بررسی خواص فیزیکی و مکانیکی تخته فیبر نیمه سنگین (MDF) ساخته شده از اختلاط ضایعات اسکناس باطله و الیاف چوبی

علی‌حسن‌پور تیچی[1*]، امین دلیرزاده[2]، بهزاد بازیار[3] و سیدمهدی خاکزادیان[4]

۱) دانشجوی دکتری رشته علوم و صنایع چوب و کاغذ، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران. *رایانامه نویسنده مسئول: hasanpoortichi@gmail.com

۲) دانشجوی کارشناسی‌ارشد رشته علوم و صنایع چوب و کاغذ، دانشگاه زابل، زابل، ایران.

۳) استادیار گروه علوم و صنایع چوب و کاغذ، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران.

۴) دانشجوی کارشناسی‌ارشد علوم و صنایع چوب و کاغذ، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد ساری، ساری، ایران.

تاریخ دریافت: ۹۴/۴/۱۴ تاریخ پذیرش: ۹۵/۰۴/۰۶

چکیده

در این بررسی با استفاده از ضایعات اسکناس باطله یک نوع تخته فیبر با دانسیته متوسط (MDF) به صورت همسان و به روش خشک ساخته شد. مقدار چسب اوره فرمالدئید ۱۰ و ۱۲ درصد و همچنین نسبت اختلاط الیاف چوب با ضایعات اسکناس (۱۰۰ به ۰، ۹۵ به ۵، ۹۰ به ۱۰ و ۸۵ به ۱۵) به‌عنوان عوامل متغیر و دمای پرس ۱۶۰ درجه سانتی‌گراد، زمان پرس ۲۰ دقیقه و رطوبت کیک ۱۵ درصد، دانسیته تخته ۰/۷ گرم بر سانتی‌متر مکعب و همچنین فشار پرس به‌عنوان عوامل ثابت بودند. برش نمونه و تست نمونه در این پژوهش مطابق با استاندارد EN 312 صورت گرفت. نتایج این بررسی نشان داد مقاومت خمشی و چسبندگی داخلی با افزایش درصد ضایعات اسکناس افزایش می‌یابد و در سطح ۱۰ درصد اسکناس به بالاترین مقدار خود می‌رسد و درصد جذب آب و واکشیدگی ضخامت تخته‌ها پس از ۲ و ۲۴ ساعت غوطه‌وری در آب با افزایش درصد ضایعات اسکناس به حداقل می‌رسد.

واژه‌های کلیدی: تخته فیبر با دانسیته متوسط، چسبندگی داخلی، ضایعات اسکناس باطله، مقاومت خمشی.

مقدمه

تقاضا برای مواد اولیه و نهاده‌های تولید در سال‌های اخیر به واسطه صنعتی شدن اکثر کشورهای در حال توسعه، رو به افزایش گذاشته است. با توجه به محدود بودن منابع مواد اولیه به‌ویژه در بخش منابع‌طبیعی، تامین چوب یکی از مهمترین معضلات جوامع بشری در دهه-های اخیر بوده است.

بروز چنین معضلی در اوایل قرن بیستم و حاد شدن آن در اواسط این قرن زمینه‌ساز انجام تحقیقات گسترده‌ای در جهت به‌کارگیری فرآیندها و روش‌هایی گردید که توان تولید محصولات مرکب چوبی با استفاده از مواد لیگنوسلولزی نامرغوب جنگلی، ضایعات حاصل از برداشت محصولات کشاورزی و ضایعات مواد دیگر را داشته باشند. شاید به دلیل کاهش تولید چوب‌آلات

مرغوب صنعتی و رشد روز افزون مصرف چوب تولید صفحات فشرده چوبی قدم به عرصه صنعت گذاشته باشد، ولی این صنعت توانست حتی با مواد اولیه نامرغوب و ارزان قیمت، محصولاتی با کیفیت و مزایای متعدد تولید کرده و به تدریج رشد کمی و کیفی آن را توسعه دهد.

اوراق فشرده چوبی و صنایع تخته فیبر با دانسیته متوسط در سال‌های اخیر از رشد و توسعه قابل ملاحظه-ای برخوردار بوده و استفاده از ضایعات کمک به سزایی در تولید این فرآورده‌های مرکب کرده است. یکی از این ضایعات می‌تواند ضایعات اسکناس باشد. مقدار ضایعات اسکناس بر اساس اطلاعات به‌دست آمده از بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران در سال‌های ۱۳۸۴، ۱۳۸۵ و ۱۳۸۶ به‌ترتیب در حدود ۶۹۱، ۵۲۳ و ۶۵۱ تن بوده است (اداره انتشار پول بانک مرکزی، ۱۳۸۷).

پژوهش‌های اندکی در زمینه استفاده از ضایعات کاغذ اسکناس در ساخت تخته فیبر صورت گرفته است. رنگ‌آور (۱۳۹۲) ضایعات اسکناس باطله را در ساخت MDF با استفاده از نانو نقره مورد بررسی قرار داد. در این پژوهش زمان پرس در سه سطح ۴، ۵ و ۶ دقیقه، میزان ضایعات اسکناس در دو سطح ۲۰ و ۳۰ درصد و نوع الیاف آغشته شده با نانو نقره و بدون نانو به‌عنوان عامل-های متغیر در نظر گرفته شد. نتایج به‌دست آمده نشان داد افزایش میزان اسکناس باطله سبب کاهش مقاومت‌های مکانیکی به‌ویژه چسبندگی درونی تخته‌ها شده و آغشته کردن الیاف با نانو نقره سبب بهبود همه خواص فیزیکی و مکانیکی تخته‌ها شده است. کاربرد ۳۰ درصد اسکناس باطله و انجام تیمار نانو نقره بر الیاف و زمان پرس ۶ دقیقه نیز برای ساخت تخته‌های MDF جهت مصارف درونی پیشنهاد شده است.

عنایتی و حسینایی (۱۳۸۶) در بررسی دور ریزهای کاغذ اسکناس باطله به صورت مخلوط با خرده‌های چوب در لایه میانی برای ساخت تخته خرده‌چوب به نسبت اختلاط ۰، ۱۰، ۲۰ و ۳۰ درصد وزنی لایه میانی و استفاده از رزین اوره فرمالدئید برای لایه‌های سطحی ۱۲ درصد و در لایه میانی ۱۰ درصد و زمان پرس در دو سطح ۵ و ۷ دقیقه و دمای پرس ۱۶۰ و ۱۸۰ درجه سلسیوس به این نتیجه رسیدند که افزایش میزان کاغذ اسکناس در لایه میانی مقاومت‌های مکانیکی، و به‌ویژه مقاومت چسبندگی درونی تخته‌ها را کاهش می‌دهد، لیکن همه مقاومت‌ها از حد استاندارد بیشتر می‌باشد. همچنین افزایش مقدار کاغذ اسکناس در ساخت تخته‌ها سبب کاهش میزان جذب آب و واکشیدگی ضخامت پس از ۲۴ ساعت غوطه‌وری در آب آنها می‌شود. به‌طور کلی امکان کاربرد ۳۰ درصد کاغذ اسکناس باطله در لایه میانی تخته خرده‌چوب را برای تخته‌های مصارف درونی پیشنهاد نمودند.

Krzysik و همکاران (۱۹۹۳) کاغذ روزنامه را در ساخت تخته فیبر به‌کار بردند. این پژوهشگران نتیجه گرفتند که به هنگام استفاده از الیاف روزنامه کهنه و الیاف چوب، با نسبت‌های مختلف (۰ به ۱۰۰، ۵۰ به ۵۰ و ۱۰۰ به ۰) برای ساخت تخته فیبر، افزایش مقدار رزین باعث بهبود کلیه ویژگی‌ها می‌شود. Krzysik و همکاران (۱۹۹۷) با استفاده از ضایعات چوب و ضایعات کاغذ به نسبت ۷۰ درصد الیاف ضایعات چوبی و ۳۰ درصد الیاف ضایعات کاغذ، تخته فیبر با دانسیته متوسط در سه ضخامت ۶، ۱۳ و ۱۹ میلی‌متر ساختند که در این کار از ۱۰ درصد چسب فنل فرمالدئید و ۱ درصد موم نیز استفاده شد. آزمایش‌های انجام شده نشان داد که تخته‌های با ضخامت ۶ میلی‌متر دارای مقاومت خمشی قابل قبولی نیستند و مقاومت خمشی آنها از حداقل استاندارد مورد نیاز کمتر است. به‌طور کلی صفحات با ضخامت ۱۳ و ۱۹ میلی‌متر، سطح مقاومت مکانیکی بیشتری از نوع ۶ میلی‌متر داشتند.

هدف از این بررسی، استفاده از ضایعات اسکناس در ساخت تخته فیبر نیمه‌سنگین و همچنین شناسایی بهترین

مقدار مصرف آن در ساخت این نوع تخته‌ها بود. علاوه بر اهداف ذکر شده جلوگیری از هدر رفت حجم زیاد ضایعات اسکناس و بهینه‌سازی آن در جهت تولید فرآورده‌های چوبی از دیگر اهداف این پژوهش بود.

مواد و روش‌ها

تهیه و آماده‌سازی الیاف چوبی

در این بررسی برای ساخت تخته‌ها از دو نوع مواد شامل الیاف چوب و ضایعات اسکناس باطله استفاده شد. ضایعات اسکناس باطله به صورت خرد شده از بانک مرکزی تهیه شد که میانگین ابعاد ضایعات اسکناس باطله و pH آنها در جدول ۱ ارایه شده است. الیاف صنعتی از کارخانه فیبر بابلسر تهیه گشت که شامل الیاف مخلوط از گونه‌های باغی و صنعتی و دیگر ضایعات چوب بود. این الیاف به روش ترمومکانیکی تولید شد که در این روش، خرده‌چوب‌ها تحت فشار ۷/۵ بار و دمای ۱۶۵ تا ۱۷۵ درجه سانتی‌گراد بخاردهی و نرم شدند. سپس نمونه‌ها به کمک دیسک‌های دیفیبراتور به الیاف مجزا یا دستجات دفیبراتور تبدیل شدند. الیاف تهیه شده دارای رطوبت ۶۵ تا ۷۰ درصد بودند که به دلیل رطوبت زیاد، توسط خشک‌کن خشک شدند و به رطوبتی معادل ۸ درصد رسیدند. برای ساخت تخته‌ها ابتدا الیاف در یک دستگاه مخلوط‌کن عمودی ریخته شد و سپس چسب و کاتالیزور به‌وسیله یک پیستوله با استفاده از هوای فشرده به داخل مخلوط‌کن پاشیده شد. برای شکل دادن کیک الیاف از یک قالب به ابعاد ۲۵×۳۲×۳۰ سانتی‌متری استفاده گردید و سپس قالب برداشته و به وسیله یک شابلون فلزی زیر پرس قرار گرفت. درصد اختلاط الیاف چوب و ضایعات اسکناس و درصد چسب به‌عنوان عوامل متغیر این پژوهش در جدول ۱ ارایه شدند.

سایر شرایط شامل نوع چسب (اوره- فرمالدئید)، حرارت پرس (۱۶۰ درجه سانتی‌گراد)، ضخامت تخته (۸ میلی‌متر)، وزن مخصوص تخته (۰/۷ گرم بر مترمکعب)، فشار پرس (۳۰ گرم بر سانتی‌متر مکعب) برای تمامی تیمارها ثابت در نظر گرفته شد.

جدول ۱. میانگین ابعاد ضایعات اسکناس

طول (mm)	عرض (mm)	ضخامت (mm)	ضریب کشیدگی	pH
۶/۵۴ ± ۰/۸	۴/۲۴ ±۰/۶	۰/۱۷±۰/۰۲	۳۹/۴۰	۶/۲

جدول ۲. سطوح عوامل متغیر مورد مطالعه

اختلاط	درصد چسب
۱۰۰ درصد الیاف چوب	۱۰
	۱۲
۹۵ درصد الیاف چوب و ۵ درصد ضایعات اسکناس	۱۰
	۱۲
۹۰ درصد الیاف چوب و ۱۰درصد ضایعات اسکناس	۱۰
	۱۲
۸۵ درصد الیاف چوب و ۱۵ درصد ضایعات اسکناس	۱۰
	۱۲

اندازه‌گیری ویژگی‌های مکانیکی و فیزیکی

در این بررسی از ترکیب ۲ متغیر در سطوح مختلف، ۸ تیمار حاصل و برای هر تیمار ۳ تکرار در نظر گرفته شد و در مجموع ۲۴ تخته آزمایشگاهی ساخته شد. پس از ساخت تخته‌های آزمایشگاهی برای رسیدن به رطوبت تعادل آنها را به مدت ۲ هفته در محیط آزمایشگاه قرار داده، سپس نمونه آزمونی برای بررسی خواص فیزیکی و مکانیکی مطابق استاندارد EN 312 تهیه شد. در این زمینه مقاومت خمشی (MOR) برابر استاندارد EN-317 به ابعاد ۵۰×۳۲۵ میلی‌متر، چسبندگی داخلی (IB) برابر استاندارد EN-319 به ابعاد ۵۰×۵۰ میلی‌متر و جذب آب و واکشیدگی ضخامت برابر استاندارد EN-310 به ابعاد ۵۰×۵۰ میلی‌متر اندازه‌گیری شدند. سپس آزمایش مقاومت خمشی و چسبندگی داخلی به کمک دستگاه اینسترون مدل ۱۱۷۶ در آزمایشگاه دانشگاه شهید رجایی بر روی نمونه‌های آزمونی انجام شد.

تجزیه و تحلیل آماری

در این بررسی از آزمون فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی برای ارزیابی اثر مستقل و متقابل عوامل متغیر و آزمون دانکن برای مقایسه میانگین‌ها استفاده شد. تجزیه و تحلیل آماری اثر عوامل اندازه‌گیری شده در سطح اعتماد ۱ و ۵ درصد صورت گرفت.

یافته‌ها

مقاومت خمشی

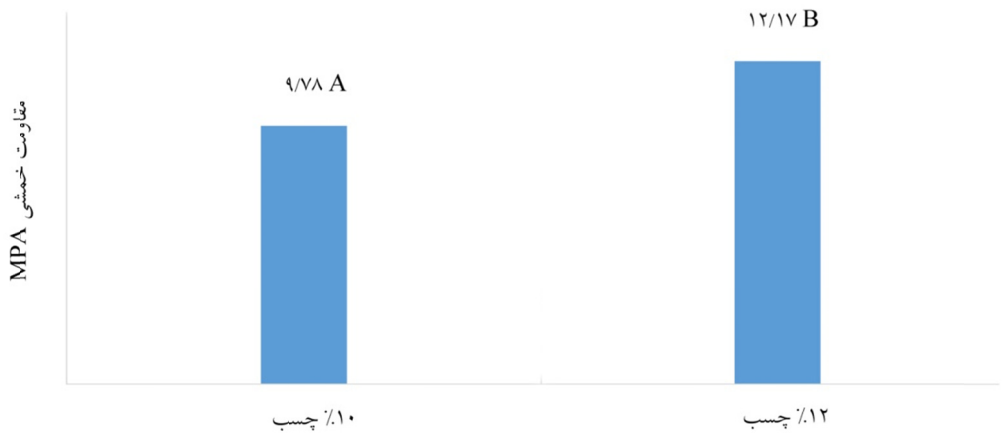
تجزیه و تحلیل آماری اثر مستقل و متقابل عوامل متغیر بر مقاومت خمشی، اختلاف معنی‌داری را نشان داد (جدول ۳)، به‌طوری‌که مقاومت خمشی با افزایش مقدار ضایعات اسکناس از ۵ به ۱۵ درصد افزایش یافت. یافته‌ها همچنین نشان داد تغییر در درصد اختلاط به‌طور معنی‌داری بر مقاومت خمشی اثرگذار است و بیشترین میزان مقاومت خمشی مربوط به تیمار ۱۰ درصد ضایعات اسکناس با ۹۰ درصد الیاف چوبی بود (شکل ۱).

نتایج همچنین نشان داد که با افزایش چسب از ۱۰ به ۱۲ درصد، مقاومت خمشی افزایش می‌یابد (شکل ۲). بررسی اثر متقابل عوامل نشان داد بیشترین مقدار مقاومت خمشی مربوط به اختلاط ۱۰ درصد ضایعات اسکناس و ۹۰ درصد الیاف چوبی با ۱۲ درصد چسب می‌باشد، همچنین کمترین مقدار مقاومت خمشی مربوط به اختلاط ۱۰۰ درصد الیاف چوبی و ۱۰ درصد چسب است (شکل ۳).

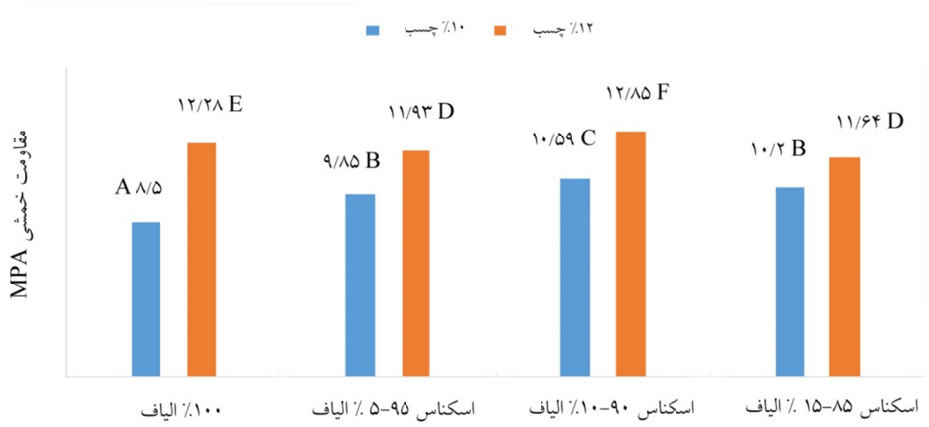
جدول ۳. تجزیه واریانس تاثیر مستقل و متقابل عوامل متغیر بر ساخت تخته فیبر نیمه‌سنگین

متغیر وابسته	مجموعه مربعات	DF	میانگین مربع	F	سطح معنی‌داری
مقاومت خمشی	۴۹/۶۶۸a	۷	۷/۰۹۵	۹۱/۸۶۵	۰/۰۰۰
چسبندگی داخلی	۰/۴۲۰b	۷	۰/۰۶۰	۲۶۰/۶۰۹	۰/۰۰۰
جذب آب پس از ۲ ساعت	۹۸۳/۵۵۵c	۷	۱۴۰/۵۰۸	۵۴۸۳/۲۳۲	۰/۰۰۰
جذب آب پس از ۲۴ ساعت	۹۰۲/۴۹۵d	۷	۱۲۸/۹۲۸	۸۹۳/۰۸۴	۰/۰۰۰
واکشیدگی ضخامت پس از ۲ ساعت	۳۵۷/۳۱۳e	۷	۵۱/۰۴۵	۴۵۸/۴۶۸	۰/۰۰۰
واکشیدگی ضخامت پس از ۲ ساعت	۷۱۱/۶۴۵f	۷	۱۰۱/۶۶۴	۱۱۹۹/۷۴۸	۰/۰۰۰

شکل ۱. اثر درصد اختلاط بر مقاومت خمشی به همراه گروه‌بندی دانکن



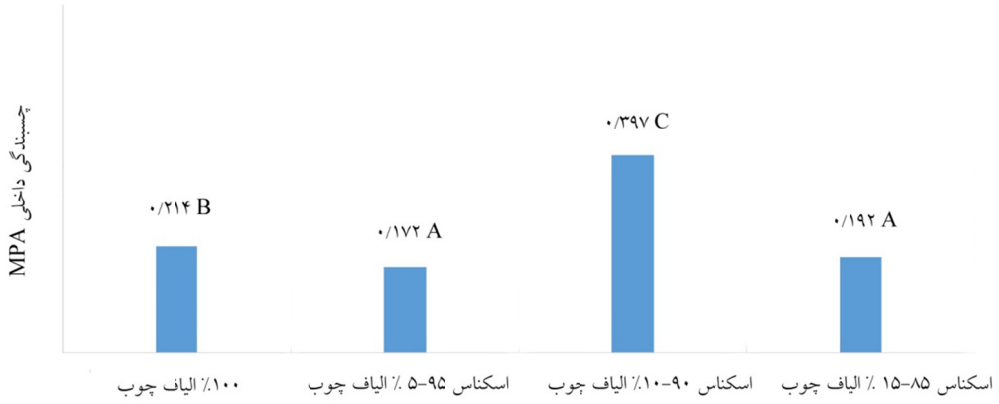
شکل ۲. اثر مقدار چسب بر مقاومت خمشی به همراه گروه‌بندی دانکن



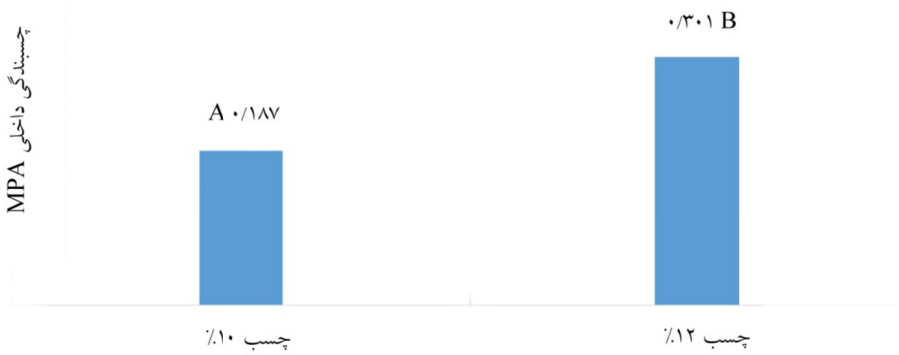
شکل ۳. اثر متقابل درصد اختلاط و مقدار چسب بر مقاومت خمشی به همراه گروه‌بندی دانکن

چسبندگی داخلی

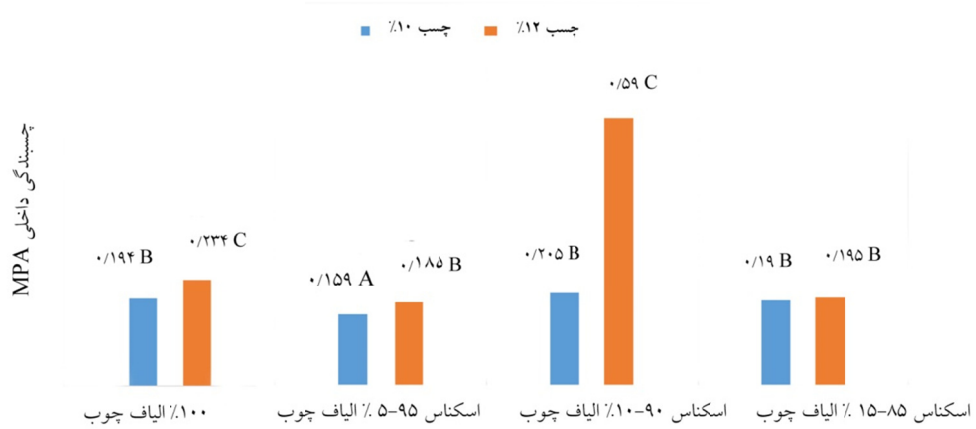
تجزیه و تحلیل آماری اثر مستقل و متقابل عوامل متغیر اختلاف معنی‌داری را در میزان چسبندگی داخلی بین تیمارها نشان داد (جدول ۳)، به‌طوری‌که با افزایش مقدار ضایعات اسکناس از ۵ به ۱۵ درصد، چسبندگی داخلی کاهش یافت. نتایج همچنین نشان داد که تغییر درصد اختلاط به‌طور معنی‌داری بر چسبندگی داخلی اثر می‌گذارد. بیشترین میزان چسبندگی داخلی مربوط به تیمار ۱۰ درصد ضایعات اسکناس و ۹۰ درصد الیاف چوبی بود (شکل ۴). یافته‌ها همچنین نشان داد با افزایش چسب از ۱۰ به ۱۲ درصد، چسبندگی داخلی افزایش می‌یابد (شکل ۵). بررسی اثر متقابل عوامل نشان داد بیشترین مقدار چسبندگی داخلی مربوط به اختلاط ۱۰ درصد ضایعات اسکناس و ۹۰ درصد الیاف چوبی با ۱۲ درصد چسب می‌باشد. همچنین کمترین مقدار چسبندگی داخلی مربوط به اختلاط ۹۵ درصد الیاف چوبی و ۵ درصد ضایعات اسکناس با ۱۰ درصد چسب می‌باشد (شکل ۶).



شکل ۴. اثر درصد اختلاط بر چسبندگی داخلی به همراه گروه‌بندی دانکن



شکل ۵. اثر مقدار چسب بر چسبندگی داخلی به همراه گروه‌بندی دانکن

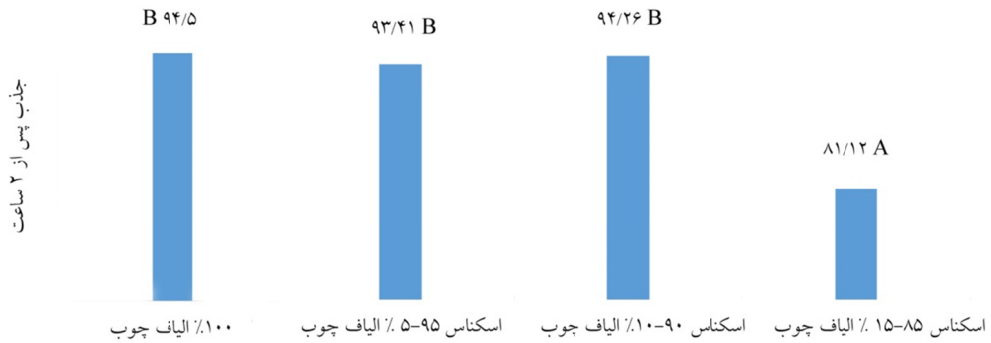


شکل ۶. اثر متقابل درصد اختلاط و مقدار چسب بر چسبندگی داخلی به همراه گروه‌بندی دانکن

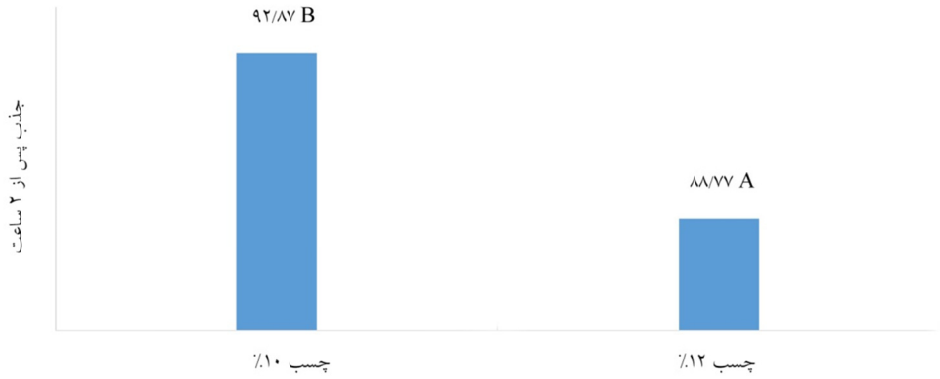
جذب آب پس از ۲ ساعت غوطه‌وری در آب

تجزیه و تحلیل آماری اثر مستقل و متقابل عوامل متغیر بر جذب آب پس از ۲ ساعت غوطه‌وری در آب، اختلاف معنی‌داری را نشان داد (شکل ۲)، به‌طوری‌که با افزایش مقدار ضایعات اسکناس از ۵ به ۱۵ درصد جذب آب پس از ۲ ساعت غوطه‌وری در آب کاهش یافت. همچنین نتایج نشان داد که تغییر درصد اختلاط به‌طور معنی‌داری بر جذب آب پس از ۲ ساعت غوطه‌وری در آب اثر می‌گذارد.

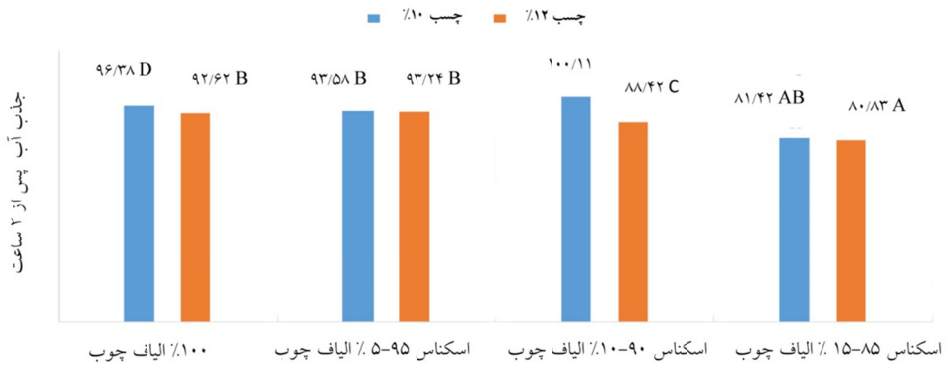
کمترین میزان جذب آب پس از ۲ ساعت غوطه‌وری در آب مربوط به تیمار ۱۵ درصد ضایعات اسکناس و ۸۵ درصد الیاف چوبی بود (شکل ۷). نتایج همچنین نشان داد با افزایش چسب از ۱۰ به ۱۲ درصد، جذب آب پس از ۲ ساعت غوطه‌وری در آب کاهش می‌یابد (شکل ۸). بررسی اثر متقابل عوامل نشان داد که کمترین مقدار جذب آب پس از ۲ ساعت غوطه‌وری در آب، مربوط به اختلاط ۱۵ درصد ضایعات اسکناس و ۸۵ درصد الیاف چوبی با ۱۲ درصد چسب است. همچنین بیشترین مقدار جذب آب پس از ۲ ساعت غوطه‌وری در آب، مربوط به اختلاط ۱۰۰ درصد الیاف چوبی با ۱۰ درصد چسب بود (شکل ۹).



شکل ۷. اثر درصد اختلاط بر جذب آب پس از ۲ ساعت غوطه‌وری در آب به همراه گروه‌بندی دانکن



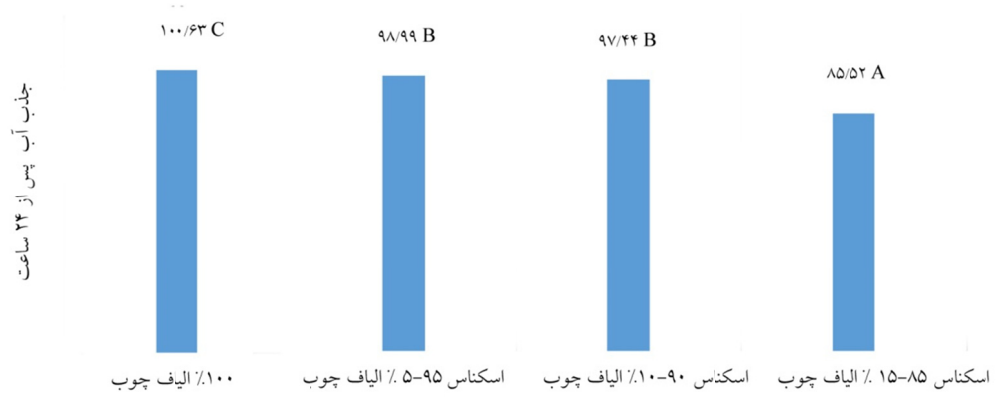
شکل ۸. اثر مقدار چسب بر جذب آب پس از ۲ ساعت غوطه‌وری در آب به همراه گروه‌بندی دانکن



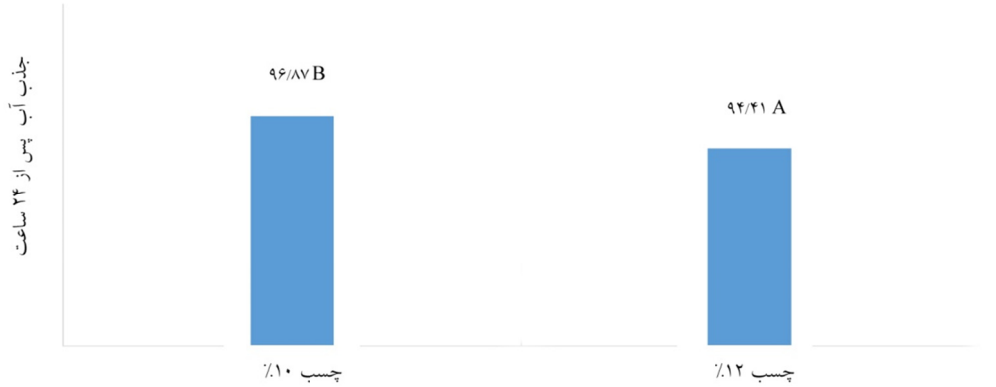
شکل ۹. اثر متقابل درصد اختلاط و مقدار چسب بر جذب آب پس از ۲ ساعت غوطه‌وری در آب به همراه گروه‌بندی دانکن

جذب آب پس از ۲۴ ساعت غوطه‌وری در آب

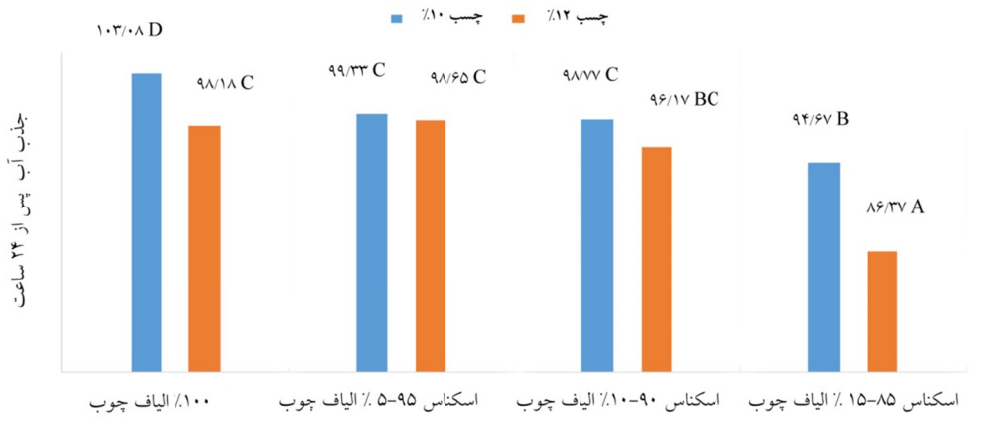
تجزیه و تحلیل آماری اثر مستقل و متقابل عوامل متغیر بر جذب آب پس از ۲۴ ساعت غوطه‌وری در آب اختلاف معنی‌داری را نشان داد (شکل ۲)، به‌طوری‌که با افزایش مقدار ضایعات اسکناس از ۵ به ۱۵ درصد جذب آب پس از ۲۴ ساعت غوطه‌وری در آب، کاهش یافت. همچنین نتایج نشان داد تغییر درصد اختلاط به‌طور معنی‌داری بر جذب آب پس از ۲۴ ساعت غوطه‌وری در آب اثرگذار است. کمترین میزان جذب آب پس از ۲۴ ساعت غوطه‌وری در آب، مربوط به تیمار ۱۵ درصد ضایعات اسکناس و ۸۵ درصد الیاف چوبی بود (شکل ۱۰). نتایج همچنین نشان داد با افزایش چسب از ۱۰ به ۱۲ درصد، جذب آب پس از ۲۴ ساعت غوطه‌وری در آب، کاهش می‌یابد (شکل ۱۱). بررسی اثر متقابل عوامل نشان داد که کمترین مقدار جذب آب پس از ۲۴ ساعت غوطه‌وری در آب، مربوط به اختلاط ۱۵ درصد ضایعات اسکناس و ۸۵ درصد الیاف چوبی با ۱۲ درصد چسب است. همچنین بیشترین مقدار جذب آب پس از ۲۴ ساعت غوطه‌وری در آب، مربوط به اختلاط ۱۰۰ درصد الیاف چوبی با ۱۰ درصد چسب می‌باشد (شکل ۱۲).



شکل ۱۰. اثر درصد اختلاط بر جذب آب پس از ۲۴ ساعت غوطه‌وری در آب به همراه گروه‌بندی دانکن



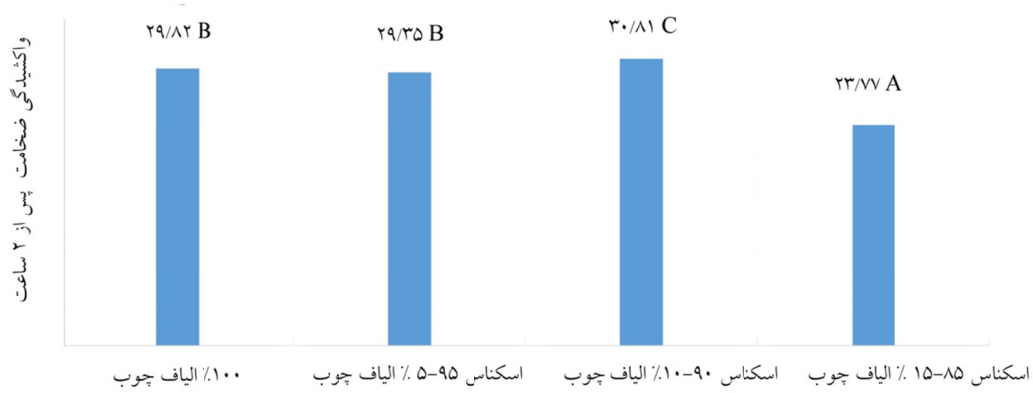
شکل ۱۱. اثر مقدار چسب بر جذب آب پس از ۲۴ ساعت غوطه‌وری در آب به همراه گروه‌بندی دانکن



شکل ۱۲. اثر متقابل درصد اختلاط و مقدار چسب بر جذب آب پس از ۲۴ ساعت غوطه‌وری در آب به همراه گروه‌بندی دانکن

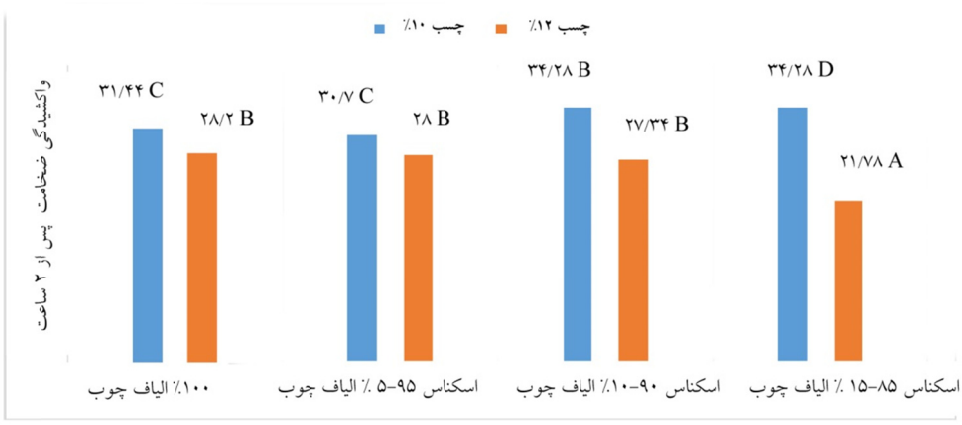
واکشیدگی ضخامت پس از ۲ ساعت غوطه‌وری در آب

تجزیه و تحلیل آماری اثر مستقل و متقابل عوامل متغیر بر واکشیدگی ضخامت پس از ۲ ساعت غوطه‌وری در آب، اختلاف معنی‌داری را نشان داد (جدول ۳)، به‌طوری‌که با افزایش مقدار ضایعات اسکناس از ۵ به ۱۵ درصد، واکشیدگی ضخامت پس از ۲ ساعت غوطه‌وری در آب، کاهش یافت. نتایج همچنین نشان داد که تغییر در درصد اختلاط، به‌طور معنی‌داری بر واکشیدگی ضخامت پس از ۲ ساعت غوطه‌وری در آب اثر می‌گذارد. کمترین میزان واکشیدگی ضخامت پس از ۲ ساعت غوطه‌وری درآب، مربوط به تیمار ۱۵ درصد ضایعات اسکناس و ۸۵ درصد الیاف چوبی بود (شکل ۱۳). نتایج همچنین نشان داد با افزایش چسب از ۱۰ به ۱۲ درصد، واکشیدگی ضخامت پس از ۲ ساعت غوطه‌وری درآب، کاهش می‌یابد (شکل ۱۴). بررسی اثر متقابل عوامل نشان داد که کمترین مقدار واکشیدگی ضخامت پس از ۲ ساعت غوطه‌وری درآب مربوط به اختلاط ۱۵ درصد ضایعات اسکناس و ۸۵ درصد الیاف چوبی با ۱۲ درصد چسب است. همچنین بیشترین مقدار واکشیدگی ضخامت پس از ۲ ساعت غوطه‌وری در آب، مربوط به اختلاط ۱۰۰ درصد الیاف چوبی با ۱۰ درصد چسب بود (شکل ۱۵).



شکل ۱۳. اثر درصد اختلاط بر واکشیدگی ضخامت پس از ۲ ساعت غوطه‌وری در آب به همراه گروه‌بندی دانکن

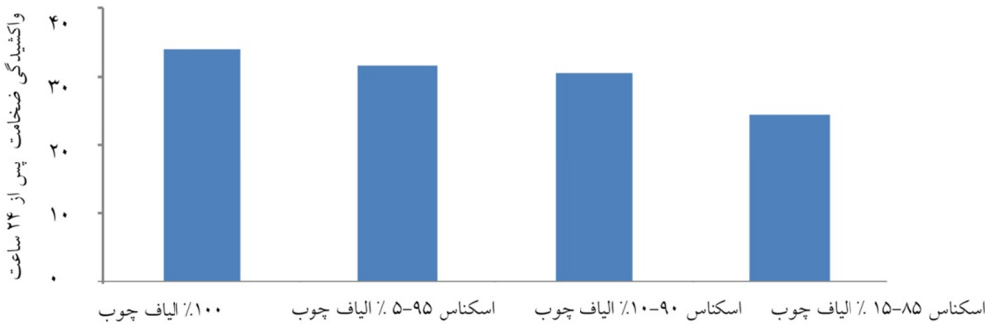
شکل ۱۴. اثر مقدار چسب بر واکشیدگی ضخامت پس از ۲ ساعت غوطه‌وری در آب به همراه گروه‌بندی دانکن



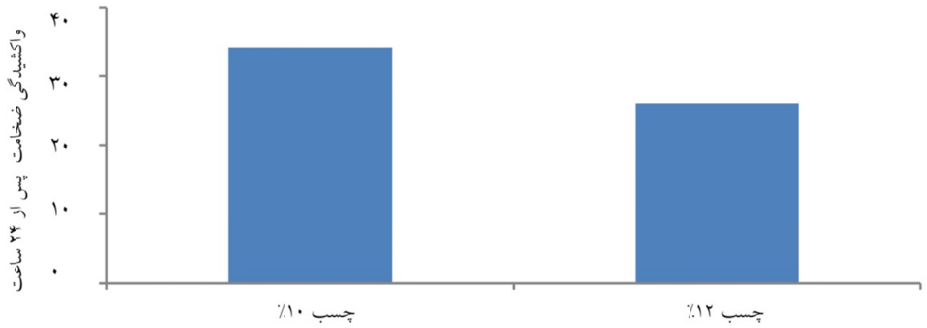
شکل ۱۵. اثر متقابل درصد اختلاط و مقدار چسب بر واکشیدگی ضخامت پس از ۲ ساعت غوطه‌وری در آب به همراه گروه‌بندی دانکن

واکشیدگی ضخامت پس از ۲۴ ساعت غوطه‌وری در آب

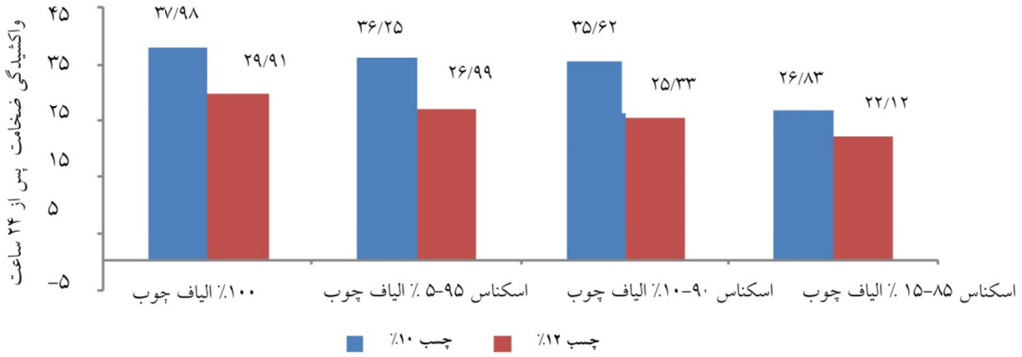
تجزیه و تحلیل آماری اثر مستقل و متقابل عوامل متغیر بر واکشیدگی ضخامت پس از ۲۴ ساعت غوطه‌وری در آب بیانگر اختلاف معنی‌داری بین تیمارها بود (جدول ۳)، به‌طوری‌که با افزایش مقدار ضایعات اسکناس از ۵ به ۱۵ درصد، واکشیدگی ضخامت پس از ۲۴ ساعت غوطه‌وری در آب کاهش یافت. نتایج همچنین نشان داد که تغییر در درصد اختلاط، به‌طور معنی‌داری بر واکشیدگی ضخامت پس از ۲۴ ساعت غوطه‌وری در آب اثر می‌گذارد. کمترین میزان واکشیدگی ضخامت پس از ۲۴ ساعت غوطه‌وری در آب، مربوط به تیمار ۱۵ درصد ضایعات اسکناس و ۸۵ درصد الیاف چوبی بود (شکل ۱۶). نتایج همچنین نشان داد با افزایش چسب از ۱۰ به ۱۲ درصد، واکشیدگی ضخامت پس از ۲۴ ساعت غوطه‌وری درآب، کاهش می‌یابد (شکل ۱۷). بررسی اثر متقابل عوامل نشان داد که کمترین مقدار واکشیدگی ضخامت پس از ۲۴ ساعت غوطه‌وری در آب مربوط به اختلاط ۱۵ درصد ضایعات اسکناس و ۸۵ درصد الیاف چوبی با ۱۲ درصد چسب می‌باشد. همچنین بیشترین مقدار واکشیدگی ضخامت پس از ۲۴ ساعت غوطه‌وری در آب مربوط به اختلاط ۱۰۰ درصد الیاف چوبی با ۱۰ درصد چسب بود (شکل ۱۸).



شکل ۱۶. اثر درصد اختلاط بر واکشیدگی ضخامت پس از ۲۴ ساعت غوطه‌وری در آب



شکل ۱۷. اثر مقدار چسب بر واکشیدگی ضخامت پس از ۲۴ ساعت غوطه‌وری در اب



شکل ۱۸. اثر متقابل درصد اختلاط و مقدار چسب بر واکشیدگی ضخامت پس از ۲۴ ساعت غوطه‌وری در اب

بحث و نتیجه‌گیری

در این بررسی با استفاده از ضایعات اسکناس باطله یک نوع تخته فیبر با دانسیته متوسط (MDF) به صورت همسان و به روش خشک ساخته شد. نتایج این بررسی نشان داد مقاومت خمشی با افزایش درصد ضایعات اسکناس تا سطح ۱۰ و ۱۲ درصد چسب افزایش یافته است. علت این برتری را می‌توان به خاطر الیاف بلندتر موجود در کاغذ اسکناس دانست. هرچه طول الیاف بیشتر باشد، سطح تماس بین آنها افزایش یافته و ویژگی-های فیزیکی و مکانیکی تخته بهبود خواهد یافت. نتایج مذکور با نتایج حاصل از پژوهش‌های Habibi و Rangavar (۲۰۱۱) مشابهت دارد. مقاومت کشش عمود بر سطح به‌عنوان شاخصی از اتصال بین الیاف می‌باشد و نشان‌دهنده مقاومت چسبندگی داخلی است. چسبندگی داخلی نیز با افزایش درصد ضایعات اسکناس افزایش داشته است. درصد جذب آب و واکشیدگی ضخامت تخته‌ها پس از ۲ و ۲۴ ساعت غوطه‌وری در آب با افزایش درصد ضایعات اسکناس به حداقل رسید که علت آن را می‌توان وجود برخی مواد شیمیایی مانند تیتان، تالک و رزین‌های مقاوم به ترشوندگی دانست که خاصیت آب‌دوستی و جذب آب را در کاغذ اسکناس به شدت کاهش می‌دهد (رنگاور، ۱۳۹۲). در این پژوهش با افزایش درصد چسب خواص فیزیکی و مکانیکی بهبود یافت، زیرا با افزایش مقدار چسب، مقدار ذرات چسب قرار گرفته در واحد سطح الیاف افزایش یافته و امکان به-وجود آمدن اتصالات بیشتر و کارآمدتری بین الیاف پدید

می‌آید. نتایج مذکور با نتایج حاصل از تحقیقات یوسفی و همکاران (۱۳۸۷) مشابهت دارد. به‌طور کلی می‌توان نتیجه‌گیری نمود که با استفاده از ضایعات اسکناس باطله از هدر رفتن حجم زیاد ضایعات اسکناس جلوگیری و فرآورده چندسازه با ارزش افزوده تولید خواهد شد.

منابع

اداره انتشار پول بانک مرکزی. (۱۳۸۷) بانک مرکزی، سال نوزدهم، شماره ۴۸۳، بهمن ماه ۱۳۸۷، قابل دسترس در: http://www.cbi.ir/page/6007.aspx/

رنگ‌آور، ح. (۱۳۹۲) امکان‌سنجی کاربرد ضایعات اسکناس باطله در ساخت صفحات فشرده چوب- گچ. مجله صنایع چوب و کاغذ ایران، ۴(۱): ۸۷-۹۹.

عنایتی، ا.ا. و حسینایی، ا. (۱۳۸۶) استفاده از دور ریزهای کاغذ اسکناس باطله در ساخت تخته خرده‌چوب. مجله منابع طبیعی ایران، ۶۰(۳): ۱۰۲۳-۱۰۳۶.

یوسفی، ح.، عنایتی، ع.ا.، فائزی‌پور، م. و سادات‌نژاد، س.ح. (۱۳۸۷) اثر زمان بخارزنی و مقدار چسب بر خواص تخته فیبر با دانسیته متوسط (MDF) ساخته شده از ساقه کلزا. دوفصلنامه علمی- پژوهشی تحقیقات علوم چوب و کاغذ ایران، ۲۳(۱): ۱۴۹-۱۵۶.

Habibi, J. and Rangavar. H. (2011) Study on nanosilver treatment on physical and mechanical properties of MDF panels made from waste of banknote. M.Sc. Thesis, Department of wood science and technology, Shahid Rajaee Teacher Traning University, 129p.

Krzysik, A.M., Youngquist, J.A., Rowell, R.M., Muehl, J.H., Chow, P. and Shook, S.R. (1993) A fiber source for dry-process hardboards. Forest Products Journal, 43(7/8), 53-58.

Krzysik, A.M., Youngquist, J.A. and Bowers, H. (1997) Medium density fiberboard panels from waste wood and paper. Konferencja Naukowa Wydzialu Technologii Drewna SGGW, Drewno - material Ekologiczny, Warszawa 18-19 Listopada 1997. Retrieved from http://www.fpl.fs.fed.us/documnts/pdf1997/krzys97a.pdf/

Investigation of Physical and Mechanical Properties of Medium Density Fiber Board (MDF) Made of Recycled-Banknote and Wood Fibers

Ali Hassanpoor Tichi[1*], Amin Delirzadha[2], Behzad Bazyar[3] and Sayed Mahdi Khakzadian[4]

1) Ph.D. Student, Department of Wood and Paper Science and Technology, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran. *Corresponding Author Email Address: hasanpoortichi@gmail.com
2) Ms.C. Student, Department of Wood and Paper Science and Technology, Faculty of Natural Resources, Zabol University, Zabol, Iran.
3) Assistant Professor, Department of Wood and Paper Science and Technology, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.
4) Ms.C. Student, Department of Wood and Paper Science and Technology, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Sari, Iran.

Date of submission: 2015/07/05 Date of Acceptance: 2016/06/26

Abstract

In this study, physical and mechanical properties of MDF made of Recycled-Banknote and wood fibers were investigated. Urea-formaldehyde was used as binder in manufacturing of boards. The amount of resin was 10 and 12 percent. The boards were built of various mixtures of Recycled-Banknote and Wood fibers 100/0, 95/5, 90/10 and 85/15 %, respectively and press temperatures of 160 ° C and pressed for 20 min , mat moisture of 15% and board density of 0/7 g/cm^3 and pressure press were constant factors. Results indicated that increasing the amount of recycled banknote reduced MOR and internal bonding but decreased in the water absorption and thickness swelling. Specimens were prepared in compliance with EN-312 for physical and mechanical tests.

Keywords: Internal bonding, MDF, MOR, Recycled-banknote.