

## بررسی استفاده از ضایعات کاغذ کارتن کهنه<sup>۱</sup> و خرده‌چوب صنوبر در ساخت تخته‌خرده‌چوب

امیر اشراقی<sup>۱\*</sup>، حبیب‌الله خادمی اسلام<sup>۲</sup>، امیر نوربخش<sup>۳</sup>، بهزاد بازاریار<sup>۴</sup> و محمد طلائی پور<sup>۴</sup>

\*- مسئول مکاتبات، کارشناس ارشد، علوم و صنایع چوب و کاغذ، واحد علوم و تحقیقات تهران، دانشگاه آزاد اسلامی.

پست الکترونیک: amir\_eshraghi58@yahoo.com

۲- دانشیار، گروه علوم و صنایع چوب و کاغذ، واحد علوم و تحقیقات تهران، دانشگاه آزاد اسلامی.

۳- دانشیار، پژوهشی موسسه تحقیقات جنگلها و مراتع.

۴- استادیار گروه علوم و صنایع چوب و کاغذ، واحد علوم و تحقیقات تهران، دانشگاه آزاد اسلامی.

تاریخ پذیرش: بهمن ۱۳۸۹

تاریخ دریافت: اردیبهشت ۱۳۸۹

### چکیده

در این تحقیق امکان استفاده از خرده‌چوب صنوبر به همراه کاغذ کارتن کهنه در ساخت تخته‌خرده‌چوب مورد بررسی قرار گرفت. عوامل متغیر عبارتند از مقدار چسب اوره فرم آلدئید در دو سطح ۹ و ۱۰ درصد و مخلوط خرده‌چوب صنوبر و کاغذ کارتن کهنه در سه سطح ۷۵/۲۵، ۵۰/۵۰ و ۲۵/۷۵ عوامل ثابت عبارتند از: رطوبت خرده‌چوب ۲ درصد، فشار پرس  $30 \text{ kg/cm}^2$ ، زمان پرس ۵ دقیقه، دمای صفحات پرس  $165^\circ\text{C}$ ، رطوبت کیک خرده‌چوب ۱۲ درصد، ضخامت تخته‌ها ۱۰ mm و جرم ویژه  $0.75 \text{ g/cm}^3$  و سرعت بسته شدن پرس  $4/5 \text{ mm/s}$ . تخته‌ها پس از ساخت مورد آزمایش‌های مقاومت خمشی، مدول الاستیسیته، چسبندگی داخلی و واکنشیدگی ضخامت پس از ۲ و ۲۴ ساعت غوطه‌وری در آب قرار گرفتند. نتایج نشان می‌دهد که نسبت ترکیب ۵۰ درصد کاغذ کارتن کهنه و ۵۰ درصد خرده‌چوب صنوبر، برای کاربردهای خمشی و ترکیب ۲۵ درصد کاغذ کارتن کهنه و ۷۵ درصد خرده‌چوب صنوبر، برای کاربردهای کششی و واکنشیدگی ضخامت مناسب می‌باشد. بنابراین استفاده از کاغذ کارتن کهنه با نسبت‌های بیش از ۵۰ درصد در این تحقیق، سبب کاهش ویژگی‌های فیزیکی و مکانیکی می‌گردد.

**واژه‌های کلیدی:** تخته‌خرده‌چوب، اوره فرم آلدئید، کاغذ کارتن کهنه، مقاومت خمشی، مدول الاستیسیته، چسبندگی داخلی،

واکنشیدگی ضخامت.

### مقدمه

منابع جدید به عنوان یک جایگزین مناسب برای چوب گشته است (Nemli, ۲۰۰۰). دوست حسینی و همکاران (۱۳۸۶) در تحقیقی به بررسی امکان استفاده از کارتن کهنه (OCC) در لایه‌های سطحی تخته‌خرده‌چوب به منظور

تخته‌خرده‌چوب ماده پانلی است که تحت فشار و با استفاده از ذرات چوب و/یا سایر مواد فیبری لیگنوسلولزی (به عنوان مثال، خرده چوب، خاک اره و پوشال) با افزودن چسب ساخته می‌شود. افزایش تقاضا برای این نوع پانل‌های چوبی منجر به تلاش‌های بیشتر برای کشف

1 - Old corrugated container (OCC).

نمونه شاهد کاهش پیدا می‌کند. Hunt و همکاران (۲۰۰۴) پانل‌های ساندویچی را از ضایعات چوبی و کارتن کهنه (OCC) در آزمایشگاه فرآورده‌های جنگلی آمریکا تولید کردند که مقاومت‌های مکانیکی بیشتری از پانل‌های مشابه داشتند و مقدار مواد خام مصرفی در آنها کمتر از ۷۰ درصد پانل‌های متداول بود. این مسئله موجب صرفه‌جویی حدود ۳۰ درصد در مواد مصرفی و نیز کاهش مصرف انرژی و وزن محصول شد که استفاده آن را در ساختمان‌سازی، مبلمان و بسته‌بندی امیدوارکننده می‌سازد. عنایتی و حسینی (۱۳۸۶) به بررسی امکان استفاده از کاغذ اسکناس باطله و خرده‌چوب در لایه میانی برای ساخت تخته‌خرده‌چوب پرداختند. اختلاط به صورت ۰، ۱۰، ۲۰ و ۳۰ درصد وزنی لایه میانی بود. نسبت وزنی لایه میانی به لایه‌های سطحی ۷۰ به ۳۰ بود. خواص خمشی، چسبندگی داخلی، جذب آب و واکنشیدگی ضخامت اندازه‌گیری شد. نتایج به دست آمده نشان داد افزایش مقدار کاغذ اسکناس در لایه میانی، مقاومت‌های مکانیکی و ویژگی چسبندگی داخلی نمونه‌ها را نسبت به نمونه شاهد کاهش داده، اما مقدار این مقاومت‌ها در کلیه تیمارها از مقدار اعلام شده در استاندارد مربوط به این تخته‌ها بیشتر است. در مورد خواص فیزیکی، افزایش مقدار کاغذ اسکناس باطله موجب کاهش جذب آب و واکنشیدگی ضخامت تخته‌ها بعد از ۲۴ ساعت غوطه‌وری در آب شد. به‌طورکلی می‌توان گفت که استفاده از کاغذ اسکناس باطله به مقدار ۳۰ درصد در لایه میانی تخته‌خرده‌چوب امکان‌پذیر است و تخته‌هایی مناسب برای مصارف داخلی به دست می‌آید.

بهبود کیفیت سطح این محصول، کاهش مصرف چسب در تولید آن و نیز استفاده بهینه از منابع لیگنوسلولزی پرداختند. نتایج این بررسی نشان داد که مقدار کارتن کهنه تاثیر زیادی بر خواص فیزیکی و مکانیکی تخته‌ها دارد، به طوری که با افزایش مقدار آن از ۴۰ به ۶۰ درصد، مقاومت خمشی و برشی موازی سطح نمونه‌ها کاهش و جذب آب و واکنشیدگی ضخامت بعد از ۲ و ۲۴ ساعت غوطه‌وری به طور معنی‌داری افزایش می‌یابد. اعلم پور (۱۳۸۴) با هدف بررسی تاثیر مقدار چسب بر خواص مکانیکی اقدام به ساخت تخته‌خرده‌چوب از تفاله نیشکر (باگاس) کرد و به این نتیجه رسید که افزایش مقدار چسب از ۹٪ به ۱۰٪ و ۱۱٪ منجر به افزایش چسبندگی داخلی تخته‌ها به میزان ۸٪ و ۱۲٪ می‌شود. حبیبی (۱۳۷۷) در بررسی تاثیر شرایط ساخت بر ویژگی‌های خرده‌چوب و تخته‌خرده‌چوب گفت که افزایش مصرف چسب در ساخت تخته‌خرده‌چوب، باعث افزایش مقاومت‌های مکانیکی تخته می‌گردد. رسام (۱۳۸۳) امکان استفاده از الیاف چوب و الیاف بازیافتی از کارتن کهنه (OCC) در ساخت تخته‌فیبرسخت به روش تر را بررسی کرد. نتایج این تحقیق نشان داد که استفاده از الیاف کارتن کهنه در ساخت تخته‌فیبرسخت موجب بهبود خواص مکانیکی تخته می‌شود، ولی تاثیر نامطلوبی بر جذب آب و واکنشیدگی ضخامت آن دارد. Lee و Iison (۱۹۹۴) خواص مکانیکی و مقاومت به آتش تخته‌خرده‌چوب ساخته شده از الیاف پسماند کاغذسازی را مورد مطالعه قرار دادند. الیاف پسماند و خرده‌چوب در چهار سطح مورد استفاده قرار گرفتند (۰/۱۰۰، ۱۰/۹۰، ۲۰/۸۰ و ۳۰/۷۰). نتایج نشان می‌دهد که خواص مکانیکی مانند مقاومت خمشی، مدول الاستیسیته و چسبندگی داخلی تخته‌های ساخته شده با الیاف پسماند در مقایسه با

## مواد و روشها

(۷۵ و ۲۵) بودند. تخته‌های ساخته شده از نوع همسان بودند. عوامل ثابت برابر جدول ۱ در نظر گرفته شدند. در مجموع از ترکیب عوامل متغیر و سطوح آنها ۶ تیمار بدست آمد که برای هر تیمار ۳ تکرار و در مجموع ۱۸ تخته ساخته شد. در جدول ۲ مشخصات رزین مصرفی ارائه شده است.

برای تهیه تخته‌های آزمونی، ضایعات کاغذ کارتن کهنه از شرکت کارتن شرق، چوب صنوبر از مزرعه واقع در کرج و چسب اوره فرم آلدئید از شرکت سوبرارزین اصفهان تهیه گردید. عوامل متغیر شامل مقدار چسب در دو سطح ۹ و ۱۰ درصد و نسبت ضایعات کاغذ کارتن کهنه به خرده‌چوب در سه سطح (۷۵ و ۲۵)، (۵۰ و ۵۰) و

جدول ۱- عوامل ثابت مورد استفاده در ساخت نمونه‌ها

|                         |                   |
|-------------------------|-------------------|
| ۳۰ kg/cm <sup>2</sup>   | فشار پرس          |
| ۱۶۵ °C                  | دمای پرس          |
| ۵ min                   | زمان پرس          |
| ۴/۵ mm/s                | سرعت بسته شدن پرس |
| ۱۰ mm                   | ضخامت تخته        |
| ۰/۷۵ gr/cm <sup>3</sup> | دانسیته تخته      |
| ۱۰ درصد کلرور آمونیوم   | هاردنر            |
| ۱۲ درصد                 | رطوبت کیک         |

جدول ۲ - مشخصات رزین اوره فرم آلدئید (UF) مصرفی

| PH   | دانسیته (g/cm <sup>3</sup> ) | زمان ژله‌ای شدن با هاردنر (S) | ویسکوزیته (CP) | مواد جامد (درصد) |
|------|------------------------------|-------------------------------|----------------|------------------|
| ۸/۴۲ | ۱/۲۶                         | ۹۲                            | ۲۲۰            | ۶۳/۵             |

## ساخت تخته‌های آزمونی

رطوبت حدود ۱۰ درصد خشک شدند. جهت چسب‌زنی خرده‌چوب‌ها از یک دستگاه چسب‌زن آزمایشگاهی استفاده گردید. برای شکل دادن کیک خرده‌چوب از یک قالب چوبی به ابعاد ۳۰×۳۲ سانتی‌متر استفاده گردید. مخلوط خرده‌چوب‌ها و الیاف کارتن کهنه به وسیله ترازویی با دقت ۰/۱ گرم توزین و به صورت یکنواخت در قالب پاشیده شده و با پرس هیدرولیک نوع Burekle L100 پرس شدند. بعد از اینکه تخته‌ها در آزمایشگاه طی زمان ۳ هفته به رطوبت تعادل رسیدند، کناره‌بری شده و

پس از تهیه کاغذ کارتن کهنه و تبدیل به قطعات کوچک، توسط دستگاه هیدروپالپر با آب مخلوط و به صورت خمیر در آمده و خشک شدند. به منظور جلوگیری از تبادل رطوبتی با محیط، الیاف درون کیسه‌های پلاستیکی نگهداری شدند. خرده‌چوب مورد استفاده از خرد کردن قطعات چوب صنوبر توسط خردکن استفاده‌ای بدست آمد. خرده‌چوب‌ها در دستگاه آسیاب حلقوی آسیاب و سپس الک شدند و به کمک خشک‌کن گردان تا

طبق استاندارد DIN 68763 برای اندازه‌گیری مقاومت خمشی، مدول الاستیسیته، چسبندگی داخلی و واکنشیدگی ضخامت به صورت نمونه‌های آزمونی بُرش داده شدند.

تحلیل قرار گرفت.

### نتایج

**مقاومت خمشی:** جدول ۳ تجزیه واریانس اثرهای

مستقل و متقابل درصد ترکیب مواد و درصد مصرف چسب را نشان می‌دهد. همان‌طور که در شکل ۱ ملاحظه می‌گردد بالاترین میزان مقاومت خمشی در ترکیب ساخت ۵۰ درصد صنوبر و ۵۰ درصد OCC دیده می‌شود که نسبت به ترکیب ساخت ۲۵ درصد صنوبر و ۷۵ درصد OCC، ۱۹ درصد کاهش مقاومت خمشی مشاهده می‌گردد. دلیل این کاهش را می‌توان در عدم پیوند مناسب الیاف و خرده‌چوب دانست زیرا الیاف بازیافتی ضعیف هستند و افزایش آنها منجر به کاهش مقاومت خمشی می‌گردد. طارمیان (۱۳۸۳) در بررسی خود اعلام داشته است که با افزایش الیاف پسماند، خواص مکانیکی تخته‌های مورد مطالعه کاهش می‌یابد. همچنین Iison (۱۹۹۴) اعلام کرد که افزایش الیاف پسماند در ساخت تخته‌هایی از ترکیب الیاف پسماند و خرده‌چوب باعث کاهش مقاومت خمشی تخته‌ها می‌گردد.

### آزمون‌های فیزیکی و مکانیکی تخته‌خرده‌چوب

پس از بُرش نمونه‌های آزمونی، مقاومت خمشی و مدول الاستیسیته طبق استاندارد DIN 52362، چسبندگی داخلی طبق استاندارد ASTM D-1037 و واکنشیدگی ضخامت پس از ۲ و ۲۴ ساعت غوطه‌وری طبق استاندارد DIN 52364 اندازه‌گیری شد. برای انجام آزمایش‌های مقاومت خمشی، مدول الاستیسیته و چسبندگی داخلی از ماشین INSTRON-1186 استفاده گردید.

### روش آماری

این بررسی در قالب طرح آزمایش فاکتوریل کاملاً تصادفی دو عامله صورت گرفته است. با استفاده از آزمون دانکن (DMRT) و به کمک تجزیه واریانس نتایج مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. با این روش آماری، تأثیر مستقل و متقابل هر یک از عوامل متغیر بر خواص مورد مطالعه در سطح اعتماد ۹۹ و ۹۵ درصد مورد تجزیه و



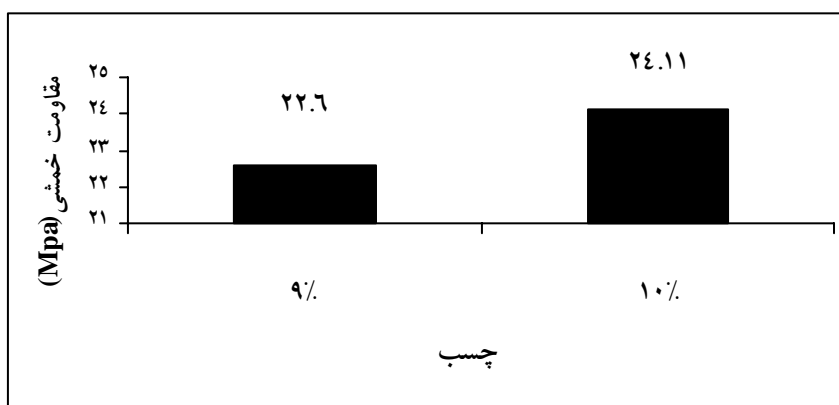
شکل ۱ - اثر ترکیب مواد بر مقاومت خمشی

مقاومت خمشی مربوط به مصرف ۱۰ درصد چسب و ۵۰ درصد کارتن کهنه می‌باشد. همان‌طور که در شکل ۳ مشاهده می‌گردد در شرایط استفاده از مقادیر ۹ و ۱۰ درصد چسب ابتدا با افزایش مقدار OCC از ۲۵ درصد به ۵۰ درصد، مقاومت خمشی افزایش می‌یابد و سپس با افزایش مقدار OCC از ۵۰ درصد به ۷۵ درصد مقاومت خمشی کاهش می‌یابد.

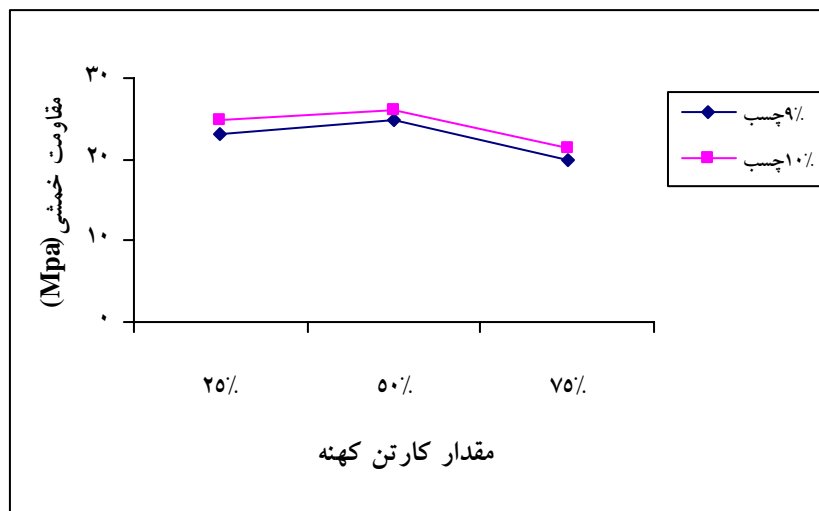
مطابق با جدول ۳ تجزیه واریانس تاثیر مقدار چسب بر مقاومت خمشی در سطح ۱ درصد معنی‌دار می‌باشد. شکل ۲ نشان می‌دهد که افزایش مقدار چسب از ۹ به ۱۰ درصد، افزایش مقاومت خمشی را به دنبال خواهد داشت. با در نظر گرفتن جدول ۳ تجزیه واریانس ملاحظه شد که اثر ترکیب مواد و مقدار چسب معنی‌دار نمی‌باشد. اما با توجه به شکل ۳ می‌توان گفت که بیشترین میزان

جدول ۳ - اثرهای مستقل و متقابل میان عوامل متغیر ساخت تخته خرده چوب

| علائم | عامل متغیر                  | مقاومت خمشی (MPa)                    | مدول الاستیسیته (MPa)                | چسبندگی داخلی (MPa)                 | واکسیدگی ضخامت واکسیدگی ضخامت ۲ ساعت (%) | واکسیدگی ضخامت ۲۴ ساعت (%) |
|-------|-----------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------------|--|----------------------------|
| A     | اثر مستقل ترکیب مواد        | **                                   | **                                   | **                                  | **                                       | **                         |
| B     | اثر مستقل مصرف چسب          | **                                   | (n.s.)                               | **                                  | *  | **                         |
| AB    | اثر متقابل ترکیب مواد و چسب | (n.s.)                               | (n.s.)                               | (n.s.)                              | (n.s.)                                   | (n.s.)                     |
|       | CV. ضریب تغییرات            | ۲/۸۰                                 | ۲/۷۰                                 | ۳/۷۷                                | ۳/۶۸                                     | ۲/۶۹                       |
|       | (n.s.) اختلاف معنی دار نیست | ** اختلاف در سطح ۱ درصد معنی دار است | ** اختلاف در سطح ۱ درصد معنی دار است | * اختلاف در سطح ۵ درصد معنی دار است |  |                            |



شکل ۲ - اثر مقدار چسب بر مقاومت خمشی



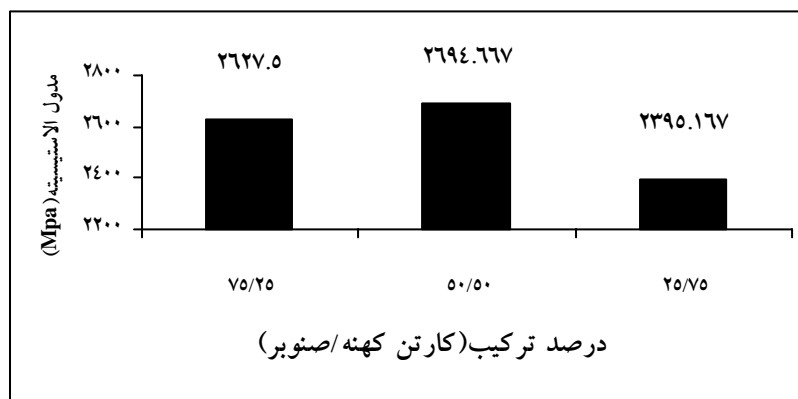
شکل ۳- اثر مقدار چسب و ترکیب مواد بر مقاومت خمشی

مدول الاستیسیته مربوط به تخته‌های حاوی ۹ درصد چسب و ۵۰ درصد OCC می‌باشد.

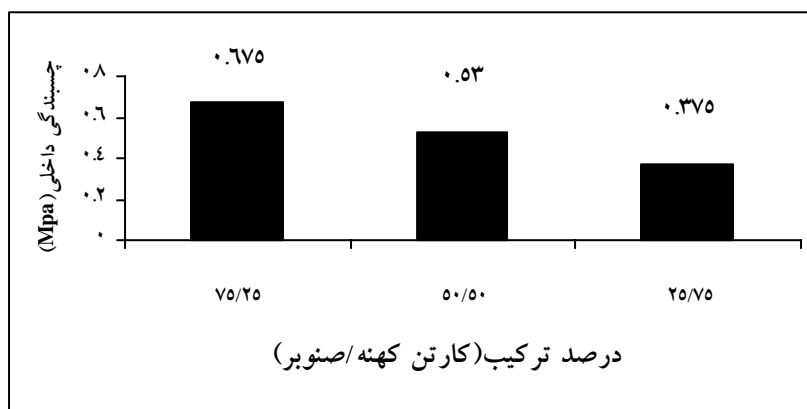
**چسبندگی داخلی:** مطابق با جدول ۳ تجزیه واریانس اثر ترکیب ساخت بر چسبندگی داخلی در سطح ۱ درصد معنی‌دار شده است. همان‌طور که در شکل ۵ ملاحظه می‌گردد، بالاترین میزان چسبندگی داخلی در ترکیب ساخت ۷۵ درصد صنوبر و ۲۵ درصد OCC دیده می‌شود که نسبت به ترکیب ساخت ۷۵ درصد OCC و ۲۵ درصد صنوبر، ۸۰ درصد افزایش چسبندگی داخلی مشاهده می‌گردد. پس می‌توان این‌گونه نتیجه‌گیری کرد که افزایش خرده‌چوب باعث افزایش چشمگیری در چسبندگی داخلی می‌شود و این افزایش در چسبندگی داخلی به دلیل قابلیت بیشتر خرده‌چوبها در همپوشانی همدیگر است و اینکه خرده‌چوب‌ها قادرند بافت همگن‌تری نسبت به OCC، ایجاد کنند و بیشتر درهم فرو روند. ممکن است علت کاهش چسبندگی داخلی تخته‌ها با افزایش مقدار OCC به دلیل ضعیف بودن اتصال بین کاغذ کارتن کهنه با خرده‌چوب صنوبر و کم بودن مقاومت کاغذ کارتن کهنه باشد. ضمن

**مدول الاستیسیته:** مطابق با جدول ۳ تجزیه واریانس اثر ترکیب ساخت بر مدول الاستیسیته در سطح ۱ درصد معنی‌دار می‌باشد. همان‌طور که در شکل ۴ ملاحظه می‌گردد بالاترین میزان مدول الاستیسیته مربوط به ترکیب ساخت ۵۰ درصد صنوبر و ۵۰ درصد OCC است و پایین‌ترین میزان مدول الاستیسیته مربوط به ترکیب ساخت ۲۵ درصد صنوبر و ۷۵ درصد OCC است. در تحقیقی که Iison (۱۹۹۴) در زمینه ساخت تخته از ترکیب الیاف پسماند و خرده‌چوب انجام داد به این نتیجه رسید که تخته‌های ساخته شده با الیاف پسماند بیشتر، مدول الاستیسیته کمتری دارند. در این بررسی مشخص شد که افزایش OCC تا سطح ۵۰ درصد کاهش در مدول الاستیسیته ایجاد نمی‌کند و کاهش در مدول الاستیسیته در مصرف بیشتر از ۵۰ درصد الیاف بازیافتی است که به دلیل سستی این الیاف می‌باشد. مطابق با جدول ۳ تجزیه واریانس اثر مقدار چسب بر مدول الاستیسیته معنی‌دار نمی‌باشد. همچنین اثر مقدار چسب و ترکیب مواد بر مدول الاستیسیته معنی‌دار نمی‌باشد اما بیشترین میزان

اینکه سطح ویژه زیاد کاغذ کارتن کهنه در مقایسه با خرده چوب صنوبر، رزین بیشتری برای پوشش و اتصال مناسب تر نیاز دارد.



شکل ۴ - اثر ترکیب مواد بر مدول الاستیسیته



شکل ۵ - اثر ترکیب مواد بر چسبندگی داخلی

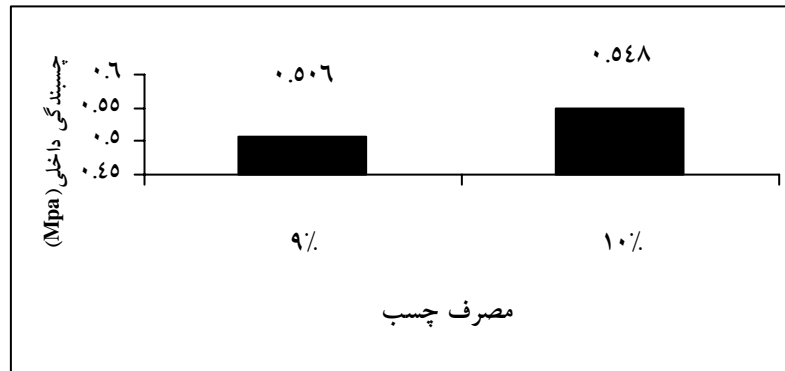
می‌گردد. افزایش بیشتر مقدار مصرف چسب سبب آغشتگی بیشتر سطوح ذرات خرده چوب شده و اتصالات قوی تری ایجاد می‌گردد.

ضمناً با توجه به جدول ۳ تجزیه واریانس اثر درصد چسب و درصد ترکیب مواد بر مقاومت چسبندگی داخلی معنی دار نمی‌باشد ولی با مشاهده نمودار شکل ۷ ملاحظه شد که بهترین تیمار در شرایط استفاده از ۱۰ درصد چسب اوره فرم آلدئید و ۲۵ درصد ضایعات OCC می‌باشد.

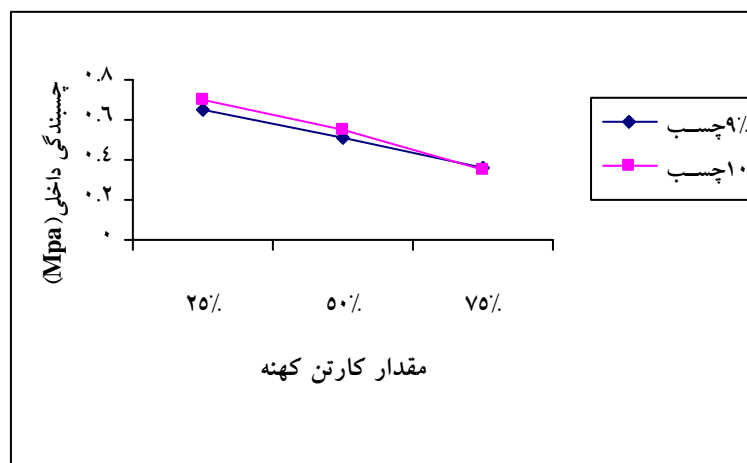
مطابق با جدول ۳ تجزیه واریانس اثر مقدار چسب بر چسبندگی داخلی در سطح ۱ درصد معنی دار شده است. همان‌طور که در شکل ۶ ملاحظه می‌گردد، بالاترین میزان چسبندگی داخلی مربوط به مصرف ۱۰ درصد چسب می‌باشد که نسبت به مصرف چسب ۹ درصد، ۸/۳ درصد افزایش در چسبندگی داخلی مشاهده می‌گردد. پس می‌توان نتیجه‌گیری کرد که با افزایش مصرف چسب از ۹ به ۱۰ درصد افزایش چسبندگی داخلی مشاهده

مقدار OCC، چسبندگی داخلی کاهش می‌یابد.

همان‌طور که در نمودار شکل ۷ مشاهده می‌گردد در شرایط استفاده از مقادیر ۹ و ۱۰ درصد چسب با افزایش



شکل ۶ - اثر مقدار چسب بر مقاومت چسبندگی داخلی



شکل ۷ - اثر مقدار چسب و ترکیب مواد بر چسبندگی داخلی

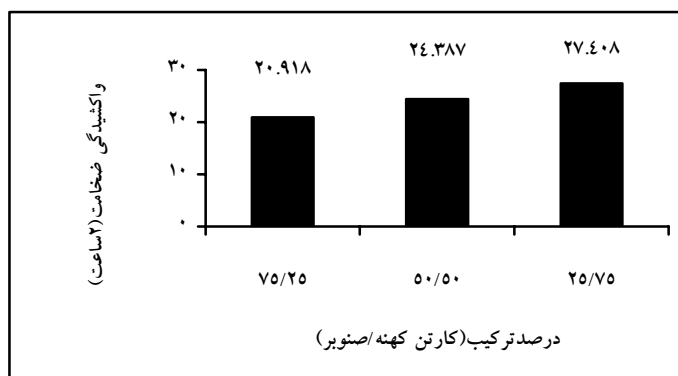
غوطه‌وری در سطح ۱ درصد معنی‌دار شده است. همان‌طور که در شکل ۸ ملاحظه می‌گردد، کمترین میزان واکشیدگی ضخامت در ترکیب ساخت ۲۵ درصد OCC و ۷۵ درصد صنوبر دیده می‌شود که نسبت به ترکیب ساخت ۲۵ درصد صنوبر و ۷۵ درصد OCC، ۳۱ درصد کاهش در واکشیدگی ضخامت مشاهده می‌شود. از آنچه بدست آمده است این‌گونه نتیجه‌گیری می‌شود که افزایش میزان خرده‌چوب صنوبر باعث کاهش میزان واکشیدگی

واکشیدگی ضخامت پس از ۲ ساعت غوطه‌وری در آب مقدار جذب آب و واکشیدگی ضخامت معرف پایداری ابعاد تخته‌ها در تماس با رطوبت و قرار گرفتن در محیط‌های مرطوب است، به طوری که هرچه تغییرات ضخامت تخته‌ها بیشتر باشد، تخریب سریع‌تر در خواص مکانیکی و نمای تخته‌ها بوجود می‌آید (دوست حسینی، ۱۳۸۰). مطابق جدول ۳ تجزیه واریانس اثر ترکیب ساخت بر واکشیدگی ضخامت پس از ۲ ساعت



با (۲۰۰۳) نیز در تحقیق خود به نقش کاغذ روزنامه باطله در افزایش جذب آب تخته‌ها اشاره کرد.

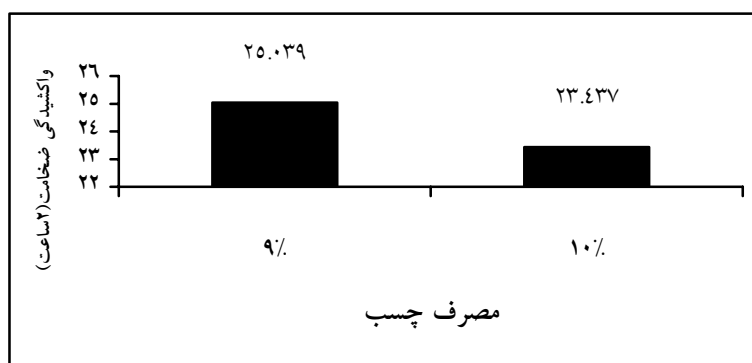
ضخامت تخته‌ها می‌شود که البته به دلیل جذب رطوبت بیشتر OCC نسبت به خرده‌چوب است. Grigoriuos



شکل ۸ - اثر ترکیب مواد بر واکشیدگی ضخامت پس از ۲ ساعت غوطه‌وری

بررسی‌های دوست حسینی (۱۳۶۵) همخوانی داشته است. وی عنوان می‌کند که با افزایش مصرف چسب به دلیل افزایش چسبندگی و ایجاد اتصال مناسبتر، در میزان جذب آب و واکشیدگی ضخامت تخته‌ها تاخیر حاصل می‌گردد. با توجه به جدول ۳ تجزیه واریانس اثر مقدار چسب و درصد ترکیب مواد بر واکشیدگی ضخامت معنی‌دار نمی‌باشد اما بهترین تیمار در شرایط استفاده از ۱۰ درصد چسب اوره فرم آلدئید و ۲۵ درصد OCC می‌باشد.

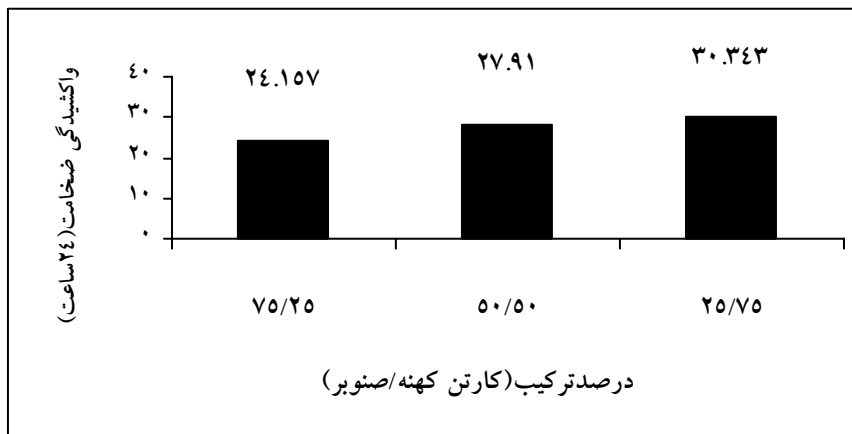
مطابق با جدول ۳ تجزیه واریانس اثر مقدار چسب بر واکشیدگی ضخامت پس از ۲ ساعت غوطه‌وری در سطح درصد معنی‌دار شده است. همان‌طور که در شکل ۹ ملاحظه می‌گردد کمترین میزان واکشیدگی ضخامت مربوط به مصرف ۱۰ درصد چسب است که نسبت به مصرف ۹ درصد چسب، ۶/۸ درصد کاهش در واکشیدگی ضخامت مشاهده می‌شود. بنابراین افزایش مصرف چسب باعث کاهش واکشیدگی ضخامت می‌شود. نتایج فوق با



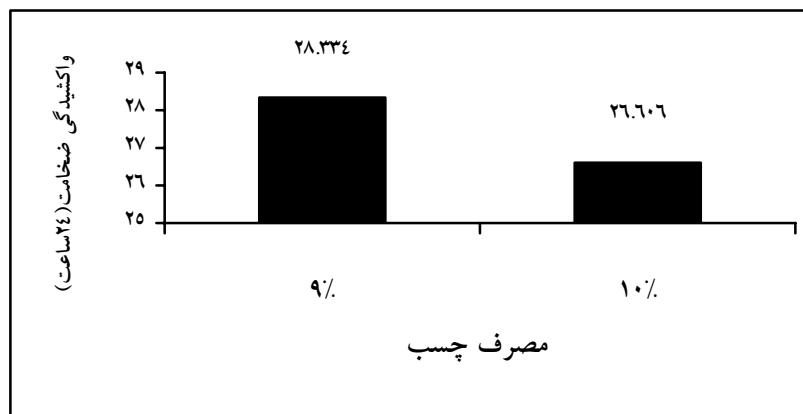
شکل ۹ - اثر مقدار چسب بر واکشیدگی ضخامت پس از ۲ ساعت غوطه‌وری

ساخت ۷۵ درصد صنوبر و ۲۵ درصد OCC دیده می‌شود که نسبت به ترکیب ساخت ۲۵ درصد صنوبر و ۷۵ درصد OCC، ۲۴/۶ درصد کاهش در واکنشیدگی ضخامت مشاهده می‌شود.

واکنشیدگی ضخامت پس از ۲۴ ساعت غوطه‌وری در آب: مطابق با جدول ۳ تجزیه واریانس اثر ترکیب ساخت بر واکنشیدگی ضخامت در سطح ۱ درصد معنی‌دار شده است. همان‌طور که در شکل ۱۰ ملاحظه می‌گردد، کمترین میزان واکنشیدگی ضخامت در ترکیب



شکل ۱۰ - اثر ترکیب مواد بر واکنشیدگی ضخامت پس از ۲۴ ساعت غوطه‌وری



شکل ۱۱ - اثر مقدار چسب بر واکنشیدگی ضخامت پس از ۲۴ ساعت غوطه‌وری

جدول ۳ تجزیه واریانس اثر مقدار چسب بر واکنشیدگی ضخامت پس از ۲۴ ساعت غوطه‌وری در سطح ۱ درصد معنی‌دار می‌باشد. همان‌طور که در شکل ۱۱ ملاحظه می‌گردد کمترین میزان واکنشیدگی ضخامت مربوط به

از آنچه بدست آمده است نتیجه‌گیری می‌شود که افزایش الیاف ضایعاتی باعث افزایش میزان واکنشیدگی ضخامت پس از ۲۴ ساعت غوطه‌وری می‌شود که به دلیل جذب رطوبت الیاف کاغذ کارتن کهنه است. مطابق با

از مطالعات عنایتی و حسینی (۱۳۸۶) نشان‌دهنده کاهش مدول گسیختگی در نتیجه افزایش مقدار کاغذ اسکناس باطله است. بالاترین میزان چسبندگی داخلی در ترکیب ساخت ۷۵ درصد صنوبر و ۲۵ درصد OCC و پایین‌ترین میزان چسبندگی داخلی در ترکیب ساخت ۲۵ درصد صنوبر و ۷۵ درصد OCC است. افزایش کاغذ کارتن کهنه بیشترین تأثیر را بر چسبندگی داخلی تخته‌ها داشته است. کاهش چسبندگی داخلی ممکن است به علت کم بودن مقاومت کاغذ کارتن کهنه نسبت به خرده‌چوب در برابر نیروهای کشش عمود بر الیاف و همچنین بزرگتر بودن سطح ویژه کاغذ کارتن کهنه و احتیاج آنها به چسب بیشتر باشد. همان‌طور که ملاحظه شد کمترین میزان واکنشیدگی ضخامت پس از ۲ و ۲۴ ساعت غوطه‌وری در ترکیب ساخت ۲۵ درصد OCC و ۷۵ درصد صنوبر دیده می‌شود و بیشترین میزان واکنشیدگی ضخامت در ترکیب ساخت ۲۵ درصد صنوبر و ۷۵ درصد OCC دیده می‌شود. این مسئله احتمالاً به دلیل بالا بودن سطح ویژه کاغذ کارتن کهنه در مقایسه با خرده‌چوب است که برای پوشش آنها چسب بیشتری لازم است. افزایش مقدار رزین از ۹ به ۱۰ درصد در تمامی موارد تأثیر مثبت داشته است به عبارت دیگر افزایش رزین باعث افزایش مقاومت خمشی، مدول الاستیسیته و چسبندگی داخلی و باعث کاهش واکنشیدگی ضخامت می‌شود. در این بررسی شرایط بهینه ساخت تخته‌خرده‌چوب با استفاده از ترکیب OCC و خرده‌چوب صنوبر بر حسب کاربرد آنها به این صورت بدست آمد که درصد ترکیب ۵۰ درصد OCC و ۵۰ درصد خرده‌چوب صنوبر، جهت کاربردهای خمشی (مصارف داخلی ساختمان، مبلمان و...) و ترکیب ۲۵ درصد OCC و ۷۵ درصد خرده‌چوب صنوبر، جهت کاربردهای کششی و

مصرف ۱۰ درصد چسب است که نسبت به مصرف ۹ درصد چسب، ۶/۵ درصد کاهش در واکنشیدگی ضخامت دارد. همان‌طور که مشخص است دلیل این کاهش در واکنشیدگی ضخامت، افزایش میزان اتصال الیاف و خرده‌چوب در اثر افزایش مصرف چسب است. با توجه به جدول ۳ تجزیه واریانس اثر مقدار چسب و درصد ترکیب مواد بر واکنشیدگی ضخامت پس از ۲۴ ساعت غوطه‌وری در آب معنی‌دار نمی‌باشد اما بهترین تیمار در شرایط استفاده از ۱۰ درصد چسب اوره فرم آلدئید و ۲۵ درصد OCC می‌باشد.

## بحث

با توجه به نتایج بدست آمده از اثر ترکیب مواد و رزین اوره فرم آلدئید بر خواص فیزیکی و مکانیکی تخته‌ها شامل، مقاومت خمشی (MOR)، مدول الاستیسیته (MOE)، چسبندگی داخلی (IB) و واکنشیدگی ضخامت پس از ۲ و ۲۴ ساعت غوطه‌وری در آب (TS2, TS24)، می‌توان گفت بالاترین میزان مقاومت خمشی و مدول الاستیسیته در ترکیب ساخت ۵۰ درصد صنوبر و ۵۰ درصد OCC دیده می‌شود که به دلیل ضریب کشیدگی بالای کاغذ کارتن کهنه است. پایین‌ترین میزان مقاومت خمشی و مدول الاستیسیته مربوط به ترکیب ساخت ۷۵ درصد OCC و ۲۵ درصد صنوبر است که مربوط به استحکام کمتر کاغذ کارتن کهنه نسبت به خرده‌چوب صنوبر است. ضریب کشیدگی بالای کاغذ کارتن کهنه در شرایط استفاده از ۵۰ درصد OCC، استحکام کمتر آنرا نسبت به خرده‌چوب صنوبر جبران می‌کند اما افزایش استفاده از کاغذ کارتن کهنه (۷۵ درصد) منجر به افت خواص خمشی می‌گردد. نتایج بدست آمده

-طارمیان، اصغر، کاظم دوست حسینی، سید احمد میرشکرایی و مهدی فائزی پور، ۱۳۸۳. بررسی امکان استفاده از الیاف پسماند کاغذسازی در ساخت تخته خرده چوب. مجله پژوهشی تحقیقات علوم چوب و کاغذ ایران، ۱۹: ۱۵۷-۱۳۷.

-دوست حسینی، کاظم، ۱۳۶۵. تاثیر مقدار مصرف رزین اوره فرم آلدئید و رطوبت کیک خرده چوب بر خواص تخته های ساخته شده از چوب گز. نشریه دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، شماره ۴۰.

-دوست حسینی، کاظم، ۱۳۸۰. فناوری تولید و کاربرد صفحات فشرده چوبی، انتشارات دانشگاه تهران، ۶۴۸ ص.

-دوست حسینی، کاظم، مجید چهارمحالی و محمدعلی پودینه-پور، ۱۳۸۶. بررسی امکان استفاده از کارتن کهنه (OCC) در لایه های سطحی تخته خرده چوب به منظور بهبود کیفیت سطح تخته خرده چوب. نشریه دانشکده منابع طبیعی، ۶۰ (۳): ۱۰۱۱-۱۰۰۱.

- Grigorious, A.H., 2003. Waste paper-wood composites bonded with isocyanate. *Wood Science and Technology*, 37: 79-89.
- Hunt, J. E., Harper, D. P., Friedrich. K. A., 2004. 38th International Wood Composites Symposium Proceedings. 207-216.
- Khedar, J., N. Nankongnab, J. Hiranlabh & S. Teekasp, 2004. New low cost insulation particleboards from mixture of durian peel and coconut coir. *Building and environment* 39(2): 59 - 65.
- Lee, P. W & J. Iison, 1994. Fire retardancy and mechanical properties of paper sludge – wood particle mixed board. College of agriculture and life sciences Seoul national university, suwan 441-744, Korea.
- Nemli, G. 2000. Effects of surface coating materials and process parameters on the technological of particleboard. PhD Thesis, Faculty of Forestry, Karadeniz Technical University, 181 pp., Trabzon, Turkey (in Turkish).

واکسیدگی ضخامت (کاربردهای خارجی ساختمان) مناسب می باشد. لذا با توجه به این تقسیم بندی می توان گفت که شرایط بهینه استفاده از ضایعات OCC با در نظر گرفتن ویژگی های متغیر ساخت در دو ترکیب ۵۰ درصد OCC و ۵۰ درصد خرده چوب صنوبر و همچنین ۲۵ درصد OCC و ۷۵ درصد خرده چوب صنوبر همراه با مصرف ۱۰ درصد چسب می باشد. بنابراین از آنجائیکه استفاده از ضایعات OCC بیش از ۵۰ درصد سبب کاهش ویژگی های فیزیکی و مکانیکی می گردد، توصیه نمی شود. پس به طور کلی می توان اینگونه نتیجه گیری کرد که استفاده بیش از ۵۰ درصد OCC در ترکیب ساخت باعث افت شدید خواص فیزیکی و مکانیکی تخته خرده چوب ساخته شده می گردد.

#### منابع مورد استفاده

- اعلم پور، سید جعفر، ۱۳۸۴. تاثیر شرایط ساخت بر بهبود کیفیت تخته خرده چوب ساخته شده از باگاس. مجله پژوهشی تحقیقات علوم چوب و کاغذ ایران، ۲۰ (۲): ۲۵۵-۲۳۷.
- حبیبی، مسعود رضا، ۱۳۷۷. بررسی تاثیر شرایط ساخت بر ویژگی های خرده چوب و تخته خرده چوب. پایان نامه کارشناسی ارشد.
- عنایتی، علی اکبر و امید حسینی، ۱۳۸۶. استفاده از دورریزهای کاغذ اسکناس باطله در ساخت تخته خرده چوب. نشریه دانشکده منابع طبیعی، ۶۰ (۳): ۱۰۳۶-۱۰۲۳.
- رسام، غنچه، ۱۳۸۳. بررسی امکان تولید تخته فیبر از الیاف چوب و کارتن کهنه، رساله دکتری، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران، کرج. صفحه ۱۶۸.

## Investigation of applying the old corrugated container (OCC) and aspen chips in particleboard production

Eshraghi, A.<sup>1\*</sup>, Khademi Eslam, H.<sup>2</sup>, Nourbakhsh, A.<sup>3</sup> and Bazyar, B.<sup>2</sup>

1\*- Corresponding author, M.Sc. in Wood Science & Technology Islamic Azad Univ. (Tehran)

Email: amir\_eshraghi58@yahoo.com

2- Assistant Prof. of Wood Science & Technology Dep., Science and Research Branch, Islamic Azad Univ. (Tehran)

3- Research assistant Prof, Institute of Forests and Rangelands, Wood Technology Dep. Karaj, Iran

Received: April, 2010

Accepted: Jan., 2011

### Abstract

In this study, aspen chips with OCC (Old Corrugated Container) were used in particleboard production and samples were prepared at two different levels of resin contents (%9 and %10) and three levels of combination: 1- %25 OCC +%75 aspen, 2- %50 OCC + %50 aspen, 3- %75 OCC +%25 aspen. Indeed in this study these two mentioned factors are variable and other factors such as press temperature: 165 °C, press time: 5 minute, mat moisture %12, board density 0.75 g/cm<sup>3</sup> and press pressure 30 kg/cm<sup>2</sup> were constant. After the board's fabrication according to DIN-68763 standard, different tests were undergone include: bending strength, modulus of elasticity, internal bonding strength and thickness swelling after 2 & 24 hours immersion in water. The results indicate that second ratio(%50 OCC and %50 aspen chips) is proper for bending applications and the first ratio(%25 OCC and %75 aspen chips) is proper for tensile and thickness swelling applications. Therefore, applying the OCC more than %50 in manufacturing combination; result in decreasing the physical and mechanical properties. Moreover the results show that when the resin content increases, the board features improve.

**Keywords:** Particleboard, urea-formaldehyde, old corrugated container, modulus of rupture, modulus of elasticity, internal bonding, thickness swelling.