



گروه آموزشی مهندسی چوب

نشریه پژوهش‌های علوم و فناوری چوب و جنگل

جلد بیست و چهارم، شماره دوم، ۱۳۹۶

<http://jwfst.gau.ac.ir>

## بررسی استفاده از کارتن کهنه در ساخت تخته خرده چوب سه لایه

وحید وزیری<sup>۱</sup> و مجید سالاری<sup>۲</sup>

<sup>۱</sup> استادیار گروه صنایع چوب و کاغذ، دانشگاه گنبد کاووس،

<sup>۲</sup> دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد فرآورده‌های چندسازه چوبی، دانشگاه گنبد کاووس

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۰۲/۱۹، تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۰۲/۰۳

### چکیده

سابقه و هدف: تقاضا برای تولید فرآورده‌های چندسازه چوب از قبیل تخته لایه، تخته تراشه جهت‌دار، تخته خرده چوب و تخته فیبر با دانسیته متوسط در طی سال‌های اخیر در سرتاسر جهان رو به افزایش است. ۵۷ درصد از کل چوب مصرفی در جهان به صنایع اوراق فشرده چوبی اختصاص دارد. رشد تولید این فرآورده سالانه ۲ تا ۵ درصد پیش‌بینی می‌شود. به رغم افزایش تقاضا برای چوب، به دلایلی مانند مسائل زیست‌محیطی و عرضه چوب‌های صنعتی دارای محدودیت‌هایی بوده و در حال کاهش می‌باشد. تحقیقات زیادی به‌منظور شناسایی منابع جایگزین چوب برای تولید فرآورده‌های چندسازه چوب در حال انجام می‌باشد. کارتن کهنه به‌عنوان یکی از این منابع جایگزین برای استفاده در صنعت تخته خرده‌چوب مورد امکان‌سنجی قرار گرفته است. از دلایل این انتخاب می‌توان به دسترس بودن؛ قیمت مناسب و در نهایت عدم وجود ناخالصی در ترکیب سلولزی کارتن کهنه اشاره نمود. در این تحقیق استفاده از کارتن کهنه در لایه‌های سطحی و میانی بر روی خواص فیزیکی و مکانیکی تخته خرده‌چوب سه لایه مورد بررسی قرار گرفته است.

مواد و روش‌ها: در این تحقیق از کارتن کهنه ۳ یا ۵ لایه مورد استفاده برای بسته‌بندی مواد با وزن کم استفاده شده است. ذرات آماده شده کارتن کهنه برای ۱۰ تیمار شامل ۵ سطح اختلاط ۰، ۱۵، ۳۰، ۴۵، ۶۰ درصد با چوب برای دو لایه سطحی و میانی تخته خرده چوب مورد استفاده قرار گرفت. خرده‌چوب صنعتی از شرکت صنعت چوب شمال تهیه شد. از چسب اوره فرم آلدئید به میزان ۱۰ درصد وزن خشک ماده اولیه و کلرید آمونیوم به‌عنوان هاردنر به میزان ۲ درصد وزن خشک چسب استفاده شد. پس از فرآیند مخلوط کردن خرده‌چوب/ کارتن کهنه با چسب و هاردنر، یک خرده چوب در دمای ۱۷۰ درجه سانتی‌گراد به مدت زمان ۵ دقیقه تحت پرس گرم قرار گرفت. پس از ساخت تخته خرده چوب، خصوصیات فیزیکی و مکانیکی تخته‌ها با استفاده از آنالیز واریانس در سطح اعتماد ۹۵ درصد مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت.

یافته‌ها: نتایج نشان داد، استفاده تا ۳۰ درصد کارتن کهنه در لایه سطحی تخته خرده چوب منجر به بیشترین مقاومت خمشی و مدول الاستیسیته شده و در لایه میانی سطح ۱۵ درصد بیشترین مقاومت‌های فوق را به خود اختصاص داده

\*مسئول مکاتبه: [vahidvaziri@gmail.com](mailto:vahidvaziri@gmail.com)

است؛ همچنین چسبندگی داخلی با افزایش میزان کارتن کهنه کاهش یافت. میزان جذب آب و واکنشیدگی ضخامت با افزایش کارتن کهنه روند افزایشی نشان داد.

نتیجه‌گیری: نتایج نشان داد، قابلیت به‌کارگیری کارتن کهنه در لایه‌های سطحی تا ۳۰ درصد و در لایه میانی تا ۱۵ درصد برای تخته‌های با اهداف عمومی (نجاری) به‌منظور استفاده در شرایط خشک وجود دارد.

واژه‌های کلیدی: تخته خرده چوب، کارتن کهنه، فرآورده‌های چندسازه چوب، خصوصیات فیزیکی و مکانیکی

### مقدمه

طی سال‌های اخیر بازیافت کاغذ باطله به دلیل کاهش منابع جنگلی و افزایش آگاهی عمومی به لحاظ مسائل زیست‌محیطی به‌عنوان یک موضوع مهم مدنظر قرار گرفته است (۲). کاغذ باطله عمدتاً در تولید کاغذ و محصولات کاغذی مورد استفاده قرار می‌گیرد (۶). استفاده از کاغذ باطله به دلایلی نظیر هزینه فرآیندهای جوهرزدایی و اثرات زیست محیطی دارای محدودیت‌هایی می‌باشند. از طرفی بازیافت کاغذ باطله منجر به کاهش الیاف و افت کیفیت کاغذ تولیدی شده؛ همچنین همواره بخشی از کاغذ باطله به دلایل اقتصادی و فنی قابل بازیافت ندارند (۷). استفاده از کاغذ باطله در تولید فرآورده‌های چندسازه چوب بخش قابل توجهی از محدودیت‌های ذکر شده را کاهش خواهد داد. استفاده از کاغذهای باطله در صنعت تخته خرده‌چوب به دلیل هزینه فرآوری کم و در دسترس بودن مقرون به صرفه خواهد بود (۳). کاغذ باطله در نسبت‌های مختلف با چوب می‌تواند برای تولید تخته خرده‌چوب جهت کاربردهای ویژه استفاده شود. از میان انواع مختلف کاغذ باطله، کارتن کهنه<sup>۱</sup> دارای مطلوبیت بیشتری می‌باشد. لیگنین کمتر در الیاف اولیه شیمیایی جهت تولید کارتن راندمان الیاف را کاهش داده؛ اما منجر به بهبود خواص مکانیکی تخته خرده چوب خواهد شد (۵)؛ همچنین الیاف کارتن کهنه نسبت به الیاف اولیه چوب به

واسطه فرآوری آسان‌تر و سطح تماس بیشتر الیاف، جهت اتصال با چسب‌های گرما نرم و گرما سخت مناسب‌تر به‌نظر می‌رسد. الیاف با داشتن ضریب کشیدگی بالا در مقابل نیروهای خمشی مقاومت کرده و مانند قید در ترکیب چسب و اتصالات آن عمل می‌کنند (۱).

لیکیدیس و همکاران (۲۰۱۲) با بررسی فرآورده‌های چندسازه ساخته شده از کارتن کهنه و رزین‌های پلی متیل دی ایزوسیانات<sup>۲</sup> و اوره فرم آلدهید، اظهار داشتند؛ افزودن کاغذ باطله در لایه میانی منجر به کاهش گرادیان دانسیته تخته شده و جایگزین کردن رزین اوره فرم آلدهید با پلی متیل دی ایزوسیانات در مقادیر ۴-۲ درصد به‌طور معنی‌داری خصوصیات تخته‌های دارای ۳۰ و ۵۰ درصد کاغذ باطله را بهبود بخشیده است. نتایج نشان دادند، تخته‌های سه لایه دارای رزین اوره فرم آلدهید با کاغذ باطله ۳۰ درصد و تخته‌های دارای رزین پلی متیل دی ایزوسیانات با کاغذ باطله ۳۰ و ۵۰ درصد در لایه مغزی نیازمندی‌های استاندارد EN312 را برای تخته‌های نوع تیپ ۱، ۲ و ۴ را برای کاربرد داخلی تأمین نمود (۸).

در تحقیقی از پودر کارتن کهنه به‌عنوان ماده پرکننده در تولید تخته فیبر با دانسیته متوسط از باگاس و ضایعات MDF استفاده نمودند. نتایج نشان داد که پودر کارتن کهنه و ضایعات MDF تأثیر معنی‌داری

2- Polymethyl diisocyanate

1- Old corrugated container

عبور کرده از مش ۴۰ و ۶۰ انتخاب گردید. ذرات چوب برای رسیدن به رطوبت ۴ درصد در آون با دمای  $103 \pm 2^{\circ}\text{C}$  قرار گرفتند.

کارتن کهنه: از کارتن کهنه ۳ یا ۵ لایه برای بسته‌بندی مواد با وزن کم استفاده گردید. از تبدیل کردن کارتن کهنه به الیاف اجتناب شد. نسبت وزنی کارتن کهنه به خرده چوب در پنج سطح (۱۰۰/۰، ۸۵/۱۵، ۷۰/۳۰، ۵۵/۴۵، ۴۰/۶۰) در لایه‌های سطحی و میانی به‌طور جداگانه به‌عنوان متغیرهای مستقل این تحقیق انتخاب گردید. به‌منظور جدا کردن لایه‌ها، کارتن در دمای اتاق به مدت ۵ دقیقه در داخل آب غوطه‌ور شد. بعد از جداسازی لایه‌ها از یکدیگر و خشک کردن به رطوبت ۴ درصد، لایه‌های کارتن به وسیله قیچی به ابعاد  $3 \times 20 \text{ mm}$  برش خوردند. ضخامت لایه‌ها  $0.3 \text{ mm}$  اندازه‌گیری شد.

چسب اوره فرم آلدهید: چسب اوره فرم آلدهید مورد استفاده، از شرکت سامد مشهد تهیه شده و پس از انتقال به آزمایشگاه صنایع چوب دانشگاه گنبد کاووس، ویژگی‌های آن مورد بررسی قرار گرفت (جدول ۱). مقدار چسب اوره فرم آلدهید مورد استفاده برای ساخت هر تخته به‌طور میانگین ۱۰ درصد ماده اولیه چوبی در نظر گرفته شد. میزان مصرف چسب در لایه میانی ۸ درصد و در لایه‌های سطحی ۱۲ درصد بود.

بر مقاومت خمشی و مدول الاستیسیته داشت. با افزایش کارتن کهنه، چسبندگی داخلی بهبود یافت در صورتی‌که با افزایش ضایعات MDF چسبندگی داخلی کاهش یافت (۵). سرانو و همکاران (۲۰۱۳) از پلی پروپیلن و الیاف کارتن کهنه به‌منظور ساخت فرآورده‌های چندسازه پلیمری استفاده کردند. آن‌ها گزارش کردند که مقاومت‌های مکانیکی با افزایش ۳۰ درصد کارتن کهنه افزایش پیدا کرده و پس از آن الیاف کارتن کهنه با الیاف پلیمر برهم‌کنش خوبی نداشته و در نتیجه باعث کاهش مقاومت‌های فرآورده‌های چندسازه شده است (۱۱).

به‌علت حجم عمده کاغذ در ضایعات شهری، بازیافت این مواد مورد توجه است (۴، ۱۰). با توجه به فن‌آوری امروز بخشی از ضایعات کاغذ به دلایل فنی و اقتصادی قابل بازیافت نمی‌باشد. بدین منظور می‌توان از آن‌ها در ساخت فرآورده‌های چندسازه چوبی استفاده مطلوبی کرد. زیرا در این مورد هیچ‌گونه تمیز کردن اضافی و پالایش موردنیاز نمی‌باشد (۹). در این تحقیق ویژگی‌های کاربردی تخته خرده‌چوب سه لایه ساخته شده با استفاده از کارتن کهنه و خرده‌چوب صنعتی با مقادیر متفاوت در لایه‌های سطحی و میانی به‌طور جداگانه، مورد بررسی قرار گرفت.

### مواد و روش‌ها

خرده‌چوب: خرده‌چوب مورد استفاده از شرکت صنعت چوب شمال تهیه شد. در این تحقیق نسبت لایه سطحی به میانی تخته خرده‌چوب به ترتیب ۴۰ به ۶۰ درصد مدنظر قرار گرفت. برای لایه سطحی ذرات

جدول ۱- مشخصات چسب اوره فرم آلدهید.

Table 1. Characteristics of urea formaldehyde resin.

وزن مخصوص (گرم بر سانتی متر مکعب) Density ( $\text{g/cm}^3$ )	ویسکوزیته (سانتی‌پواز) Viscosity (cps)	زمان ژله‌ای شدن (ثانیه) Gel time (s)	بی‌اج pH	ماده جامد (درصد) Solids (%)	شرکت سازنده Manufacturer	نوع چسب Resin type	
1.27		320	56	7	61	سامد مشهد Mashhad samed	اوره فرم آلدهید مایع Liquid urea formaldehyde

میانی به‌طور جداگانه) توسط چسب‌زن آزمایشگاهی چسب‌زنی شدند. ذرات چسب خورده توسط قالب چوبی به ابعاد  $45 \times 45$  سانتی‌متر، فرم‌دهی شده و پس از تشکیل کیک وارد پرس شدند تا سیکل پرس اعمال گردد. برای هر تیمار ۳ تکرار در نظر گرفته شد. تخته‌های ساخته شده به مدت ۱۵ روز در اتاق کلیما نگهداری شده تا به رطوبت تعادل با محیط برسند. سپس برش تخته‌ها جهت تهیه نمونه‌های آزمونی انجام گرفت.

کلرید آمونیوم: از نمک کلرید آمونیوم به‌عنوان سخت‌کننده (هاردنر) چسب اوره فرم آلدهید ساخت شرکت مرک آلمان استفاده شد. کلرید آمونیوم به‌صورت پودری به میزان ۲ درصد وزن خشک چسب مورد استفاده قرار گرفت.

فرآیند ساخت تخته خورده‌چوب: عوامل ثابت تحقیق جهت ساخت تخته خورده‌چوب در جدول ۲ ارائه گردید. برای ساخت تخته ابتدا کارتن کهنه و خورده‌چوب با درصد اختلاط مشخص شده (۱۰۰/۰)، ۸۵/۱۵، ۷۰/۳۰، ۵۵/۴۵، ۴۰/۶۰ در لایه‌های سطحی و

جدول ۲- عوامل ثابت مورد استفاده در ساخت تخته خورده‌چوب.

Table 2. Fixed factors used in production of particleboard.

مقدار Content	عوامل Factors
10	رطوبت کیک (درصد) Mat moisture (%)
30	فشار پرس (کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع) Press pressure (Kg/cm <sup>2</sup> )
12.38	فشار ویژه (مگاپاسکال) Special pressure (Mpa)
170	دمای پرس (درجه سانتی‌گراد) Press temperature (°C)
5	زمان پرس (دقیقه) Press time (Minute)
10	مقدار چسب اوره فرم آلدهید (درصد) Urea formaldehyde resin content (%)
2	کلرید آمونیوم (درصد) Ammonium chloride (%)
16	ضخامت تخته (میلی‌متر) Thickness of particleboard (mm)
0.72	دانسیته تخته (گرم بر سانتی‌متر مکعب) Density of particleboard (g/cm <sup>3</sup> )

تحقیق با تخته‌های تیپ ۱ (تخته‌هایی با اهداف عمومی به منظور استفاده در شرایط خشک با مقاومت خمشی ۱۱.۵ مگاپاسکال و چسبندگی داخلی ۰.۲۴ مگاپاسکال) طبق استاندارد EN312 مورد مقایسه قرار گرفت.

اندازه‌گیری خواص فیزیکی و مکانیکی: برای تعیین جذب آب و واکنشیدگی ضخامت از استاندارد EN317، مقاومت خمشی و مدول الاستیسیته از استاندارد EN 310 و برای چسبندگی داخلی از استاندارد EN319 استفاده شد. نتایج حاصل از این

## نتایج و بحث

مقاومت خمشی و مدول الاستیسیته: نتایج تجزیه واریانس نشان داد که در مقایسه با نمونه شاهد، افزودن کارتن کهنه در سطح اطمینان ۹۵ درصد بر مقاومت خمشی و مدول الاستیسیته اثر معنی‌داری داشته است (جدول‌های ۳ و ۴).

تجزیه و تحلیل آماری: تجزیه و تحلیل نتایج به دست آمده با استفاده از آزمون تجزیه واریانس در قالب طرح کاملاً تصادفی در سطح اطمینان ۹۵ درصد انجام شد. در نهایت مقایسه و گروه‌بندی میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن صورت گرفت.

جدول ۳- تجزیه واریانس اثر کارتن کهنه در لایه‌های سطحی بر مقاومت خمشی و مدول الاستیسیته.

Table 3. Analysis of variance effect of OCC in the surface layers on modulus of elasticity and bending strength.

سطح معنی‌داری Sig	F	میانگین مربعات Mean square	درجه آزادی df	فاکتورهای اندازه‌گیری Measurement factors
0.000*	623.256	4.068	4	مقاومت خمشی Bending strength
0.000*	17662.10	197627.525	4	مدول الاستیسیته Modulus of elasticity

\*معنی‌داری در سطح اطمینان ۹۵ درصد.

جدول ۴- تجزیه واریانس اثر کارتن کهنه در لایه میانی بر مقاومت خمشی و مدول الاستیسیته.

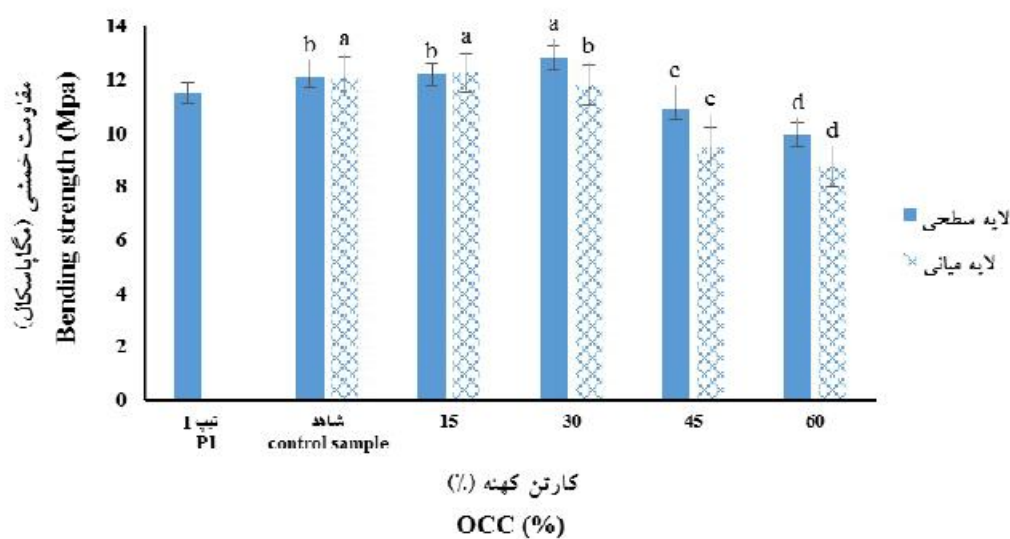
Table 4. Analysis of variance effect of OCC in the middle layer on bending and modulus of elasticity strengths.

سطح معنی‌داری Sig	F	میانگین مربعات Mean square	درجه آزادی df	فاکتورهای اندازه‌گیری Measurement factors
0.000*	277.285	8.189	4	مقاومت خمشی Bending strength
0.000*	1470.04	210440.370	4	مدول الاستیسیته Modulus of elasticity

\*معنی‌داری در سطح اطمینان ۹۵ درصد.

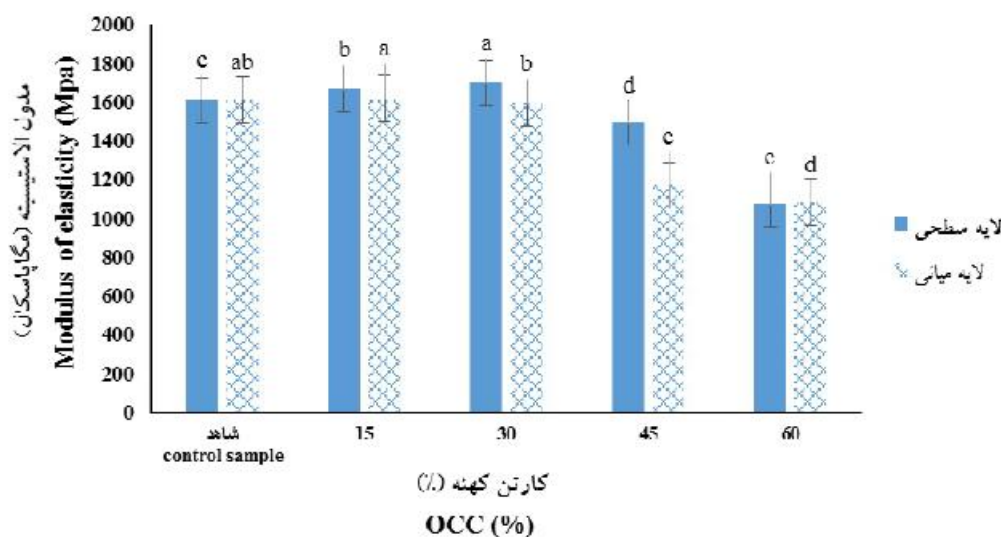
احتمالاً به علت ضریب کشیدگی بیشتر کارتن کهنه و کمتر بودن لیگنین آن نسبت به الیاف خرده‌چوب و سطح تماس بیشتر بین الیاف کارتن کهنه باشد. اما در مقادیر بیشتر چون الیاف کارتن کهنه ضعیف‌تر از الیاف خرده‌چوب بوده؛ احتمالاً بر هم کنش بین الیاف خرده‌چوب و کارتن کهنه ضعیف بوده و در نتیجه باعث کاهش مقاومت‌ها شده است (۶). اشراقی و همکاران (۲۰۱۲) در تحقیقات خود عنوان کردند که افزایش مصرف الیاف بازیافتی منجر به کاهش مقاومت خمشی و مدول الاستیسیته می‌گردد که دلیل این کاهش را می‌توان در عدم پیوند مناسب الیاف و خرده‌چوب و سستی الیاف بازیافتی دانست (۳).

بیشترین مقاومت خمشی مربوط به تیمار با ۳۰ درصد کارتن کهنه بازیافتی در لایه‌های سطحی تخته‌ها می‌باشد که به میزان ۵.۶ درصد نسبت به نمونه شاهد و ۱۱.۵ درصد نسبت به نمونه استاندارد تیپ ۱ افزایش نشان می‌دهد (شکل ۱). در لایه میانی نیز با افزایش میزان کارتن کهنه تا ۱۵ درصد، مقاومت خمشی نسبت به نمونه استاندارد تیپ ۱، ۶.۴۹ درصد افزایش یافت (شکل ۱). بیشترین مقدار مدول الاستیسیته در تیمار با ۳۰ درصد کارتن کهنه در لایه سطحی تخته‌ها می‌باشد که به میزان ۵.۵۶ درصد افزایش نسبت به نمونه شاهد نشان داد (شکل ۲). افزایش مقاومت خمشی و مدول الاستیسیته می‌تواند



شکل ۱- تأثیر افزودن کارتن کهنه در لایه‌های سطحی و میانی بر مقاومت خمشی.

Figure 1. The effect of OCC addition in surface and middle layers on bending strength.



شکل ۲- تأثیر افزودن کارتن کهنه در لایه‌های سطحی و میانی بر مدول الاستیسیته.

Figure 2. The effect of OCC addition in surface and middle layers on modulus of elasticity.

چسبندگی داخلی: نتایج تجزیه واریانس نشان داد که معنی‌داری در سطح اطمینان ۹۵ درصد بر چسبندگی داخلی داشته است (جدول‌های ۵ و ۶). در مقایسه با نمونه شاهد، افزودن کارتن کهنه تأثیر

جدول ۵- تجزیه واریانس اثر کارتن کهنه در لایه‌های سطحی بر چسبندگی داخلی.

Table 5. Analysis of variance effect of OCC in surface layers on internal bonding.

فاکتور اندازه‌گیری	درجه آزادی	میانگین مربعات	F	سطح معنی‌داری
Measurement factor	df	Mean square		Sig
چسبندگی داخلی	4	0.156	1560	0.000*
Internal bonding				

\*معنی‌داری در سطح اطمینان ۹۵ درصد.



جدول ۶- تجزیه واریانس اثر کارتن کهنه در لایه میانی بر چسبندگی داخلی.

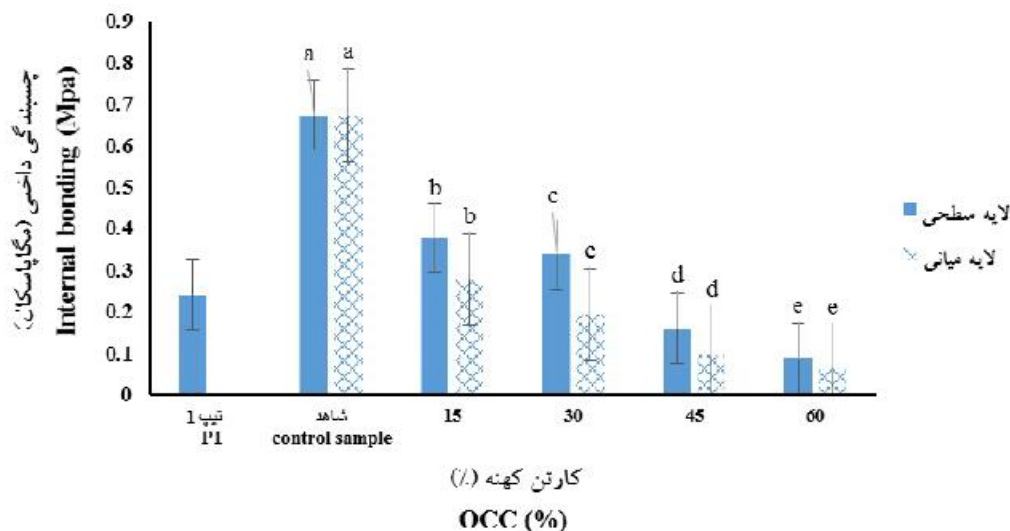
Table 6. Analysis of variance effect of OCC in middle layer on internal bonding.

سطح معنی داری Sig	F	میانگین مربعات Mean square	درجه آزادی df	فاکتور اندازه گیری Measurement factor
0.000*	910	0.182	4	چسبندگی داخلی Internal bonding

\*معنی داری در سطح اطمینان ۹۵ درصد.

احتمالاً به خاطر مواد معدنی اضافه شده به خمیر در طی فرآیند تولید کارتن می باشد. پس می توان این گونه نتیجه گیری کرد که افزایش خرده چوب باعث افزایش در چسبندگی داخلی می شود و این افزایش در چسبندگی داخلی به دلیل قابلیت بیشتر خرده چوب ها در همپوشانی همدیگر است و این که خرده چوب ها قادرند بافت همگن تری نسبت به الیاف کارتن کهنه ایجاد کنند و بیشتر در هم فرو روند (۱). ناظران و همکاران (۲۰۱۵) در تحقیقات خود عنوان کردند که کاغذ تأثیر منفی بر چسبندگی داخلی دارد. زیرا به دلیل حجم زیاد مواد معدنی در کاغذ، چسبندگی خوبی در بین الیاف ایجاد نمی شود و در نتیجه چسبندگی داخلی کاهش پیدا می کند (۹).

با افزایش درصد کارتن کهنه، چسبندگی داخلی کاهش می یابد؛ هر چند که در مقایسه با تخته تیپ ۱ استاندارد افزایش چسبندگی داخلی تا سطح ۳۰ و ۱۵ درصد را به ترتیب برای لایه های سطحی و میانی نشان داد (شکل ۳). زیرا سطح ویژه الیاف کارتن به دلیل کاهش وزنی ناشی از خمیرسازی شیمیایی بسیار بیشتر از الیاف چوب می باشد و در یک نسبت وزنی از رزین با فرض این که رزین به درون دیواره سلولی نفوذ نکند، آن بخش از سطح الیاف کارتن کهنه که با رزین آغشته شده، کمتر از الیاف چوب می باشد که این خود اثر نامطلوبی بر اتصال های بین الیاف و ویژگی های مقاومتی بر جای می گذارد (۱). همچنین مقدار خاکستر کارتن کهنه (۶/۵ درصد) به طور معنی داری بیشتر از ذرات چوب (۰/۸ درصد) بود که



شکل ۳- تأثیر افزودن کارتن کهنه در لایه های سطحی و میانی بر چسبندگی داخلی.

Figure 3. The effect of OCC addition in surface and middle layers on internal bonding.

جذب آب و واکنشیدگی ضخامت بعد از ۲ و ۲۴ ساعت غوطه‌وری در آب: نتایج تجزیه واریانس نشان دادند که در مقایسه با نمونه شاهد، افزودن کارتن کهنه در لایه‌های سطحی و میانی تأثیر

معنی‌داری در سطح اطمینان ۹۵ درصد در جذب آب و واکنشیدگی ضخامت بعد از ۲ و ۲۴ ساعت غوطه‌وری در آب داشته است (جدول‌های ۷ و ۸).

جدول ۷- تجزیه واریانس اثر کارتن کهنه در لایه‌های سطحی بر جذب آب و واکنشیدگی ضخامت بعد از ۲ و ۲۴ ساعت غوطه‌وری در آب.  
Table 7. Analysis of variance effect of OCC in surface layers on water absorption and thickness swelling after 2 and 24 hours immersion in water.

فاکتورهای اندازه‌گیری	درجه آزادی	میانگین مربعات	F	سطح معنی‌داری
Measurement factors	df	Mean square		Sig
جذب آب پس از ۲ ساعت Water absorption after 2h	4	319.026	2476.27	0.000*
جذب آب پس از ۲۴ ساعت Water absorption after 24h	4	122.875	1567.63	0.000*
واکنشیدگی ضخامت پس از ۲ ساعت Thickness swelling after 2h	4	276.965	1367.78	0.000*
واکنشیدگی ضخامت پس از ۲۴ ساعت Thickness swelling after 24h	4	411.684	758.528	0.000*

\*معنی‌داری در سطح اطمینان ۹۵ درصد.

جدول ۸- تجزیه واریانس اثر کارتن کهنه در لایه میانی بر جذب آب و واکنشیدگی ضخامت بعد از ۲ و ۲۴ ساعت غوطه‌وری در آب.  
Table 8. Analysis of variance effect of OCC in middle layer on water absorption and thickness swelling after 2 and 24 hours immersion in water.

فاکتورهای اندازه‌گیری	درجه آزادی	میانگین مربعات	F	سطح معنی‌داری
Measurement factors	df	Mean square		Sig
جذب آب پس از ۲ ساعت Water absorption after 2h	4	354.775	504.458	0.000*
جذب آب پس از ۲۴ ساعت Water absorption after 24h	4	222.486	1078.74	0.000*
واکنشیدگی ضخامت پس از ۲ ساعت Thickness swelling after 2h	4	549.921	7189.13	0.000*
واکنشیدگی ضخامت پس از ۲۴ ساعت Thickness swelling after 24h	4	563.491	1925.53	0.000*

\*معنی‌داری در سطح اطمینان ۹۵ درصد.

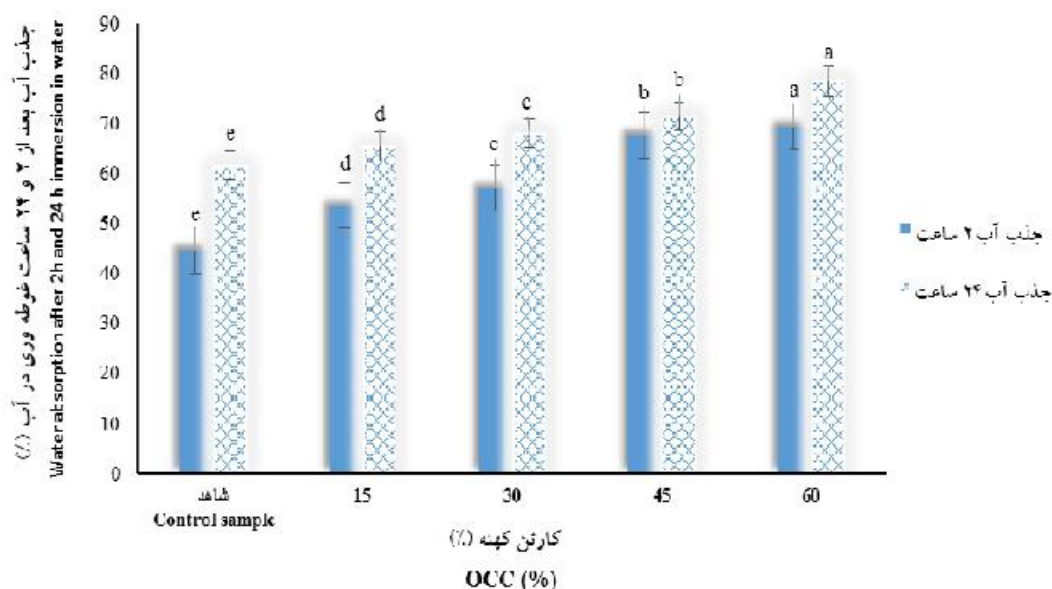
آزاد موجود در سلولز کارتن کهنه، جذب آب و واکنشیدگی ضخامت با افزودن کارتن کهنه افزایش یافته است (۳). از طرفی با افزودن کارتن کهنه، چسبندگی داخلی کاهش یافته؛ یعنی به عبارتی فضاهای خالی در بین الیاف زیاد شده در نتیجه میزان جذب آب افزایش یافته است (۷). از آن‌چه به دست آمده است این‌گونه نتیجه‌گیری می‌شود که افزایش

بیشترین جذب آب و واکنشیدگی ضخامت بعد از ۲ و ۲۴ ساعت غوطه‌وری در آب برای سطح ۶۰ درصد بوده است. جذب آب به عواملی از قبیل سطح ویژه، مقدار فضای خالی و آب دوستی ترکیبات بستگی دارد و از آنجایی‌که الیاف کارتن کهنه آب‌دوست هستند به همین دلیل در اثر چسبیدن هیدروژن مولکول‌های آب به گروه‌های هیدروکسیل



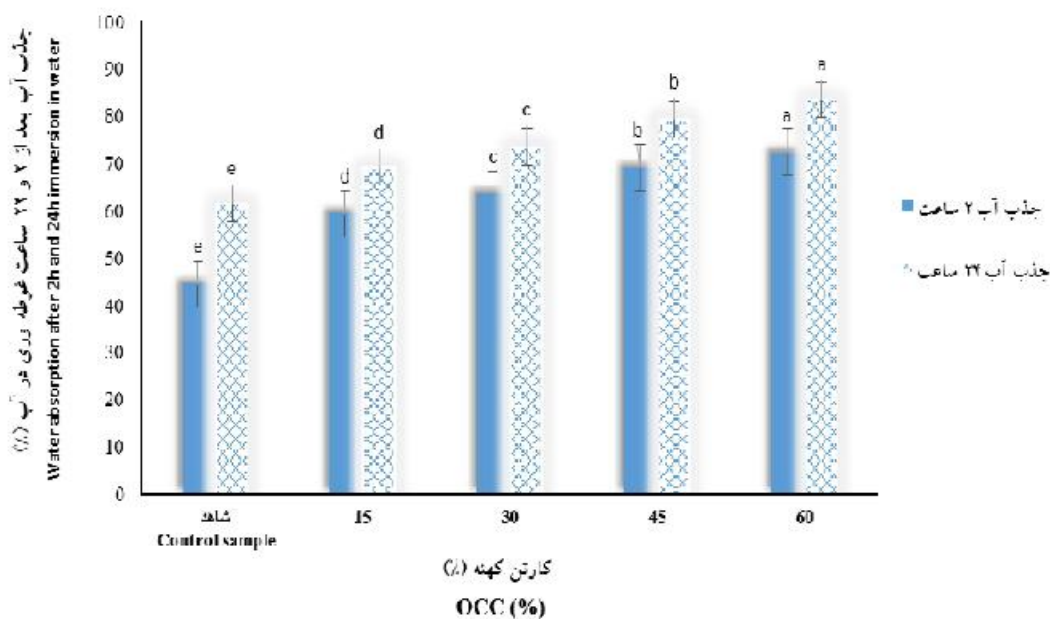
تخته‌ها اشاره کرد که این مسئله به دلیل بالا بودن سطح ویژه کاغذ روزنامه باطله در مقایسه با خرده چوب است که برای پوشش آن‌ها چسب بیشتری لازم است (۴).

میزان خرده‌چوب باعث کاهش میزان واکنشیدگی ضخامت و جذب آب تخته‌ها می‌شود که البته به دلیل جذب رطوبت بیشتر کارتن کهنه نسبت به خرده چوب است. گریگوریوس (۲۰۰۳) نیز در تحقیق خود به نقش کاغذ روزنامه باطله در افزایش جذب آب



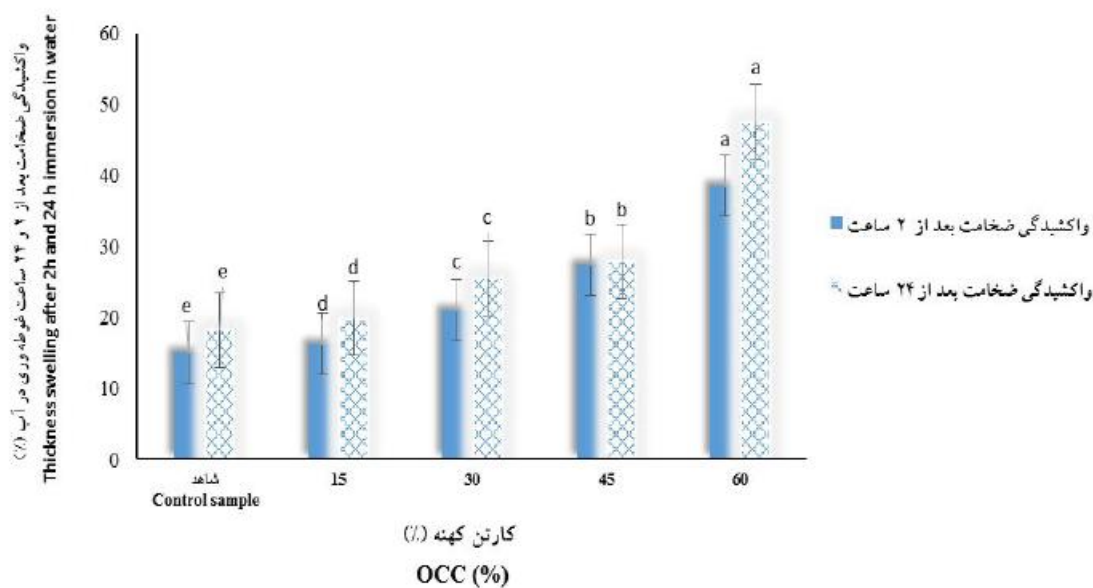
شکل ۴- تأثیر افزودن کارتن کهنه در لایه‌های سطحی بر جذب آب بعد از ۲ و ۲۴ ساعت غوطه‌وری در آب.

Figure 4. The effect of OCC addition in surface layers on water absorption after 2h and 24h immersion in water.



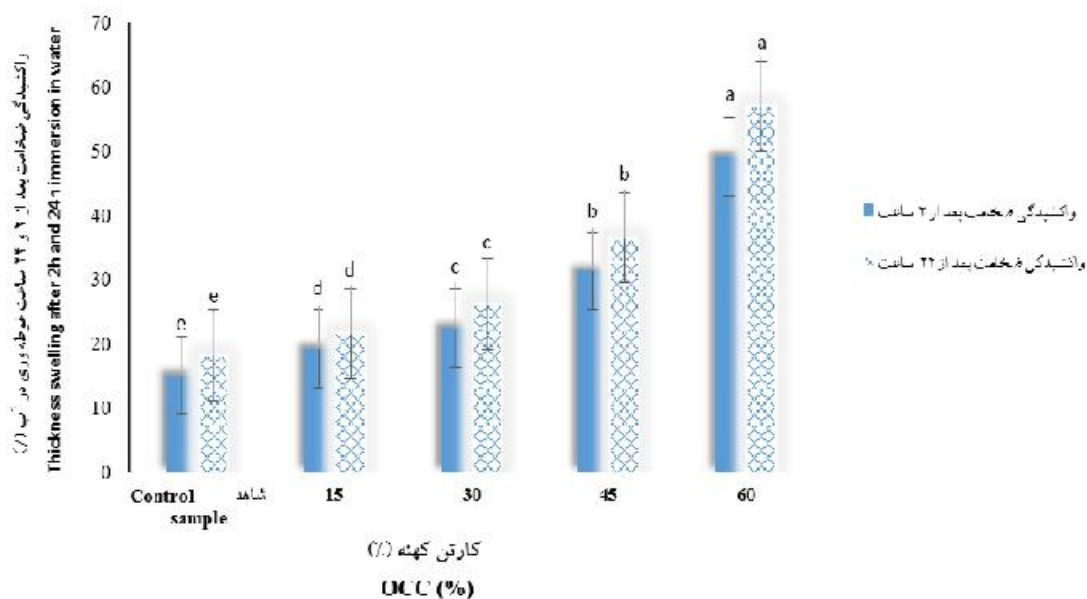
شکل ۵- تأثیر افزودن کارتن کهنه در لایه میانی بر جذب آب بعد از ۲ و ۲۴ ساعت غوطه‌وری در آب.

Figure 5. The effect of OCC addition in middle layer on water absorption after 2h and 24h immersion in water.



شکل ۶- تأثیر افزودن کارتن کهنه در لایه‌های سطحی بر واکنش‌پذیری ضخامت بعد از ۲ و ۲۴ ساعت غوطه‌وری در آب.

Figure 6. The effect of OCC addition in surface layers on thickness swelling after 2h and 24h immersion in water.



شکل ۷- تأثیر افزودن کارتن کهنه در لایه میانی بر واکنش‌پذیری ضخامت بعد از ۲ و ۲۴ ساعت غوطه‌وری در آب.

Figure 7. The effect of OCC addition in middle layer on thickness swelling after 2h and 24h immersion in water.

افزایش یافته است که به دلیل ضریب کشیدگی و ضریب ظاهری (نسبت طول به پهنا) بیشتر الیاف کارتن کهنه می‌باشد. همچنین قابلیت تراکم‌پذیری بیشتر الیاف کارتن کهنه نیز در بهبود مقاومت‌ها مؤثر می‌باشد چراکه در سطوح لایه‌هایی با فشردگی بیشتر ایجاد کرده است. اما در مقادیر بیشتر کارتن کهنه،

### نتیجه‌گیری

با افزایش نسبت میزان اختلاط کارتن کهنه به خرده‌چوب، واکنش‌پذیری ضخامت و جذب آب تخته‌ها افزایش یافته است. با افزایش میزان کارتن کهنه تا سطح ۳۰ درصد در لایه سطحی و تا سطح ۱۵ درصد در لایه میانی، مقاومت خمشی و مدول الاستیسیته

کمتری قرار می‌گیرد که باعث کاهش چسبندگی داخلی تخته‌ها می‌شود. لذا با استفاده از نتایج حاصل از این تحقیق و با توجه به استاندارد EN ۳۱۲، قابلیت استفاده از کارتن کهنه در لایه سطحی تا سطح ۳۰ درصد و در لایه میانی تا سطح ۱۵ درصد برای تخته‌های با اهداف عمومی (نجاری) به منظور استفاده در شرایط خشک وجود دارد.

مقاومت‌های فوق کاهش می‌یابد، زیرا احتمالاً بر هم کنش بین الیاف خرده‌چوب و کارتن کهنه ضعیف بوده و همچنین کلوخه شدن الیاف و تمرکز تنش هم عامل بسیار مهمی در کاهش این مقاومت‌ها است. چسبندگی داخلی با افزایش میزان کارتن کهنه کاهش یافته است. زیرا در طی فرآیند بازیافت، الیاف با کاهش طول مواجه شده و سطح ویژه الیاف افزایش یافته و از طرفی در واحد سطح ذرات، مقدار چسب

### منابع

1. Doosthoseini, K., and Abdolzadeh, H. 2009. Investigation of the feasibility of utilization of wood fiber and old corrugated container in surface layers of three-layer particleboard and their effect on properties of particleboard. *Iranian Journal of Wood and Paper Science Research*, 25(1): 62-69. (In Persian)
2. Ebrahimi, Gh., and Rostampoor Haftkhani, A. 2011. *Wood-plastic composites*. Tehran University Press, 885p. (In Persian)
3. Eshraghi, A., Khademi Eslam, H., Nourbaksh, A., and Bazyar, B. 2012. Investigation of applying the old corrugated container (OCC) and aspen chips in particleboard production. *Iranian Journal of Wood and Paper Science Research*, 26(1): 138-150. (In Persian)
4. Grigoriou, A.H. 2003. Waste paper wood composites bonded with isocyanate. *Wood Science and Technology*, 37: 79-89.
5. Gwon, J.G., Lee, S.Y., and Chun, S.J. 2010. Effects of chemical treatments of hybrid fillers on the physical and thermal property of wood plastic. *Composite: Part A*, 41: 1491-149.
6. Hunt, J.F., and Vick, C.B. 1999. Strength and processing properties of wet-formed hardboard from recycled corrugated containers and commercial Hardboard fibers. *Forest Products Journal*, 49(5): 69-74.
7. Lee, P.W., and Ison, J. 1994. Fire retardancy and mechanical properties of paper sludge – wood particle mixed board. College of agriculture and life sciences Seoul national university, suwan, Korea, Pp: 441-447.
8. Iykidis, Ch., Parnavela, Ch., Goulounis, N., and Grigoriou, A. 2012. Potential for utilizing waste corrugated paper containers into wood composites using UF and PMDI resin systems. *European Journal Wood Production*, 24: 205-212.
9. Nazerian, M., Dalirzadeh, A., and Farokhpayam, S.R. 2015. The effect of old corrugated container (OCC) powder and urea formaldehyde adhesive filler on properties of medium density fiberboard made from bagasse and waste MDF. *Iranian Journal of Wood and Paper Science Research*, 29: 452-459.
10. Sayadi, K., and Amiri, S. 2004. Investigation of paper production and consumption in Iran. M.sc. Thesis, 148p.
11. Serano, A., Espinach, F.X., and Tresserras, J. 2013. Study on the technical feasibility of replacing glass fibers by old newspaper recycled fibers as polypropylene reinforcement. *Journal of cleaner production*, 65: 489-496.



## Investigation of using old corrugated container in the production of three-layer particleboard

\*V. Vaziri<sup>1</sup> and M. Salari<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Assistant Prof., Dept., of Wood and Paper Science and Technology, Kavous Gonbad University, Gonbad, Iran, <sup>2</sup>M.Sc. Graduated of Wood Composite Products, Gonbad Kavous University, Gonbad, Iran

Received: 05/08/2016; Accepted: 04/23/2017

### Abstract

**Background and objective:** The demand for composite wood products, such as plywood, oriented strand board (OSB), particleboard and medium density fiberboard has recently increased substantially throughout the world. Wood-based panels allocated to 57 percent of total consumption of wood in the world. Annual production growth of this composite is forecasted 2 to 5 percent. Despite the increasing demand for wood due to environmental issues and industrial wood supply, there are still limitations and are decreasing. There is still an ongoing research interest to identify alternative sources of wood for manufacturing wood composite products. OCC (Old Corrugated Container) as one of the alternative sources to use in the particleboard industry has been subjected to feasibility studies. The rationale for choosing the OCC is availability, fair price and the absence of impurities in cellulosic materials of the OCC. This research investigated the use of the OCC in the surface and middle layers on the mechanical and physical properties of three layer particleboard.

**Materials and methods:** In this research, researchers used 3 or 5 layered OCC which were applied for packaging low-weight materials. Particles prepared of the OCC were consisted of 10 treatments including 5 levels of incorporation: 0, 15, 30, 45, 60 percent with wood for surface and middle layers of particleboard were used. Industrial wood chips from Sanate Choube Shomal Company were used. Urea formaldehyde resin used at 10 percent level of dry weight of raw material as well as ammonium chloride was used as a catalyst at 2 percent level of the dry weight of adhesive. After the mixing process of wood particle/OCC with the adhesive and hardener, mat at temperature of 170°C for 5 minutes under hot press was placed. After making particleboard, physical and mechanical properties of panels analyzed using variance analysis in 95% confidence level.

**Results:** The results showed, the use of the OCC up to 30 percent in the surface layers of particleboard led to the most bending strength and modulus of elasticity while in the middle layer at 15 percent level allocated the most aforementioned resistances; also internal bonding decreased by increasing the OCC content. Water absorption and thickness swelling increased by increasing the OCC content.

**Conclusion:** Results showed, there was usability of the OCC in the surface layers up to 30 percent and in the middle layer up to 15 percent for general purpose boards for use in dry conditions.

**Keyword:** Particleboard, Old corrugated container, Composite wood products, Physical and mechanical properties

---

\*Corresponding author: [vahidvaziri@gmail.com](mailto:vahidvaziri@gmail.com)