethylidyne)]bis	$C_{16}H_{16}N_2O_2$	۱۳/۴۳	ترکیبات N
۱۰	5-Methyl-2-phenylindolizine	$C_{15}H_{13}N$	۰/۷۷	آلکالوئید
۱۱	Gibberellic acid	$C_{19}H_{22}O_6$	۲/۱	اسید
۱۲	N-(2-Acetylcyclopentylidene)cyclohexylamine	$C_{13}H_{21}NO$	۱/۰۱	ترکیبات N
۱۳	1,2-Benzenedicarboxylic acid; Phthalic acid	$C_6H_4(COOH)_2$	۱۹/۷۵	اسید

جدول ۴- درصد فراوانی ترکیبات شیمیایی بدست آمده در پساب‌های روش‌های مختلف بازیافت بر اساس نوع ماده

Table 4. The percentage of chemical compositions in the effluents obtained from different recycling methods based on material type

نوع پساب	اسیدها	آلکالوئیدها	ترکیبات N	آروماتیک ها	اترها	استرها	قندها
اهمیک ۲ دقیقه	۵۸/۴۶	۱/۲۶	۱۳/۱۱	۲۱/۹۱	۱/۰۸		۰/۱۳
اهمیک ۴ دقیقه	۶۱/۱۵	۲/۱۴	۱۰/۰۱	۲۰/۳۲	-	۳/۳۲	-
هیدروترمال	۲۵/۲	۰/۷۷	۴۹/۲۳	۱۸/۷۹	-	۱/۰۸	-

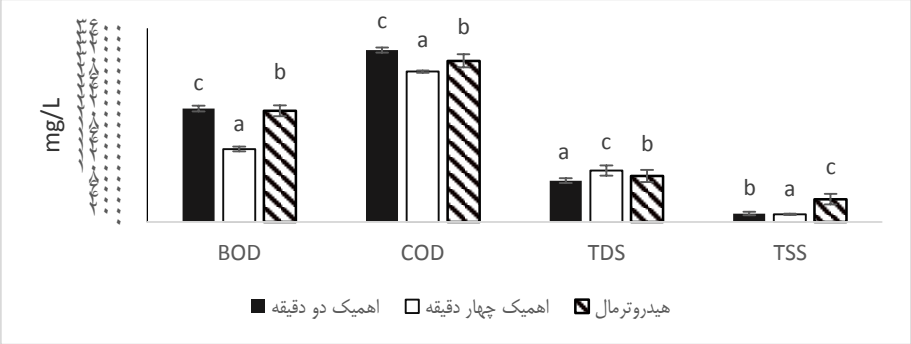
درصد فراوانی ترکیبات شیمیایی بدست آمده بر اساس نوع آن‌ها در جدول ۴ ارایه شده که نشان می‌دهد در پساب‌های روش اهمیک بیش‌ترین فراوانی مربوط به اسیدها بوده اما در پساب روش هیدروترمال بیش‌ترین فراوانی مربوط به گروه ترکیبات نیتروژن‌دار بوده که به شکل قابل ملاحظه‌ای بیش‌تر از ترکیبات نیتروژن دار در دو پساب دیگر بوده است. پساب‌های بدست آمده دارای رنگ قهوه‌ای، نیمه شفاف و بدون بو بودند. پساب روش هیدروترمال کمی تیره‌تر و کدرتر از پساب روش اهمیک بود. اکسیژن‌خواهی شیمیایی، کل مواد حل شده یا کلوئیدی را نشان می‌دهد. اکسیژن‌خواهی بیولوژیکی نشان‌دهنده‌ی مقدار ترکیبات آلی قابل تخریب بیولوژیکی است. نتایج مربوط به میانگین پارامترهای پساب و مقایسه ی آن با مقادیر تعیین شده در استاندارد EPA که در جدول ۵ ارایه شده، بیانگر این است که پساب‌ها آلایندگی بیش‌تر از حد استاندارد دارند به جز در مورد TDS (مواد جامد حل شده) و در مورد pH نیز اسیدیته‌ی پساب روش اهمیک بیش‌تر از حد استاندارد می‌باشد اما pH روش هیدروترمال در محدوده‌ی استاندارد قرار دارد.

جدول ۵- مقادیر پارامترهای آلودگی در پساب‌های حاصل از بازیافت ضایعات ام دی اف

Table 5. The amount of pollution parameters in the effluents obtained from recycling of MDF wastes

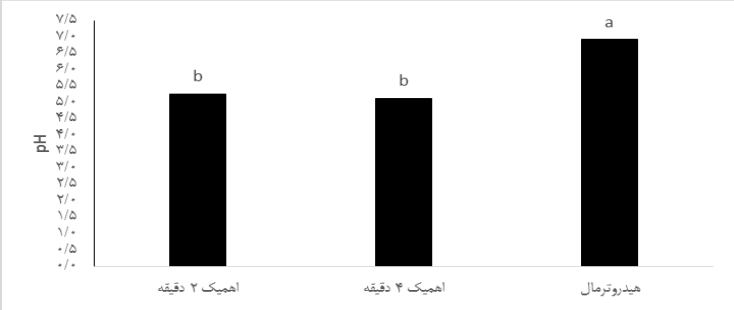
نام آزمایش	واحد	اهمیک ۲ دقیقه	اهمیک ۴ دقیقه	هیدروترمال	مقدار استانداردEPA
TDS	mg/L	۷۷۱	۹۵۹	۸۵۹	۱۵۰۰
TSS	mg/L	۱۵۹	۱۴۶	۴۲۶	۱۵
COD	mg/LO2	۳۲۰۰	۲۸۰۰	۳۰۰۰	۱۰۰
BOD_5	mg/LO2	۲۱۱۲	۱۳۶۰	۲۰۷۰	۲۰
pH	-	۵/۲۶	۵/۱۲	۶/۹۱	۶/۵ تا ۸/۵

نتایج مربوط به تجزیه واریانس حاکی از آن بود که بین مقادیر این پارامترها در پساب‌های مختلف تفاوت معنی‌دار وجود دارد. گروه‌بندی دانکن نتایج در شکل ۴ و ۵ روی نمودارها مشخص شده است. همان‌طور که در شکل ۵ مشاهده می‌شود مقدارpH در پساب روش هیدروترمال بیشتر از پساب روش اهمیک است که با نتایج حاصل از GC/MS تطابق دارد.



شکل ۴- مقایسه‌ی پارامترهای آلودگی در پساب‌های حاصل از بازیافت ضایعات ام دی اف

Figure4. Comparison between pollution parameters in the effluents obtained from recycling of MDF wastes



شکل ۵- مقایسه‌ی pH پساب‌های حاصل از بازیافت ضایعات ام دی اف به روش‌های مختلف

Figure 5. Comparison between pH values in the effluents obtained from recycling of MDF wastes

بحث و نتیجه گیری

بررسی ترکیبات شیمیایی موجود در پساب حاصل از بازیافت ضایعات ام دی اف نشان داد که ماده‌ی غالب در پساب حاصل از روش اهمیک اسیدها و روش هیدروترمال ترکیبات نیتروژن دار بوده است. علت افزونی ترکیبات نیتروژن دار در پساب روش هیدروترمال به اهمیک شدت بیش‌تر تیمار حرارتی با بخار است که در مدت زمان طولانی‌تر انجام می‌شود و منجر به پیرولیز رزین اوره فرمالدهید موجود در ضایعات ام دی اف و ایجاد ترکیبات نیتریک بیش‌تر می‌شود. محققان در سال ۲۰۱۵ در

تحقیق خود به بررسی ترکیبات شناسایی شده در محلول حاصل از پیرولیز ام دی اف پرداختند و آن را با ترکیبات حاصل از پیرولیز چوب و رزین اوره فرمالدهید مورد مقایسه قرار دادند. آن‌ها اعلام کردند که مایع حاصل از پیرولیز ام دی اف حاوی ترکیبات نیتروژن دار بیش‌تری نسبت به الیاف چوب است حال آن که در مورد چوب این مایع شامل مقادیر فراوانی از اسیدها، الکل‌ها، فنول‌ها و کتون‌هاست، که این نشان‌دهنده‌ی تأثیر رزین اوره فرمالدهید در مایع حاصل از پیرولیز ام دی اف است(۱۲).

نتایج مربوط به سمیت مواد نشان می‌دهد که مقدار مواد سمی و خطرناک در پساب روش هیدروترمال بیش‌تر از روش اهمیک بوده است.

اما درکل مقدار این مواد در پساب‌ها چندان قابل توجه نیست. مواد آلی مقاوم در پساب صنایع سلولزی باعث محدودیت در قابلیت حذف بار آلی در تصفیه‌ی بی هوازی می‌شود. مواد سمی موجود در پساب‌ها شامل ترکیبات رزین، فنول کلرینه شده و تانن ها از متابولیسم مواد قابل تجزیه زیستی جلوگیری می‌کند. مشتقات لیگنین نیز حدودی از عمل متان سازی جلوگیری می‌کنند(۱۳). بیش‌ترین میزان BOD، COD مربوط به پساب روش اهمیک ۲ دقیقه و کم‌ترین مقدار مربوط به پساب اهمیک ۴ دقیقه بوده است. بیش‌ترین مقدار مواد جامد حل شده (TDS) در پساب روش اهمیک ۴ دقیقه مشاهده شده است. در مورد مقدار مواد جامد معلق (TSS) بیش‌ترین مقدار مربوط به روش هیدروترمال بوده و کم‌ترین مقدار مربوط به روش اهمیک ۴ دقیقه بوده است. ترکیبات رزین چوب مثل اسیدها، رزین‌ها و ترپن‌های فرار ۱۰٪ از COD را به خود اختصاص می‌دهند (۱۳). وجود ذرات معلق بیش‌تر در پساب روش هیدروترمال می‌تواند به دلیل مقدار بیش‌تر نرمه در ترکیب الیاف و در واقع خرد شدن بیش‌تر الیاف در اثر بازیافت به این روش در مقایسه با روش اهمیک باشد. مقادیر pH و اسیدیته‌ی بیش‌تر پساب اهمیک با نتایج حاصل از GC/MS که بیش‌ترین مقدار اسید را در روش اهمیک ۴ دقیقه و بیش‌ترین مقدار آلکان را در روش هیدروترمال نشان داد، تطابق دارد. گروه‌های استیل که از الیاف به داخل محیط واکنش (آب) آزاد می‌شوند باعث ایجاد اسید استیک می‌شوند. نتایج نشان داد که هیچ یک از پساب‌ها محدوده‌های استاندارد EPA را رعایت نمی‌کنند و در صورت اجرای عملیات بازیافت در صنعت، حتما باید تصفیه‌ی پساب انجام شود. شناخت ترکیبات تشکیل دهنده‌ی موجود در پساب-ها و میزان آلودگی آن‌ها از این نظر حایز اهمیت است که می-تواند در جهت یافتن روش‌های مناسب تصفیه‌ی آن‌ها راهگشا باشد. یکی از مهم‌ترین مسایل زیست محیطی پساب‌های صنعتی هستند که می‌توانند آلودگی‌های غیر قابل جبرانی را بوجود آورند، لذا لازم است که کیفیت این پساب‌ها و میزان آلودگی آن‌ها مشخص شود. در پساب‌های حاصل از بازیافت ضایعات ام دی اف مقدار مواد جامد معلق بالا بود که می‌توان برای کاهش آن از روش فیلتراسیون استفاده کرد(۱۴).

اوزون‌زنی پساب یکی از روش‌های موثر و پیشرفته در تصفیه پساب‌های صنایع سلولزی است که به طور مخصوص در کاهش COD و BOD مفید واقع می‌شود (۱۴،۱۵) و پیشنهاد می-شود که در تحقیقات بعدی از این روش به منظور کاهش آلایندگی پساب‌های حاصل از بازیافت ضایعات ام دی اف استفاده شود.

Reference

1. Kargarfard, A., Hoseinzadeh, A., Nourbakhsh, A., Khajeh, K.H., Hajihasani, R., 2005. Investigation on medium density fiberboard (MDF) properties produced from poplar wood (P.nigra). Pajhouhesh and Sazandegi, No.68, pp. 38-48. (In Persian)
2. Athanassiadou, E., Roffael, E., Manthanis, G., 2005. Medium Density Fibreboards (MDF) from Recycled Fibres, www.Academia.edu, 9pp.
3. Rohdes, G.T.A., Gehrts, E., 1995. MDF - A new member of the family of woodbased panels. Tappi Proceedings. Europan plastic laminates forum, Vol.4 (1), pp. 9-15.
4. Habibi, M.R., Mahdavi, S., Hoseinkhani, H., Sepidehdam, M.J.,

2006. Invesitgation on possibility of MDF production from reed. Iranian Journal of Wood and Paper Science Research, Vol.19, (2), pp. 242-225. (In Persian)

5. Dix, B., Schafer, M., Roffael, E., 2001. Using fibers from waste fiberboards pulped by a thermo-chemical process to produce medium density fiberboard (MDF). Holz als Roh und Werkstoff, Vol 59(4), pp. 276-276.
6. Michanickl, A., Boehme, C., 2003. Method for recovering chips and fibers of bonded wood materials involves passing of steam through a vessel with such materials which have been soaked with a heated impregnation solution, Patent No. DE10144793, WO03026859.
7. Manthanis, G., Athanassiadou, E., Nakos, P., Coutinho, A., 2004. A new recycling process for waste panels, in: Proc. of European COST E31 Conference: "Management of recovered wood". Ed. C. Gallis, Thessaloniki, Greece, pp. 204-210.
8. Lykidis, C.H., Grigoriou, A., 2008. Hydrothermal recycling of waste and performance of recycled wooden particleboard, Waste management Journal, Vol 28, pp. 57-63.
9. Roffael, E., Dix, B., Schneider, T., 2001. Thermomechanical (TMP) and chemothermomechanical pulps (CTMP) for medium density fibreboards (MDF), Holzforschung, Vol 55, pp. 214-218.
10. Nicewics, D., Leszek, D., 2010. Recycling of insulation boards by reuse" Annals of Warsaw University of Life Sciences – SGGW. Forestry and Wood Technology Journal, Vol 72, pp. 57-61.
11. Bartlett, C., New, J., 2012. Recycling MDF: are we there yet?" Panel perspectives, www.wbpionline.com, 5 pp.
12. Kakavandi, B., Joneidi, A., Ghasemi, A., Gholizadeh, A., 2012. Studying Effluent Quality of Wastewater Treatment Plant. Scientific research journal of Health System Research (HSR), Vol. 8 (4), pp.706-713. (In Persian)
13. Chen, S.H., Li, S., Mu, J., Feng, Y., 2015. Influence of urea formaldehyde resin on the pyrolysis characteristics and gas evolution of waste MDF. Wood Research Journal, Vol. 60 (1), pp. 113-124.
14. Vaziri, V., Ariayi-Monfared, M., Rezayati, P., Jaafari-Petroudi, S.R., Introducing different methods for treatment of cellulosic industries effluent, The first conference of natural resources management, March 2014, Gonbade Kavous, Iran. (In Persian)
15. Hamzeh, Y., 2014. Management of water and effluent in pulp and paper industries. Iranian Student Book Agency. (In Persian)
16. H, Holik., 2006. Handbook of paper and board, John Whily & Sons