مجله سلامت و محیط زیست، فصلنامه‌ی علمی پژوهشی
انجمن علمی بهداشت محیط ایران
دوره چهاردهم، شماره چهارم، زمستان ۱۴۰۰، صفحات ۶۹۵ تا ۷۰۸

Available online: https://ijhe.tums.ac.ir
مقاله پژوهشی

بررسی امکان استفاده از پسماند پارچه در ساخت تخته فیبر دانسیته متوسط

پانتهآ عمرانی*

گروه صنایع چوب، دانشکده مهندسی مواد و علوم میان رشته‌ای، دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی، تهران، ایران

اطلاعات مقاله:

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۱۰/۲۵
تاریخ ویرایش: ۱۴۰۰/۱۲/۰۱
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۱۲/۰۳
تاریخ انتشار: ۱۴۰۰/۱۲/۲۱

واژگان کلیدی: پسماند جامد شهری، محیط زیست، تخته فیبر دانسیته متوسط، پسماند پارچه

پست الکترونیکی نویسنده مسئول:
pantea.omrani@gmail.com

چکیده

زمینه و هدف: امروزه در کلان‌شهرها مدیریت اصولی و بهداشتی پسماندها بسیار مهم است. بازیافت یکی از مناسب‌ترین گزینه‌ها در مدیریت پسماند است. در این راستا، پژوهش حاضر با هدف بررسی امکان استفاده از پسماند پارچه در ساخت تخته فیبر دانسیته متوسط (MDF) انجام شده است.

روش بررسی: این مطالعه، از نوع تجربی و در مقیاس آزمایشگاهی انجام شد. ضایعات پارچه به روش تفکیک در مبدأ از یک تولیدکننده لباس در تهران تهیه و به الیاف تبدیل شد. تخته‌های آزمونی با درصد وزنی اختلاط الیاف ضایعات پارچه به الیاف صنعتی به‌ترتیب در سه سطح ۱۰۰:۰، ۹۰:۱۰ و ۸۵:۱۵، چسب اوره‌فرمالدهید به مقدار ۱۰ درصد، با ضخامت ۱۶ mm و دانسیته ۰/۷ g/cm^3 با پرس گرم آزمایشگاهی ساخته شدند. سپس ویژگی‌های مکانیکی تخته‌ها شامل مقاومت خمشی، مدول الاستیسیته، چسبندگی داخلی، سختی و نیز ویژگی‌های فیزیکی شامل جذب آب و واکشیدگی ضخامت بعد از ۲ و ۲۴ h غوطه‌وری در آب اندازه‌گیری شدند. نتایج با آزمون ANOVA تحلیل شد.

یافته‌ها: نتایج تجزیه واریانس نشان داد اثر الیاف ضایعات پارچه بر مقاومت خمشی، مدول الاستیسیته و واکشیدگی ضخامت ۲ و ۲۴ h تخته‌های ساخته شده در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار است. همچنین، نتایج نشان داد بیشترین مقادیر خواص فیزیکی و مکانیکی به‌دست آمده مربوط به تخته‌های ساخته شده با ۱۰ درصد الیاف ضایعات پارچه است.

نتیجه‌گیری: نتایج این تحقیق نشان داد که ساخت MDF با الیاف ضایعات پارچه امکان‌پذیر است. استفاده از پسماندها مانند پارچه در تولید محصول کاربردی جدید می‌تواند یکی از راهکارهای کاهش پسماندها و در نتیجه حفظ بیشتر سلامت انسان‌ها و محیط زیست باشد.

Please cite this article as: Omrani P. Utilisation possibilities of textile waste for the production of medium density fiberboard. Iranian Journal of Health and Environment. 2022;14(4):695-708.

Copyright © 2022 Iranian Association of Environmental Health, and Tehran University of Medical Sciences. Published by Tehran University of Medical Sciences. This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International license (https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/). Noncommercial uses of the work are permitted, provided the original work is properly cited.

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-10-20]

مقدمه

بر اساس آمار بانک جهانی، مقدار کل تولید پسماند شهری در سال ۲۰۱۲ و براساس داده‌های موجود ton/day ۳٫۵۳۲٫۲۵۵٫۰۰۰ بوده که با احتساب جمعیت شهرنشین حدود ۲/۹۸۲ میلیارد نفری جهان، سرانه تولید روزانه پسماند حدود kg/day ۱/۱۹ بوده است. پیش‌بینی می‌شود میزان تولید تا سال ۲۰۲۵ به ton/day ۶٫۰۶۹٫۷۰۵٫۰۰۰ برسد، که با توجه به جمعیت شهرنشین احتمالی ۴/۲۸۷ میلیارد نفری جهان در آن سال، سرانه تولید به حدود kg/day ۱/۴۲ خواهد رسید (۱). Hassanvand و همکاران (۲۰۰۸) و Mokhtarpour (۲۰۲۱)، بر پایه آمارهای سازمان شهرداری‌ها و دهیاری‌های کشور در سال ۲۰۰۸، عنوان نمودند که میزان تولید پسماندهای جامد شهری در مناطق شهری ایران ton/year ۱۰٫۳۷۰٫۷۹۸ و میزان سرانه تولید پسماندهای جامد شهری به‌ازای هر نفر به‌طور متوسط kg/day ۰/۶۴ بوده است. از کل تولید تنها ۶ درصد بازیافت و ۱۰ درصد به کمپوست تبدیل گردیده و حدود ۸۴ درصد آن از طریق دفن دفع گردیده است (۲، ۳). مسئله پسماند یا به‌عبارت دیگر مواد زائد، امروزه به یکی از معضلات محیط زیستی برای بشر تبدیل شده است. نظر به اینکه میزان زیادی از مواد زائد جامد را می‌توان مورد پردازش و بازیافت قرار داد؛ سوزاندن، دفن و رهاسازی این مواد راه و روشی منطقی به‌نظر نمی‌رسد. لذا امروزه در کشورهای توسعه یافته، بازیافت و استفاده مجدد از ضایعات مورد توجه خاص قرار گرفته و به یک صنعت تبدیل شده است که این خود نشان‌دهنده اهمیت بازیافت مواد است (۴). استفاده مجدد از پسماند برای حفظ منابع و کاهش آلودگی‌های محیط زیستی امری ضروری است (۵).

از طرف دیگر امروزه به‌خاطر محدودیت منابع چوبی یا جنگلی به‌خصوص در ایران، استفاده از ضایعات کشاورزی و ضایعاتی مثل کناره‌بری تخته فیبرها، پلاستیک‌ها، کارتن، کاغذ باطله و غیره در ساخت فراورده‌های مرکب چوبی (تخته فیبر، تخته خرده‌چوب یا نئوپان، چوب پلاستیک و غیره) مورد توجه قرار گرفته است که می‌تواند جایگزین مناسبی برای استفاده از مواد چوبی اولیه و کاهش مصرف آن شود؛ این مهم نه تنها به لحاظ اقتصادی و حفظ منابع طبیعی و محیط زیست مناسب‌تر است، بلکه در برخی موارد نیز استفاده از ضایعات می‌تواند سبب بهبود خواص فیزیکی و مکانیکی فراورده‌های مرکب چوبی شود.

تخته فیبر دانسیته متوسط (Medium Density Fiberboard (MDF)) یکی از پرکاربردترین فراورده‌های مرکب چوبی است که در ساخت آنها از الیاف چوب یا مواد لیگنوسلولزی و رزین‌های مصنوعی یا سایر اتصال‌دهنده‌های مناسب [و نیز گاهی مواد افزودنی مانند پارافین و غیره] استفاده می‌شود. این تخته در شرایط پرس گرم فشرده شده و دانسیته آن g/cm^3 ۰/۵-۰/۸ است. این تخته برای استفاده در صنایع مبلمان طراحی شده (۶) و کاربردهای بسیاری در ساخت مبلمان، میز، کمد، کابینت، دیوار جداکننده (پارتیشن) و غیره دارد.

از جمله استفاده از ضایعات در ساخت MDF می‌توان بدین موارد اشاره نمود: Ahmadi و همکاران (۲۰۲۰) در تحقیقی نتیجه گرفتند که الیاف بازیافت شده از ضایعات MDF در ترکیب با کاغذ باطله می‌توانند برای ساخت تخته فیبر مورد استفاده قرار گیرند (۷). Omrani و همکاران (۲۰۱۸) به بررسی اثرات نانو خاک رس بر خواص فیزیکی و مکانیکی MDF ساخته شده با الیاف چوب و پر مرغ (۱۰ درصد) پرداختند. نتایج نشان داد پر مرغ را می‌توان در مبلمان ساخته شده با MDF استفاده کرد تا بخشی از مواد اولیه را تامین کند، البته افزودن زیاد آن می‌تواند اثر کاهشی بر خواص تخته داشته باشد (۸). Kargarfard و همکار (۲۰۱۶) نیز اثر استفاده از ساقه پنبه در تولید MDF را بررسی کردند. نتایج خواص فیزیکی و مکانیکی تخته‌های ساخته شده نشان داد که ساقه پنبه یک ماده لیگنوسلولزی بسیار مناسب برای تولید MDF محسوب می‌شود (۹). همچنین Copur و همکاران (۲۰۰۸) تاثیر پوسته فندق در تولید MDF را بررسی نموده و نتیجه گرفتند که اضافه کردن بیش از ۱۰ درصد پوسته فندق به الیاف چوب، افت ویژگی‌های مکانیکی تخته‌های ساخته شده را در پی خواهد داشت (۱۰).

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-10-20]

اما یکی از مواد ضایعاتی یا پسماند شهری که در جوامع مختلف بسیار زیاد است، ضایعات پارچه است که در حال حاضر پسماند حاصل از تولید آن در اکثر موارد بدون کاربرد خاصی از بین می‌رود. ضایعات پارچه یکی از منابع مهم الیاف بلند است که می‌تواند در ساخت کامپوزیت‌ها مورد استفاده قرار گیرد. طبق گزارش سازمان محیط زیست آمریکا حدودا ۴ تا ۶ درصد کل پسماند شهری را منسوجات تشکیل می‌دهند که به‌صورت پسماند خشک خانگی یا به‌صورت ضایعات در کارخانه‌های ریسندگی، بافندگی و کارگاه‌های تولید البسه دور ریخته می‌شود که در حدود ۹۰ درصد این ضایعات قابل بازیافت است، اما کارخانه‌های تولیدکننده منسوجات، اغلب ضایعات حاصله را می‌سوزانند و یا دفن می‌کنند (۱۱). Panahandeh و همکاران (۲۰۱۷) با توجه به گزارشات اخذ شده از سازمان مدیریت پسماند شهرداری تهران عنوان نمودند روزانه بیش از ۷۵۰۰ ton پسماند شهری در تهران تولید شده که پس از پردازش، نزدیک به ۴۰۰۰ ton آن به‌عنوان پسماند جامد غیرقابل بازیافت یا دورریز (Reject) باقی می‌ماند. به‌عبارتی مقدار کل دورریز پسماندهای خطوط پردازش و پالایش شهر تهران، بین ۴۰۰۰-۳۰۰۰ ton/day متغیر و روند آن نیز افزایشی بوده است (۵) که در بین آنها، پارچه مقدار ۶/۷۷ درصد را به خود اختصاص داده است. این مقدار نشان می‌دهد دورریز پسماند پارچه در شهر تهران، وزن قابل توجهی از مقدار کل دورریز پسماندهای خطوط پردازش آرادکوه را به خود اختصاص می‌دهد. همچنین طبق نتایج آنالیز فیزیکی پسماند شهر تهران (مناطق ۲۲ گانه) در سال ۱۳۹۸، میزان پسماند پارچه به روش تفکیک در مبدا (مسکونی و غیرمسکونی) ۱/۷۲ درصد با رتبه ۱۱ (۱۲) و میزان پسماند مخلوط ورودی به مجتمع آرادکوه ۴/۱ درصد و دارای رتبه ۳ در بین دیگر اجزای پسماند شهر تهران بوده است (۱۳). از طرف دیگر Faraji Mahyari و همکاران (۲۰۱۹) وضعیت آینده تولید پسماند جامد شهری تهران را به روش تحلیل رگرسیونی در چهار سناریوی مبتنی بر رشد جمعیت (افزایش، تثبیت و کاهش موالید) برای کلان شهر تهران در سال‌های ۱۴۰۰ تا ۱۴۳۰ بررسی کردند. هر چهار سناریو، افزایش تولید سالانه و سرانه پسماند را تا سال ۱۴۳۰ نشان دادند. بنابر نتایج، پیش‌بینی شده است تولید روزانه پسماند در تهران از ۷۳۶۰ به حداکثر ۱۲۳۱۷ تن در سال ۱۴۳۰ برسد (۱۴).

بنابراین با توجه به مقادیر پسماند جامد شهر تهران و پیش‌بینی روند افزایشی آن و نیز درصدهای پسماند پارچه و روند افزایشی آن، بسیار ضروری است که برای مدیریت، استفاده مجدد و بازیافت پسماندها تحقیقات و اقدامات بهتر و بیشتری صورت گیرد. به نظر می‌رسد یکی از این راهکارها، تبدیل فیزیکی پسماندهایی مانند پارچه و تولید محصولی جدید به‌صورت خالص (مانند حلاجی پارچه و کاربرد در مبلمان) و یا در ترکیب با دیگر مواد و غیره است. تحقیقات بسیار کمی در این زمینه انجام شده است. در بررسی که بر روی کامپوزیت چوب پلاستیک پلی‌اتیلن بازیافتی، تقویت شده با پارچه الیاف کنف از گونی (پلاس) توسط Lima و همکاران (۲۰۱۱) انجام شد، نتایج نشان داد که کامپوزیت تقویت شده با پارچه نه تنها از نظر محیط زیستی بلکه از لحاظ اقتصادی و بهبود خواص کامپوزیت بسیار مفید بوده است. ضمن اینکه اختلاط پارچه کنف با پلی‌اتیلن بازیافتی به‌طور زیادی مقاومت به ضربه کامپوزیت را افزایش می‌دهد (۱۵). ویژگی‌هایی نظیر اندازه ذرات، طول و مقدار ضریب کشیدگی الیاف (نسبت طول به قطر) بر روی ویژگی‌های مکانیکی کامپوزیت چوب پلاستیک تاثیر به‌سزایی دارد (۱۶). این ویژگی‌های الیاف پارچه می‌تواند در خواص دیگر فراورده‌های مرکب چوبی نیز مؤثر باشد.

با توجه به مطالب فوق و مشکلات ناشی از پسماندهای جامد شهری، بسیار ضروری است برای حفظ سلامتی انسان‌ها، محیط زیست، منابع طبیعی و غیره، علاوه‌بر انجام تحقیقات، برنامه‌ریزی‌ها و اقداماتی برای کاهش تولید پسماندها، تحقیقات و اقداماتی برای یافتن راهکارهای مناسب جهت استفاده مجدد یا بازیافت پسماندها مانند پسماند پارچه صورت گیرد؛ یکی از این راهکارها تغییر فیزیکی پسماندها و تولید محصول کاربردی دیگر از پسماندها است؛ لذا این پژوهش با هدف بررسی امکان استفاده از الیاف ضایعات پارچه

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-10-20]

در تولید MDF که بسیار پرکاربرد در صنعت چوب و مبلمان است، انجام شده است.

مواد و روش‌ها

الیاف چوب مصرفی در این تحقیق، الیاف صنعتی است که از کارخانه صنایع چوب خزر (تولیدکننده تخته فیبر) تهیه شد. الیاف پارچه ترگال (Tergal) نیز به روش تفکیک در مبدأ (از روش‌های مدیریت پسماند تهران) از ضایعات پارچه یک تولیدکننده لباس تهیه و بافت پارچه به‌وسیله یک برس سیمی گرد مجهز به الکتروموتور از هم گسیخته و پس از حلاجی، به رشته‌های باریک تبدیل شد. پارچه ترگال (به فرانسه) در سال ۱۹۵۰ میلادی اختراع و تحت نام تریلن (Terylene) در انگلستان و داکرون (Dacron) در ایالات متحده آمریکا فروخته شد. پارچه ترگال (۷۵ درصد پلی‌استر- ویسکوز و ۲۵ درصد فیلامنت) از انواع پرمصرف پارچه در تولید لباس کار، ملحفه، لباس بیمارستانی، پوشاک و غیره است. پارچه ترگال از نخ تار با جنس پلی‌استر- ویسکوز (۲۵ درصد الیاف ویسکوز و ۷۵ درصد الیاف پلی‌استر) و نخ پود از جنس فیلامنت تشکیل شده که به‌صورت ساده بافت (مربعی) طراحی و بافته می‌شود. با توجه به اینکه وزن پارچه ترگال در حالت استاندارد (۱ m طول در ۱/۵ m عرض) تقریبا معادل ۲۴۰ g است، بنابراین وزن الیاف تشکیل‌دهنده آن حدود ۱۲۶ g الیاف پلی‌استر (۵۲/۵ درصد)، ۴۲ g الیاف ویسکوز (۱۷/۵ درصد) و ۷۲ g الیاف فیلامنت (۳۰ درصد) است. پلی‌استر و فیلامنت از الیاف مصنوعی هستند ولی ویسکوز از الیاف سلولزی بازیافتی (الیاف بازیافته یا نیمه‌مصنوعی) است. تراکم مناسب، ثبات سایشی و استقامت و مقاومت کششی بالا در برابر پارگی از خصوصیات پارچه ترگال است.

چسب اوره‌فرمالدهید مایع نیز به‌عنوان اتصال‌دهنده در ساخت تخته‌ها از شرکت تیران شیمی تهیه شد که دارای مشخصات: دانسیته ۱/۲۸ g/cm^3، مواد جامد ۶۲ درصد، ویسکوزیته ۱۲۵ cP، pH برابر ۷/۵ و زمان ژله‌ای شدن ۵۴ s است. از سخت‌کننده کلرور آمونیوم نیز در حد ۱ درصد وزن خشک چسب استفاده شد.

تخته‌های آزمونی در این تحقیق با ضخامت ۱۶ mm و دانسیته ۰/۷ g/cm^3 از اختلاط الیاف ضایعات پارچه و الیاف صنعتی به ترتیب در سه سطح ۱۰۰:۰، ۹۰:۱۰ و ۸۵:۱۵ درصد (وزنی) و با چسب اوره‌فرمالدهید به مقدار ۱۰ درصد وزن خشک اولیه نمونه‌ها ساخته شدند. مراحل ساخت تخته‌ها بدین شکل بود: توزین مواد با توجه به درصدهای ذکر شده؛ ترکیب مواد در دستگاه مخلوط‌کن و چسب‌زنی؛ تشکیل کیک الیاف و پیش پرس در قالب چوبی و در نهایت قرار دادن کیک الیاف در پرس گرم با شرایط ثابت شامل زمان ۱۰ min، فشار ۳۰ kg/cm^2 و دمای ۱۵۰ °C. سپس تخته‌های ساخته شده به مدت دو هفته برای متعادل‌سازی رطوبت در شرایط آزمایشگاهی (اتاق کلیما) با رطوبت نسبی ۵ ± ۶۵ درصد و دمای ۲۰±۱ °C قرار گرفتند. بعد از مراحل ذکر شده، تخته‌ها کناره‌بری شده و نمونه‌های آزمونی طبق استاندارد DIN EN 326-1 بریده شد (۱۷). ویژگی‌های مکانیکی شامل مقاومت خمشی و مدول الاستیسیته، چسبندگی داخلی و سختی به ترتیب براساس استانداردهای DIN EN 310، DIN EN 319 و ASTM D 1037 (۱۸-۲۰)، و ویژگی‌های فیزیکی نیز شامل جذب آب و واکشیدگی ضخامت بعد از ۲ و ۲۴ h غوطه‌وری در آب براساس استاندارد DIN EN 317 تعیین گردید (۲۱). برای انجام آزمون‌های مکانیکی از دستگاه Tensile Tester استفاده شد. با توجه به داده‌های به‌دست آمده از آزمون‌ها، ویژگی‌های مکانیکی و فیزیکی نیز با استفاده از معادلات ۱ تا ۸ محاسبه شد:

مقاومت خمشی و مدول الاستیسیته:

$$MOR = 3P.L / 2b.h^2 \quad (۱)$$

$$MOE = P_L.L^3 / 4b.h^3.Y \quad (۲)$$

در معادله ۱، MOR: مدول گسیختگی یا مقاومت خمشی (MPa)؛ h: ضخامت نمونه؛ b: عرض نمونه؛ و P: بیشینه بار گسیختگی و در معادله ۲، MOE: مدول الاستیسیته (MPa)؛ L: طول دهانه؛ P_L: بار در حد تناسب و Y: تغییر مکان در حد

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-10-20]

تناسب است.

چسبندگی داخلی:

$$IB = P/A \quad (۳)$$

IB: چسبندگی داخلی (MPa)؛ P: بار گسیختگی و A: سطح نمونه.

سختی:

$$H = F_{max}/2\pi rh \quad (۴)$$

H: سختی (MPa)؛ F_{max}: نیروی حداکثر؛ π: عدد ثابت (۳/۱۴)؛ r: شعاع و h: عمق نفوذ ساچمه.

جذب آب بعد از ۲ و ۲۴ h غوطه‌وری در آب:

$$WA_2 = (W_2-W_0) \times 100 / W_0 \quad (۵)$$

$$WA_{24}= (W_{24}-W_0) \times 100 / W_0 \quad (۶)$$

WA_2: جذب آب پس از ۲ h غوطه‌وری در آب (درصد)؛ WA_{24}: جذب آب پس از ۲۴ h غوطه‌وری در آب (درصد)؛ W_0: وزن نمونه پیش از غوطه‌وری در آب؛ W_2: وزن نمونه پس از ۲ h غوطه‌وری در آب و W_{24}: وزن نمونه پس از ۲۴ h غوطه‌وری در آب.

واکشیدگی ضخامت بعد از ۲ و ۲۴ h غوطه‌وری در آب:

$$TS_2 = (T_2-T_0) \times 100 / T_0 \quad (۷)$$

$$TS_{24}= (T_{24}-T_0) \times 100 / T_0 \quad (۸)$$

TS_2: واکشیدگی ضخامت پس از ۲ h غوطه‌وری در آب (درصد)؛ TS_{24}: واکشیدگی ضخامت پس از ۲۴ h غوطه‌وری در آب (درصد)؛ T_0: ضخامت نمونه پیش از غوطه‌وری در آب (mm)؛ T_2: ضخامت نمونه پس از ۲ h غوطه‌وری در آب (mm) و T_{24}: ضخامت نمونه پس از ۲۴ h غوطه‌وری در آب (mm).

در کل با توجه به متغیر درصد الیاف ضایعات پارچه، سطوح آن و ۳ تکرار، ۹ تخته آزمونی ساخته شد. پس از انجام آزمون‌ها و محاسبات انجام شده، نتایج حاصله در نرم‌افزار SAS 9.1.3، با آزمون تجزیه و تحلیل واریانس یک‌طرفه (One-Way ANOVA) مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. مقایسه میانگین‌ها براساس روش دانکن (Duncan) و معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد بررسی شد.

یافته‌ها

جدول ۱ میانگین نتایج به‌دست آمده از آزمون‌های خواص مکانیکی و فیزیکی تخته فیبرهای ساخته شده از الیاف ضایعات پارچه را نشان می‌دهد. جدول ۲ نتایج تجزیه واریانس اثر الیاف ضایعات پارچه بر ویژگی‌های مکانیکی و فیزیکی تخته‌های ساخته شده را نشان می‌دهد. همان‌طور که مشاهده می‌گردد، اثر الیاف ضایعات پارچه بر مقاومت خمشی، مدول الاستیسیته و واکشیدگی ضخامت ۲ و ۲۴ h تخته‌های ساخته شده معنی‌دار است، ولی اثر الیاف ضایعات پارچه بر خواص دیگر معنی‌دار نیست.

نمودار ۱ نشان می‌دهد با افزودن ۱۰ و ۱۵ درصد الیاف ضایعات پارچه به تخته فیبرهای ساخته شده، مقاومت خمشی افزایش یافته که به ترتیب حدود ۲/۵ و ۱/۲ برابر تخته فیبرهای بدون الیاف ضایعات پارچه است. تخته‌های ساخته شده با ۱۰ درصد الیاف ضایعات پارچه با ۱۱/۶۶ MPa بیشترین مقدار مقاومت خمشی و تخته‌های ساخته شده بدون الیاف ضایعات پارچه (صفر درصد یا شاهد) با ۴/۸۱ MPa کمترین مقدار مقاومت کششی را دارند. گروه‌بندی دانکن نیز روی نمودار مشخص شده است.

نمودار ۲، اثر استفاده از الیاف ضایعات پارچه بر مدول الاستیسیته تخته‌های ساخته شده را نشان می‌دهد که با افزودن الیاف ضایعات پارچه، مدول الاستیسیته افزایش یافته است. بیشترین مدول الاستیسیته مربوط به تخته‌های ساخته شده با ۱۰ درصد الیاف ضایعات پارچه است که حدود ۲/۵ برابر بیشتر از نمونه‌های بدون الیاف ضایعات پارچه هستند.

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-10-20]

جدول ۱- میانگین نتایج ویژگی‌های مکانیکی و فیزیکی تخته‌های ساخته شده

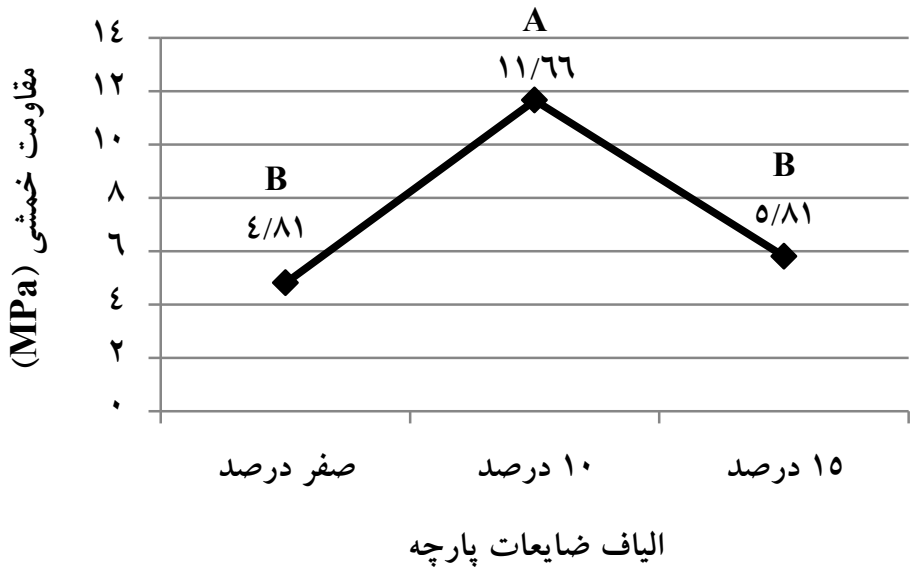
ویژگی‌های تخته‌های ساخته شده		نمونه شاهد یا بدون الیاف ضایعات پارچه	نمونه حاوی ۱۰ درصد الیاف ضایعات پارچه	نمونه حاوی ۱۵ درصد الیاف ضایعات پارچه
مکانیکی	مقاومت خمشی (MPa)	٤/٨١	١١/٦٦	٥/٨١
	مدول الاستیسیته (MPa)	٤٨٦/٥	١٢١٧/٣	٧٠٨/١
	چسبندگی داخلی (MPa)	٠/١٨	٠/٢	٠/١٤
	سختی (MPa)	١٠/٦١	١٨/٦٤	١٥/١٨
فیزیکی	واکشیدگی ضخامت ٢ h (درصد)	٢٧/٩٨	١٧/٩٣	٢٥/٣٣
	واکشیدگی ضخامت ٢٤ h (درصد)	٢٩/٩٥	٢٣/٣٦	٣٠/٦٩
	جذب آب ٢ h (درصد)	١٣٢/٨٥	٧١/٥٧	١١٦/٢٨
	جذب آب ٢٤ h (درصد)	١٤٣/٧٧	٨٢/٤	١١٩/٥

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس ویژگی‌های مکانیکی و فیزیکی تخته‌های ساخته شده

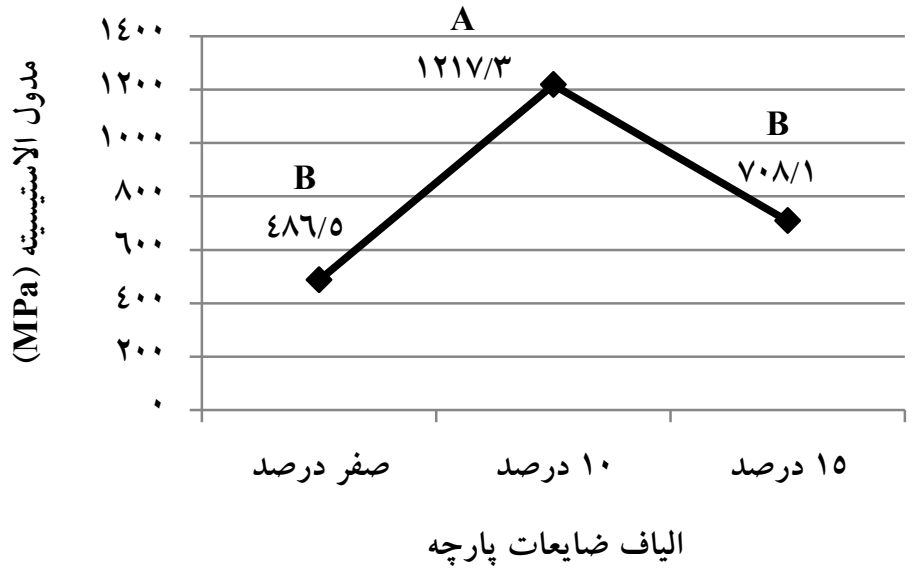
منبع تغییرات	ویژگی‌های تخته‌های آزمونی	f	p
الیاف ضایعات پارچه	مقاومت خمشی	٧/٩٦	*٠/٠٢٠٥
	مدول الاستیسیته	١٣/٨	*٠/٠٠٥٧
	چسبندگی داخلی	٠/٥٢	٠/٦١٨٥
	سختی	٤/٩٥	٠/٠٥٣٨
	جذب آب (٢ h)	٣/٩٢	٠/٠٨١٥
	جذب آب (٢٤ h)	٤/٥٩	٠/٠٦١٨
	واکشیدگی ضخامت (٢ h)	٨/٦٧	*٠/٠١٧٠
	واکشیدگی ضخامت (٢٤ h)	٥/٤٨	*٠/٠٤٤٢

*: معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-10-20]



نمودار ۱- اثر استفاده از الیاف ضایعات پارچه بر مقاومت خمشی تخته فیبرهای ساخته شده



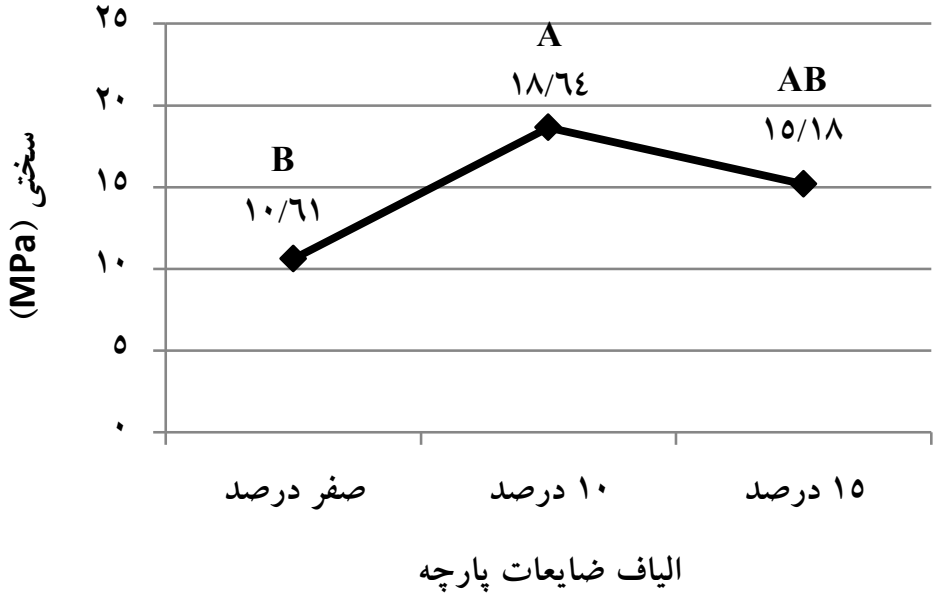
نمودار ۲- اثر استفاده از الیاف ضایعات پارچه بر مدول الاستیسیته تخته فیبرهای ساخته شده

نمودار ۳، اثر استفاده از الیاف ضایعات پارچه بر چسبندگی داخلی تخته‌های ساخته شده را نشان می‌دهد که با افزایش مقدار الیاف ضایعات پارچه تا ۱۰ درصد، چسبندگی داخلی افزایش یافته ولی در ۱۵ درصد نسبت به نمونه شاهد کاهش یافته است. البته طبق جدول ۲ این اختلاف معنی‌دار نیست.

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-10-20]

نمودار ۳- اثر استفاده از الیاف ضایعات پارچه بر چسبندگی داخلی تخته فیبرهای ساخته شده

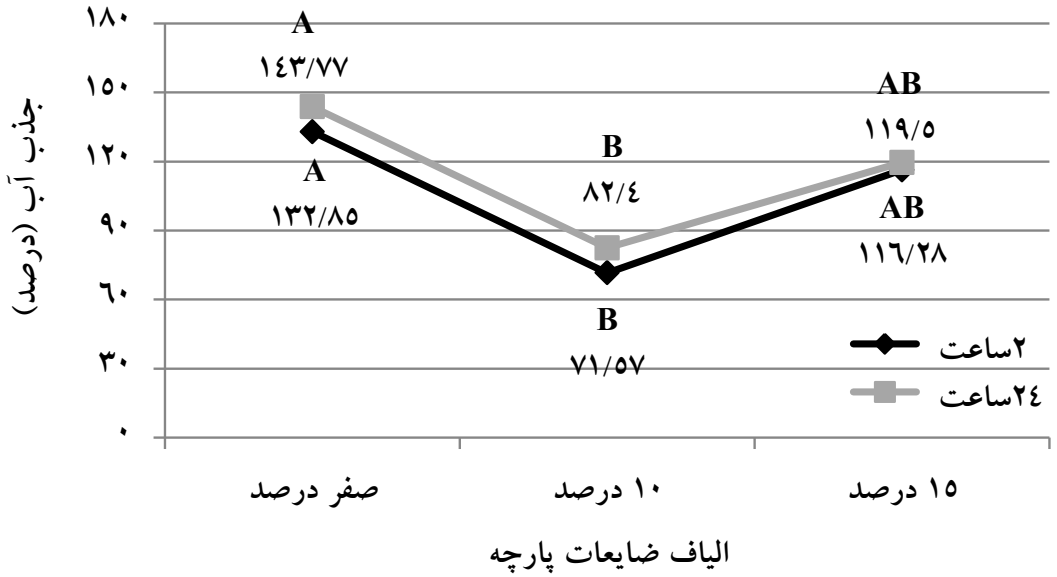
نمودار ۴ نیز اثر استفاده از الیاف ضایعات پارچه بر سختی تخته‌های ساخته شده را نشان می‌دهد که با افزودن ۱۰ و ۱۵ درصد الیاف ضایعات پارچه، سختی تخته‌ها به ترتیب حدود ۱/۷۶ و ۱/۴۳ برابر نسبت به نمونه شاهد افزایش یافته است.

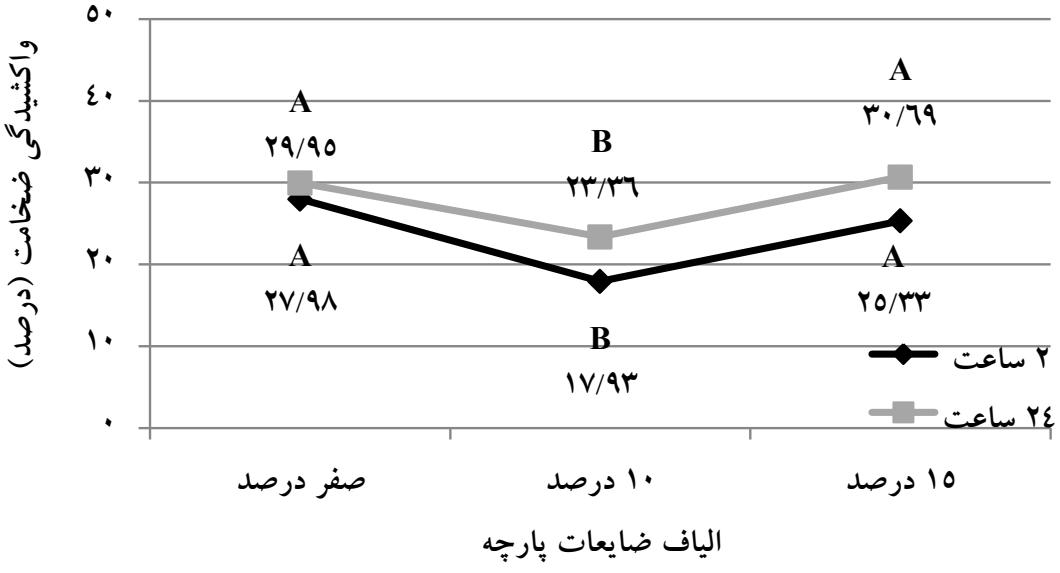


نمودار ۴- اثر استفاده از الیاف ضایعات پارچه بر سختی تخته فیبرهای ساخته شده

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-10-20]

نتایج اثر استفاده از الیاف ضایعات پارچه بر جذب آب و واکشیدگی ضخامت تخته‌های ساخته شده در نمودارهای ۵ و ۶ نشان می‌دهد که با افزودن الیاف ضایعات پارچه به تخته‌های ساخته شده، مقدار جذب آب و واکشیدگی ضخامت ۲ و ۲۴ h غوطه‌وری در آب کاهش یافته است، البته بجز واکشیدگی ضخامت ۲۴ h تخته‌های ساخته شده با ۱۵ درصد الیاف ضایعات پارچه. بیشترین تاثیر نیز در نمونه‌های ساخته شده با ۱۰ درصد الیاف ضایعات پارچه مشاهده شد. همچنین، جذب آب و واکشیدگی ضخامت ۲۴ h، بیشتر از جذب آب و واکشیدگی ضخامت ۲ h است.





نمودار ۶- اثر استفاده از الیاف ضایعات پارچه بر واکشیدگی ضخامت تخته فیبرهای ساخته شده

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-10-20]

بحث

نتایج نشان داد نمونه‌های حاوی ۱۰ و ۱۵ درصد الیاف ضایعات پارچه، مقاومت خمشی، مدول الاستیسیته و سختی بیشتری نسبت به نمونه شاهد دارند که بیشترین آنها مربوط به نمونه ساخته شده با ۱۰ درصد الیاف ضایعات پارچه است. این نتایج نشان می‌دهند که جنس، مقدار و طول الیاف پارچه که بلندتر از الیاف چوب است، می‌تواند سبب بهبود خواص مکانیکی تخته فیبرهای ساخته شده شود. چنانچه Stark و همکار (۲۰۰۳) نیز به نتایج مشابهی دست یافته و بیان داشته‌اند با افزایش طول الیاف، اکثر مقاومت‌های مکانیکی به‌طور معنی‌داری افزایش می‌یابند (۲۲). تاثیر کمتر ۱۵ درصد الیاف ضایعات پارچه مصرفی نسبت به ۱۰ درصد بر خواص، می‌تواند به‌دلیل درهم‌رفتگی یا گلوله شدن الیاف ضایعات پارچه و عدم یکنواختی پراکش الیاف ضایعات پارچه در تخته‌ها و همچنین کاهش اتصالات مناسب بین الیاف چوب و پارچه و یا بین هر کدام باشد. Copur و همکاران (۲۰۰۸) نیز در تحقیق خود مشاهده کرده‌اند که اضافه کردن بیش از ۱۰ درصد پوسته فندق به الیاف چوب، در تولید MDF، سبب افت ویژگی‌های مکانیکی تخته‌ها شده است (۱۰). این مسئله معمولا در ساخت MDF با استفاده از ضایعات مختلف (کشاورزی، چوبی و غیرچوبی و دیگر پسماندها) در مخلوط با الیاف چوب اتفاق می‌افتد و می‌توانند تا درصد مشخصی ویژگی‌های فیزیکی و مکانیکی را افزایش داده و بیشتر از آن مقدار، سبب کاهش ویژگی‌ها شوند.

کاهش جذب آب و واکشیدگی ضخامت تخته‌های ساخته شده می‌تواند به دلیل جذب آب کمتر الیاف مصنوعی پارچه ترگال (پلی‌استر و فیلامنت) نسبت به الیاف چوب که آب‌دوست هستند، باشد. Liu و همکاران (۲۰۰۹) نیز در استفاده از نایلون ۶ (نوعی الیاف مصنوعی) در کامپوزیت یا چندسازه الیاف درخت موز- پلی‌اتیلن سنگین (HDPE) به این نتیجه رسیدند که نایلون ۶ در چندسازه ساخته شده موجب کاهش جذب آب و واکشیدگی ضخامت می‌شود (۲۳). تخته‌های حاوی ۱۵ درصد الیاف ضایعات پارچه نسبت به ۱۰ درصد، جذب آب و واکشیدگی ضخامت بیشتری داشته‌اند؛ با توجه به خواص مکانیکی کمتر آنها نسبت به تخته‌های ساخته شده با ۱۰ درصد الیاف ضایعات پارچه به‌خصوص در چسبندگی داخلی، می‌توان گفت به‌دلیل فشردگی و چسبندگی کمتر و اتصالات نامناسب‌تر (مخصوصا در لایه میانی تخته)، در زمان غوطه‌وری در آب، اتصال‌ها ضعیف‌تر و سبب ایجاد فضاهای خالی بیشتر شده است که در پی آن نفوذ آب به تخته‌ها بیشتر شده و در نهایت سبب افزایش جذب آب و واکشیدگی ضخامت تخته‌ها شده باشد. Omrani و همکاران (۲۰۱۸) نیز در ساخت MDF با الیاف چوب و پر مرغ، ذکر کرده‌اند که افزودن زیاد پر مرغ می‌تواند تا حدودی اثر کاهشی بر خواص داشته باشد (۸).

البته برای پوشش این کاستی‌ها و استفاده بیشتر از الیاف پارچه، شاید بتوان با افزایش مقدار چسب مصرفی و یا استفاده از نوع دیگری از چسب‌ها که دارای ویژگی‌های بهتر و قوی‌تر و نیز بیشتر مقاوم به آب باشند مانند فنل فرمالدهید و غیره، نتایج بهتری به‌دست آورد؛ این امر مستلزم تحقیقات دیگری است که می‌تواند در آینده توسط محققین و پژوهشگران انجام شود.

نتیجه‌گیری

در این پژوهش تاثیر استفاده از الیاف ضایعات پارچه در تخته فیبر دانسیته متوسط مورد بررسی قرار گرفت که طبق نتایج به‌دست آمده، افزودن الیاف ضایعات پارچه سبب بهبود خواص فیزیکی و مکانیکی تخته فیبرهای ساخته شده می‌شود که بهترین نتایج در نمونه‌های حاوی ۱۰ درصد الیاف ضایعات پارچه به‌دست آمد. تولید MDF با ضایعات پارچه امکان‌پذیر بوده و می‌تواند از یک طرف به دلیل مدیریت و استفاده مجدد یا بازیافت پسماند، سبب کاهش

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-10-20]

آلودگی‌ها، حفظ سلامتی انسان‌ها و محیط زیست شده و از طرف دیگر با کاهش نیاز به منابع چوبی یا جنگلی که در کشور ایران بسیار محدود است، سبب حفظ منابع طبیعی و جنگلی، کاهش مشکلات تامین مواد اولیه صنعت چوب و مبلمان و نیز فراورده‌های مرکب چوبی شده و از لحاظ اقتصادی نیز مقرون به‌صرفه باشد. تحقیق و ارائه راهکارهای مناسب برای کاهش و مدیریت پسماندها ضروری است، زیرا کاهش حجم ورودی پسماندهای جامد شهری به محیط زیست، مانند پارچه که حجم قابل توجهی را نیز به خود اختصاص می‌دهد، کمک بسیار زیادی به پاکیزگی محیط زیست و متعاقبا سلامتی انسان‌ها نموده و در بازه زمانی بلند مدت، اثرات مثبت خود را بیشتر نشان خواهد داد. پسماندهای بسیار مختلفی مانند پسماند پارچه وجود دارند که می‌توانند مورد بررسی قرار گیرند و به‌منظور حفظ محیط زیست و مدیریت پسماند، به چرخه تولید و صنعت بازگشته و در تولید محصول جدید و کاربردی استفاده شوند؛ همچنین تحقیق و توسعه در این مقوله می‌تواند مزایای دیگری مانند ایجاد اشتغال و صرفه اقتصادی داشته باشد که برای کشورهای در حال توسعه مانند ایران، راهگشای مسائل و مشکلات بسیاری خواهد بود؛ بنابراین توجه به مدیریت پسماند یا توسعه صنعت بازیافت در ایران به لحاظ مشکلات موجود مختلف (محیط زیستی و غیره)، نیاز به توجه بیشتر محققان، کارشناسان، صنعتگران و دیگر عوامل مربوطه دارد، به‌عبارتی دیگر نیاز به تحقیقات بین رشته‌ای در این زمینه بسیار ضروری است.

ملاحظات اخلاقی

نویسندگان کلیه نکات اخلاقی شامل عدم سرقت ادبی، انتشار دوگانه، تحریف داده‌ها و داده‌سازی را در این مقاله رعایت کرده‌اند.

References

1. Hoornweg D, Bhada-Tata P. What a waste: a global review of solid waste management. World Bank, Washington DC: Urban Development Series; 2012.
2. Hassanvand M, Nabizadeh R, Heidari M. Municipal solid waste analysis in Iran. Iranian Journal of Health and Environment. 2008;1(1):9-18 (in Persian).
3. Mokhtarpour RA. Green Book-1400 (Practice Guide of the Municipalities), volume 7: Urban Waste Management. Tehran: Center for Urban and Rural Studies and Planning; 2021 (in Persian).
4. Omrani GH, Monavari SM, Jozi A, Zamani N. Glass recycling management in Tehran city. Journal of Environmental Sciences and Technology. 2009;11(4):41-50 (in Persian).
5. Panahandeh A, Asadollahfardi GR, Mirmohammadi M. Technical and economic study of using Tehran rejected solid waste as a fuel in cement kilns. Journal of Environmental Science and Technology. 2017;19(4):495-506 (in Persian).
6. Doosthoseini K. Wood Composite Materials, Manufacturing, Applications. Tehran: Tehran University Press; 2008 (in Persian).
7. Ahmadi M, Moezzipour B, Moezzipour A, Rostampour Haftkhani A, Sharari M. Utilization of recycled fibers from MDF wastes and waste paper for manufacturing fiberboard and the effect of poly vinyl acetate on its practical properties. Iranian Journal of Wood and Paper Industries. 2020;11(2):173-83 (in Persian).
8. Omrani P, Taghiyari HR, Zolghadr M. Effects of

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-10-20]

nano-clay on physical and mechanical properties of medium-density fiberboards made from wood and chicken-feather fibers and two types of resins. Drvna Industrija: Znanstveni Časopis Za Pitanja Drvne Tehnologije. 2018;69(4):329-37.

9. Kargarfard A, Nourbakhsh A. The investigation of press temperature and time on properties of medium density fiberboard produced from cotton stalks fibers. Iranian Journal of Wood and Paper Science Research. 2016;31(2):194-203 (in Persian).

10. Çöpür Y, Güler C, Taşçıoğlu C, Tozluoğlu A. Incorporation of hazelnut shell and husk in MDF production. Bioresource Technology. 2008;99(15):7402-406.

11. Divita L, Dillard BG. Recycling textile waste: An issue of interest to sewn products manufacturers. Journal of the Textile Institute. 1999;90(1):14-26.

12. Moradikia S, Omidvar B, Abdoli MA, Salehi E. Investigating the relationship between independent economic variables and dependent variables of municipal waste generation (case study: Tehran). Journal of Environmental Studies. 2021;47(3):259-77 (in Persian).

13. Tehran Urban Research & Planning Center. Tehran waste sampling report, Tehran waste comprehensive plan. Tehran: Waste Management Organization of Tehran Municipality; 2021 (in Persain).

14. Faraji Mahyari K, Rafiee S, Keyhani A, Faraji Mahyari Z. The future status of solid waste generation in Tehran metropolis with regression analysis method based on population. Iranian Journal of Health and Environment. 2019;12(3):489-500 (in Persian).

15. Lima AC, Monteiro SN, Satyanarayana KG. Recycled polyethylene composites reinforced with jute fabric from Sackcloth: part II-impact strength evaluation. Journal of Polymers and the Environment. 2011;19(4):957-65.

16. Migneault S, Koubaa A, Erchiqui F, Chaala A, Englund K, Krause C, et al. Effect of fiber length on processing and properties of extruded wood-fiber/HDPE composites. Journal of Applied Polymer Science. 2008;110(2):1085-92.

17. European Committee for Standardization. DIN EN 326-1: Wood-based panels - sampling, cutting and inspection - Part 1: Sampling and cutting of test pieces and expression of test results. Brussels: European Committee for Standardization (CEN); 1993.

18. European Committee for Standardization. DIN EN 310: Wood-based Panels - Determination of modulus of elasticity in bending and of bending strength. Brussels: European Committee for Standardization (CEN); 1993.

19. European Committee for Standardization. DIN EN 319: Particleboards and fibreboards - determination of tensile strength perpendicular to the plane of the board. Brussels: European Committee for Standardization (CEN); 1993.

20. ASTM International. ASTM D 1037: Standard test methods for evaluating properties of wood-base fiber and particle panel materials. United States: ASTM International; 1993.

21. European Committee for Standardization. DIN EN 317: Particleboards and fibreboards -determination of swelling in thickness after immersion in water. Brussels: European Committee for Standardization (CEN); 1993.

22. Stark NM, Rowlands RE. Effects of wood fiber characteristics on mechanical properties of wood/polypropylene composites. Wood and Fiber Science. 2003;35(2):167-74.

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-10-20]

23. Liu H, Wu Q, Zhang Q. Preparation and properties of banana fiber-reinforced composites based on high density polyethylene (HDPE)/ Nylon-6 blends. Bioresource Technology. 2009;100(23):6088-97.

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-10-20]

Available online: https://ijhe.tums.ac.ir

Orginal Article

Utilisation possibilities of textile waste for the production of medium density fiberboard

Pantea Omrani*

Wood Science and Technology Department, Faculty of Materials Engineering & Interdisciplinary Sciences, Shahid Rajaee Teacher Training University, Tehran, Iran

ARTICLE INFORMATION:

Received: 15 January 2021
Revised: 20 February 2022
Accepted: 22 February 2022
Published: 12 March 2022

Keywords: Municipal solid waste, Environment, Medium density fiberboard, Textile waste

***Corresponding Author:**
pantea.omrani@gmail.com

ABSTRACT

Background and Objective: Nowadays, in metropolitan areas, principled and hygienic waste management is very important. Recycling is one of the most appropriate options in waste management. Hereof, the present study was aimed to investigate the possibility of using textile waste fibers in the manufacture of Medium Density Fiberboard (MDF).

Materials and Methods: This experimental study was performed on lab-scale. Fabric waste was prepared by separation method at source from a clothing manufacturer in Tehran and converted into fibers. Test boards were made with weight percentage of mixing textile waste fibers to industrial fibers at three levels of 0:100, 10:90 and 15:85, respectively, 10% urea-formaldehyde adhesive, with 16 mm thickness and 0.7 g/cm^3 density by hot press. Then, properties of the boards were measured including bending strength, modulus of elasticity, internal bond, hardness, water absorption and thickness swelling. The results were analyzed with ANOVA test.

Results: The results of ANOVA showed that the effect of textile waste fibers on the bending strength, modulus of elasticity and swelling thickness of 2 and 24 hours of boards made at 5% probability level was significant. Additionally, the highest values of physical and mechanical properties are related to made boards with 10% of textile waste fibers.

Conclusion: The results showed that it is possible to make MDF with textile waste fibers. The use of wastes such as fabrics in the production of new functional products can be considered as one of the strategies to reduce waste and thus to maintain human health and the environment.

Please cite this article as: Omrani P. Utilisation possibilities of textile waste for the production of medium density fiberboard. Iranian Journal of Health and Environment. 2022;14(4):695-708.

Copyright © 2022 Iranian Association of Environmental Health, and Tehran University of Medical Sciences. Published by Tehran University of Medical Sciences. This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International license (https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/). Noncommercial uses of the work are permitted, provided the original work is properly cited.

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2024-10-20]