Archive of SID

فصلنامه علمی – پژوهشی تحقیقات علوم چوب و کاغذ ایران
جلد ۳۲، شماره ۱، صفحه ۱۵۶-۱۴۵، (۱۳۹۶)
شناسه دیجیتال (DOI):10.22092/IJWPR.2017.107595

بررسی ویژگی‌های مکانیکی تخته فیبر دانسیته متوسط تولید داخلی و وارداتی به کمک پروفیل دانسیته عمودی اشعه ایکس، طیف‌سنجی و آنالیز تصویری (مطالعه موردی شرکت آرین سینا)

وحید معظمی[۱*]، فاطمه افسونی[۲]، سعید داداشی[۳] و اسماعیل داداشی[۴]

۱*- نویسنده مسئول، کارشناس ارشد فراورده‌های چندسازه چوبی، مسئول تحقیق و توسعه شرکت آرین سینا، ساری، ایران
پست الکترونیک: Moazami_vahid@yahoo.com

۲- کارشناس ریاضی، مدیرعامل شرکت آرین سینا، ساری، ایران

۳- کارشناس علوم چوب و کاغذ، مدیریت کارخانه شرکت آرین سینا، ساری، ایران

۴- کارشناس علوم چوب و کاغذ، کارشناس فرایند تولید کارخانه شرکت آرین سینا، ساری، ایران

تاریخ دریافت: خرداد ۱۳۹۵ تاریخ پذیرش: آذر ۱۳۹۵

چکیده

هدف از این تحقیق، بررسی ویژگی‌های مکانیکی تخته فیبر دانسیته متوسط تولید داخلی و تخته فیبر دانسیته متوسط وارداتی (کشور مالزی) بوده است. به دلیل عدم شناخت و عدم دسترسی به اطلاعات عوامل و متغیرهای تأثیرگذار متعدد در تولید اوراق تخته فیبر در صنعت به‌ویژه تخته‌های وارداتی، برای درک بهتر تفاوت‌ها از اشعه ایکس برای نمایان کردن پروفیل دانسیته عمودی تخته‌ها و طیف‌سنجی ایکس (FT_IR)، برای شناسایی ترکیبات الیاف و پیوندهای به وجود آمده با چسب و آنالیز ابعادی الیاف تخته‌ها استفاده شد. نتایج تجزیه‌وتحلیل آماری نشان داد که تخته‌های تولید داخل نسبت به تخته‌های وارداتی مقاومت‌های مکانیکی بالاتری داشته است. به‌طوری‌که میانگین مقاومت خمشی و مدول‌الاستیسیته به‌ترتیب برای تخته‌های ساخته‌شده در داخل کشور ۳۴/۵۶ و ۲۷۶۲ مگاپاسکال بوده است و برای تخته‌های وارداتی ۲۴/۸۷ و ۲۲۷۷ مگاپاسکال است. همچنین میانگین مقاومت چسبندگی داخلی برای تخته‌های ساخته‌شده در داخل کشور ۰/۷۸ مگاپاسکال و برای تخته‌های وارداتی ۰/۵۸ بوده است. نتایج حاصل از پروفیل دانسیته نشان داد که تخته‌های ساخته‌شده در داخل کشور، در لایه میانی دارای دانسیته ۵۹۹ تا ۶۱۵ کیلوگرم بر مترمکعب و لایه‌های سطحی نیز دارای دانسیته ۱۰۶۰ کیلوگرم بر مترمکعب بوده، درحالی‌که تخته‌های وارداتی در لایه میانی دارای دانسیته ۵۳۳ تا ۵۷۱ کیلوگرم بر مترمکعب و لایه‌های سطحی نیز دارای دانسیته ۱۰۲۰ کیلوگرم بر مترمکعب داشته‌اند. با توجه به نتایج حاصل از طیف‌سنجی‌های FT_IR به‌دست‌آمده از نمونه‌های تخته‌های تولید داخلی نسبت به تخته‌های وارداتی دارای پیوند هیدروژنی بیشتری می‌باشند. تصاویر آنالیز الیاف نیز نشان داد که بیشترین، کمترین و میانگین طول الیاف برای تخته‌های تولید داخل به‌ترتیب ۲۶۰، ۱۰ و ۱۲۰ و بیشترین، کمترین و میانگین طول الیاف برای تخته‌های وارداتی به‌ترتیب ۱۹۰، ۵ و ۴۵ به‌دست‌آمده است.

واژه‌های کلید: پروفیل دانسیته عمودی، طیف‌سنجی، آنالیز تصویری، تخته فیبر با دانسیته متوسط.

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

تخته فیبر دانسیته متوسط[1] ازجمله فراورده‌های مرکب چوبی است که تولید، واردات و مصرف آن در سالیان اخیر در کشور با استقبال خوبی مواجه شده است. با توجه به آمار منتشره سازمان خواربار کشاورزی و مرکز تجارت بین‌المللی، تخته فیبر با دانسیته متوسط به‌عنوان محصول پرکاربرد در صنایع چوب بوده و سهم قابل‌توجهی از بازار صنعت چوب را به خود اختصاص داده است. با توجه به آمار منتشرشده از سوی انجمن کارفرمایان صنایع چوب ایران در سال ۱۳۹۴، مقدار ۱۲۶۱۶۷۶ مترمکعب انواع محصول تخته فیبر با دانسیته متوسط وارد ایران و مقدار ۶۳۲۳۷۸/۶ مترمکعب انواع محصول تخته فیبر با دانسیته متوسط در داخل کشور تولید شده است. مجتمع آرین سینا واقع در استان مازندران و شهرستان ساری با داشتن ۲ خط تولید فعال تخته فیبر با دانسیته متوسط و ۲ خط تولید تخته فیبر با دانسیته متوسط در حال راه‌اندازی در استان گیلان، شهرستان رشت و با ظرفیت فعلی حدود ۳۰۰ هزار مترمکعب سهم قابل‌توجهی را در بازارهای داخلی ایران به خود اختصاص داده است. به دلیل تفاوت در نوع ماده اولیه و تکنولوژی‌های بکار رفته در ساخت تخته فیبر با دانسیته متوسط داخلی، محصول نهایی دارای مقاومت‌های مکانیکی متفاوتی نسبت به نمونه وارداتی می‌باشند. پروفیل دانسیته عمودی یک پارامتر کلیدی و تأثیرگذار در مقاومت‌های مکانیکی تخته فیبر با دانسیته متوسط است که تحت تأثیر متغیرهای تولید، شامل ماشین‌های خط تولید و همچنین پراکنش رطوبت و خصوصیات ماده اولیه به‌ویژه دانسیته حجمی[2] فیبر می‌باشد. Belini و همکاران (۲۰۱۴)، به بررسی پروفیل دانسیته با اشعه X در کیفیت تخته فیبر با دانسیته متوسط پرداختند. آنان گزارش کردند که تخته‌های ساخته‌شده با مخلوط الیاف باگاس تا ۱۵ درصد و الیاف اکالیپتوس تا ۸۵ درصد دارای بیشترین پیک دانسیته در دو سطح و مرکز تخته بوده‌اند. همچنین آنان اشاره کردند که افزایش مصرف چسب تا ۱۶ درصد باعث یکنواخت شدن بیشتر شکل پروفیل دانسیته می‌شود. Wong و همکاران (۲۰۰۰)، به مطالعه چگونگی تشکیل پروفیل دانسیته و اثرات آن بر خواص تخته فیبر پرداختند. بر اساس نتایج به‌دست‌آمده، سرعت بسته شدن پرس، فشار، توزیع رطوبت و روش پرس کردن تخته، بر روی دانسیته لایه‌های سطحی[3] (PD) تأثیر بیشتری نسبت به دانسیته لایه میانی[4] (CD) می‌گذارد. همچنین آنان اشاره کردند که شکل دانسیته در نواحی لایه میانی (CD) اثر مستقلی بر روی مقاومت چسبندگی داخلی می‌گذارد و با افزایش دانسیته در لایه میانی چسبندگی داخلی افزایش می‌یابد. همچنین با افزایش دانسیته میانگین[5] (MD) به علت کاهش تخلخل تخته، جذب آب و واکشیدگی ضخامت بهبود می‌یابد. Zhiyong و همکاران (۲۰۰۶)، طی مطالعه خود به تأثیر برنامه پرس بر روی تشکیل پروفیل دانسیته عمودی تخته فیبر با دانسیته متوسط پرداختند. آنان به این نتیجه رسیدند که فشار اولیه بر روی فرم و میزان حداکثر و حداقل پروفیل دانسیته تأثیرگذار می‌باشد. به‌طوری‌که با افزایش فشار اولیه در هنگام پرس، دانسیته لایه‌های سطحی افزایش می‌یابد و مقاومت خمشی افزایش قابل‌توجهی دارد؛ اما مدول‌الاستیسیته کاهش می‌یابد. Zhang و همکاران (۲۰۱۲)، به پیش‌بینی مدول یانگ به کمک پروفیل دانسیته عمودی حاصل از اشعه ایکس پرداختند. آنان بر اساس متغیرهای وابسته همانند دما، رطوبت، فشار گاز و فشار بخار با زمان پرس و پیش‌پرس سه مدل و فرم برای پروفیل دانسیته عمودی (فرم‌های U شکل، V شکل و H شکل) به‌دست آوردند. با توجه به نتایج، پروفیل دانسیته V شکل دارای مقاومت خمشی و مدول‌الاستیسیته بیشتری به‌علت دانسیته سطحی بالاتر، نسبت به دو فرم دیگر داشته است. Jahanilomer و FarrokhPayam (۲۰۱۵)، به بررسی پروفیل دانسیته عمودی برای ارزیابی کیفیت تخته خرده چوب بر اساس سه متغیر رطوبت کیک، دمای پرس و زمان بسته شدن دهانه پرس پرداختند. آنان برای اندازه‌گیری پروفیل دانسیته از روش لایه‌گیری استفاده کردند. نتایج آنان نشان داد در حالت

1- Medium Density Fiber (MDF)
2- Bulk density
3- peak density
4- core density
5- mean density

www.SID.ir

Archive of SID

بسته شدن سریع پرس اختلاف بین دانسیته لایه‌های سطحی و میانی زیاد می‌شود. همچنین آنان اعلام کردند دو عامل رطوبت کیک و دمای پرس به‌ترتیب تأثیر بیشتری بر روی پروفیل دانسیته تخته‌ها می‌گذارند.

Nazerian و Moazami (۲۰۱۵)، در تحقیقی تحت عنوان مقاومت خمشی پانل ساندویچ از نوع خرده‌ای، تولیدشده از خرده نی، به‌منظور مقایسه اثر نوع تیمار (حرارتی، آب‌جوش و شاهد) در لایه مغزی پانل ساندویچ از طیف‌سنجی FT-IR استفاده کردند. آنان مشخص کردند که نوع ماده اولیه و نوع تیمار ماده اولیه تأثیر بسزایی بر روی مقاومت خمشی می‌گذارد. Akbari و همکاران (۲۰۱۵) در بررسی خواص مکانیکی تخته خرده چوب ساخته‌شده از کلزا و صنوبر با روش آماری سطح پاسخ (RSM) برای آنالیز ماده اولیه و ترکیب ماده اولیه و رزین پلیمر شده از طیف‌سنجی FT_IR استفاده کردند. نتایج آنان نشان داد که به‌وسیله طیف‌سنجی FT_IR می‌توان ماده اولیه و پیوندهای به وجود آمده در تخته نهایی را ملاحظه کرد. Ismaeilimoghadam و همکاران (۲۰۱۵)، در مطالعه تأثیر اصلاح شیمیایی آرد چوب بر ویژگی‌های نانو کامپوزیت هیبریدی پلی‌پروپیلن – نانو سلیس برای شناخت اثر تیمار قلیایی بر روی ساختار کامپوزیت از طیف‌سنجی FT_IR استفاده کردند. آنان روش FT_IR را برای شناخت اتصالات روشی مؤثر و کارآمد بیان کردند. Masoudifar و همکاران (۲۰۱۵) برای بررسی و شناخت تأثیر نوع تیمار شیمیایی ماده چوبی بر خواص فیزیکی، مکانیکی چندسازه‌های هیبریدی آرد چوب و پلی‌پروپیلن از طیف‌سنجی FT_IR استفاده کردند. نتایج حاصل از طیف‌سنجی نشان داد که نوع تیمار شیمیایی و ماده اولیه، بر میزان جذب گروه هیدروکسیل در باند جذبی $3463/5\ cm^{-1}$ تأثیرگذار است.

آنالیز ابعادی روشی است که به‌کمک آن می‌توان متغیرهای مؤثر در یک پدیده را با تعداد کمتری متغیر بدون بعد دسته‌بندی کرد. هنگامی‌که این متغیرهای بدون بعد، به‌عنوان عوامل مؤثر در پدیده‌ای مورد مطالعه در نظر گرفته می‌شوند، از حجم آزمایش‌های لازم برای انجام مطالعه تجربی به مقدار زیادی کاسته می‌شود و نتایج به‌دست‌آمده از آزمایش را نیز می‌توان به‌صورت منسجم‌تر و معنی‌دارتر ارائه داد. اگر میزان الیاف نرمال کم باشد و الیاف از کیفیت ایده‌آلی برخوردار نباشند، تولید تخته مطابق با ضوابط تعیین‌شده مشکل است. Kelemwork و همکاران (۲۰۰۷) در مطالعه‌ای تأثیر اندازه ذرات را بر روی ویژگی‌های تخته‌های ساخته‌شده از بامبو مورد بررسی قراردادند. آنان به این نتیجه رسیدند که اندازه ذرات، چسبندگی داخلی تخته را تحت تأثیر قرار داده است. Maloney (۱۹۷۷) روی تخته‌های ساخته‌شده از الیاف زبر و پوشال‌های رنده‌ای (در سه سطح دانسیته و با سه سطح مقدار پارافین و رزین پودری فنل فرمالدئید) مطالعه و با مقایسه نتایج مشاهده کرد که تخته‌های ساخته‌شده از پوشال‌های به‌دست‌آمده از الک به درشتی ۴ مش مقدار MOR بالاتری نسبت به تخته‌های ساخته‌شده از پوشال‌های ریز دارند. Hua و همکاران (۲۰۱۲)، به مطالعه اثر شرایط حرارت ریفاینر بر کیفیت الیاف تخته فیبر با دانسیته متوسط پرداختند. نتایج آنان نشان داد که بین متغیرهای مختلف، ارتفاع بار در مخزن پیش‌بخاردهی اثر مستقل بر روی کیفیت الیاف می‌گذارد. به‌طوریکه افزایش ارتفاع بار در مخزن پیش‌بخاردهی باعث کاهش الیاف بزرگ سایز می‌شود. Ibrahim و همکاران (۲۰۱۳)، به بررسی تأثیر پارامترهای ریفاینر بر روی خواص تخته فیبر با دانسیته متوسط (MDF) ساخته‌شده از تنه درخت خرما پرداختند. بر اساس نتایج به‌دست‌آمده آنان دریافتند که با افزایش فشار ریفاینر از ۲ تا ۶ بار و زمان پیش حرارت دهی از ۱۰۰ تا ۴۰۰ ثانیه خواص مقاومتی و فیزیکی بهبود می‌یابد.

وجود توان عظیم مصرف تخته فیبر لزوم بررسی و مقایسه مقاومت‌های تخته‌های تولیدشده در داخل کشور با تخته‌های وارداتی را طلب می‌کند. ازاین‌رو عمده اهداف این پژوهش تفاوت مقاومت‌های مکانیکی تخته فیبر با دانسیته متوسط ساخته‌شده در داخل کشور با تخته‌های وارداتی معمول در بازارهای داخلی می‌باشد. به دلیل عدم شناخت و عدم دسترسی به اطلاعات عوامل و متغیرهای تأثیرگذار

www.SID.ir

Archive of SID

متعدد در تولید اوراق تخته فیبر در صنعت به‌ویژه تخته‌های وارداتی، برای درک بهتر تفاوت‌ها پس از مطالعه و تحقیق پژوهش‌های فراورده‌های چوبی، در این تحقیق از اشعه ایکس برای نمایان کردن پروفیل دانسیته عمودی تخته‌ها و طیف‌سنجی ایکس (FT_IR)، برای شناسایی ترکیبات الیاف و پیوندهای به وجود آمده با چسب و آنالیز ابعادی الیاف تخته‌ها استفاده‌شده است.

مواد و روش‌ها

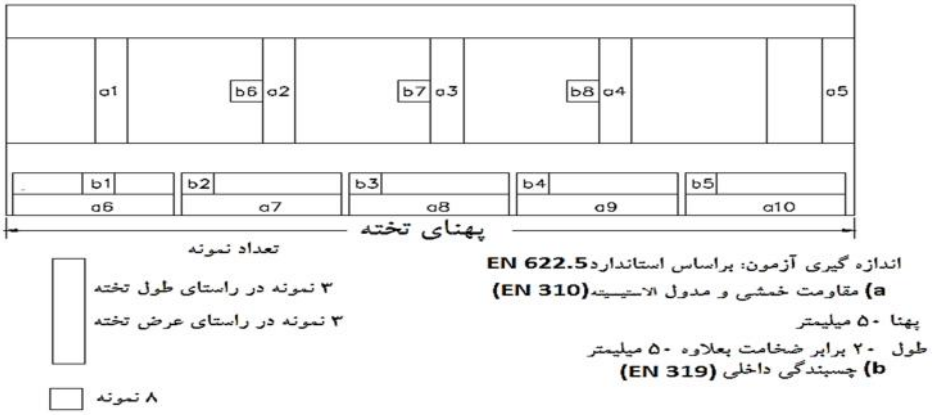
تهیه نمونه‌های آزمونی

تعداد ۵۰ عدد تخته فیبر با دانسیته متوسط خام (بدون روکش) تولیدشده در داخل کشور و ۵۰ عدد تخته فیبر با دانسیته متوسط خام وارداتی ساخت کشور مالزی با ابعاد ۱۶×۱/۸۳×۳/۶۶ به‌صورت تصادفی تهیه شدند.

پس از رسیدن به رطوبت تعادل، نمونه‌های آزمونی برای مقاومت‌های مکانیکی شامل مقاومت خمشی، چسبندگی داخلی مطابق استانداردهای EN622-5، EN-310 و EN-319 مطابق شکل یک برش داده شدند. ۱۵ درصد از نمونه‌های برش داده‌شده به‌صورت تصادفی انتخاب شدند و توسط دستگاه آزمون مکانیکی IMAL (IB 600) آزمایشگاه مجتمع آرین سینا، مقاومت خمشی و مدول‌الاستیسیته و چسبندگی داخلی تحت بارگذاری قرار گرفتند.

برای اندازه‌گیری پروفیل دانسیته عمودی از دستگاه پروفیل دانسیته عمودی مدل Sicoscan استفاده شد (شکل ۲).

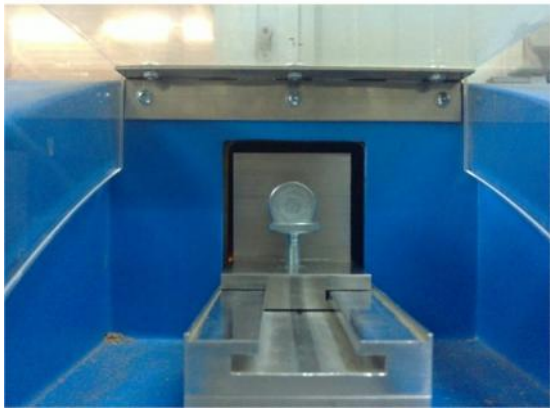
در این تحقیق اندازه‌گیری خصوصیات الیاف با استفاده از روش آنالیز تصویری انجام شد که روشی نوین برای اندازه‌گیری خصوصیات الیاف می‌باشد. به‌منظور بررسی شکل هندسی و اندازه ابعاد الیاف تخته‌های موردنظر به‌مدت ۱۰ ساعت در آب جوش قرار داده شدند. سپس الیاف به‌صورت سالم از هم جدا شدند. به‌منظور رسیدن به رطوبت ۶ درصد الیاف به مدت ۳ ساعت در دمای ۱۰۳ درجه سانتی‌گراد داخل آون قرار داده شدند. به‌صورت تصادفی ۱۰۰ گرم از الیاف تخته وارداتی و ۱۰۰ گرم از الیاف تخته تولید داخلی، برداشته و بعد به‌طور مجزا اسکن شد (شکل ۳). با استفاده از نرم‌افزار Digimizer ۴-۱-۱ اقدام به اندازه‌گیری طول الیاف گردید. روش کار بدین‌صورت بود که در ابتدا باید نرم‌افزار بر اساس واحد موردنظر (در اینجا میلی‌متر) کالیبره گردد. بدین منظور از لام استاندارد استفاده شد و از لام استاندارد با همان بزرگنمایی که از نمونه‌ها تصویر گرفته شده بود، تصویر گرفته شد. پس از کالیبره کردن ابعاد، روی آیکون Length کلیک کرده و بعد با کلیک بر روی الیاف، طول آنها (به‌طور تصادفی ۷۰ عدد از هر نمونه) اندازه‌گیری گردید.



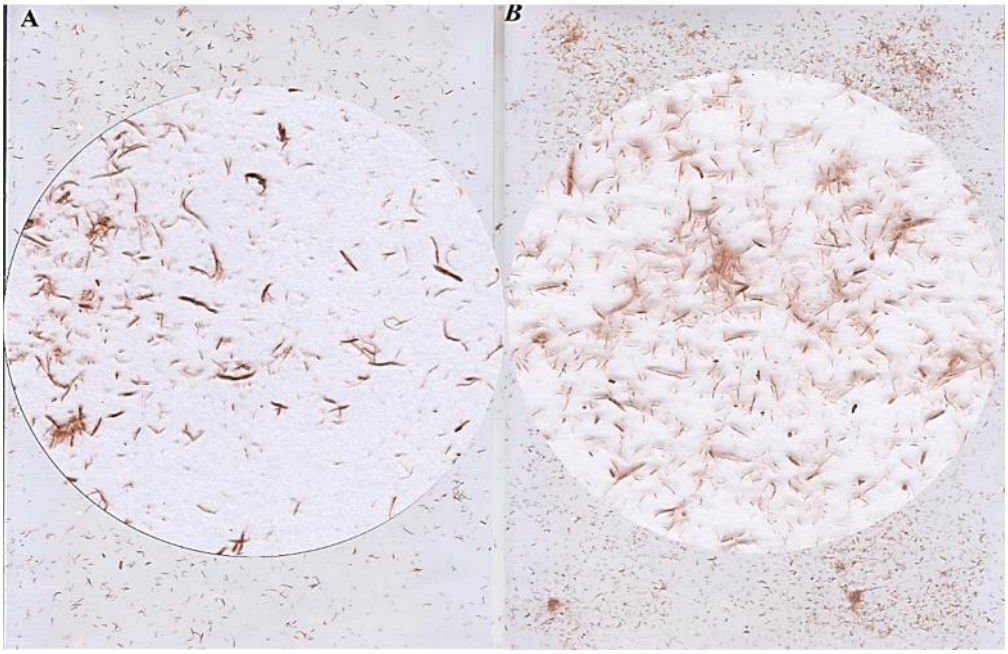
شکل ۱- روش نمونه‌برداری از تخته‌ها

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۲- دستگاه پروفیل دانسیته



شکل ۳- اسکن از الیاف تخته تولید داخلی (**A**) و اسکن از الیاف تخته وارداتی (**B**)

پس از اتمام آزمون‌های مکانیکی و آنالیز تصویری الیاف، از آزمون t برای تعیین معناداری تخته‌های تولید داخلی نسبت به تخته‌های وارداتی استفاده شد.

از دستگاه طیف‌سنج ایکس (FT-IR) تبدیل فوریه برای آنالیز و بررسی پیوند تخته‌ها استفاده شد. به‌منظور آماده‌سازی نمونه‌ها، ابتدا مقدار کمی از تخته‌های مذکور با اندکی برمید پتاسیم (KBr) مخلوط و آسیاب گردید و بعد به قرص نازکی تبدیل شدند.

نتایج

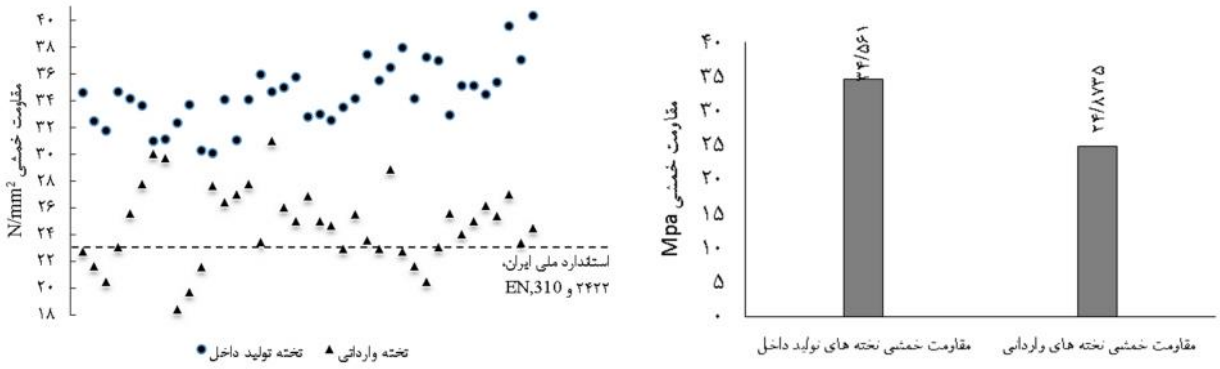
میانگین و تجزیه واریانس خصوصیات مکانیکی تخته‌های ساخته‌شده در داخل و تخته‌های وارداتی، بر اساس آزمون t، دارای اختلافی در سطح ۹۵ درصد اطمینان آماری (برای مقاومت خمشی مقدار t برابر ۱۵، برای مدول‌الاستیسیته مقدار t برابر ۱۰ و برای چسبندگی داخلی مقدار t ۱۴) معنادار بوده است. با توجه به آزمایش‌های انجام‌شده بیشترین، کمترین و میانگین مقاومت خمشی برای

www.SID.ir

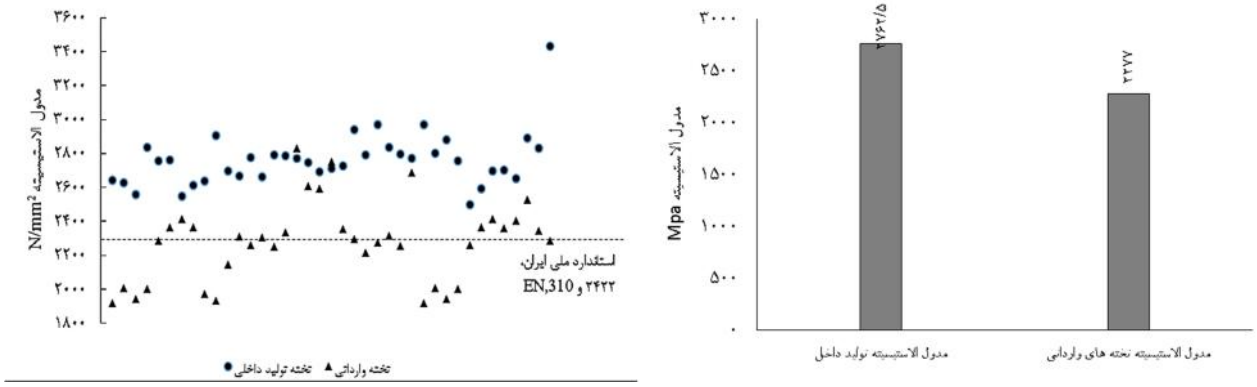
Archive of SID

تخته‌های ساخته شده در داخل کشور به‌ترتیب ۴۰/۳۷، ۳۰/۰۷ و ۳۴/۵۶ مگاپاسکال بوده است، در حالی که بیشترین، کمترین و میانگین مقاومت خمشی برای تخته‌های وارداتی به‌ترتیب ۳۱، ۱۸/۴۲ و ۲۴/۸۷ مگاپاسکال می‌باشد. همان‌طور که در شکل ۴ ملاحظه می‌گردد بسیاری از نمونه‌های آزمونی تخته‌های وارداتی در مقاومت خمشی کمتر از حد مجاز تعریف‌شده در استاندارد ملی ایران و استاندارد EN که ۲۳ مگاپاسکال است، می‌باشند.

همچنین با توجه به شکل ۵، بیشترین، کمترین و میانگین مدول‌الاستیسیته برای تخته‌های ساخته شده در داخل کشور به‌ترتیب ۳۴۳۱، ۲۵۰۰ و ۲۷۶۲ مگاپاسکال بوده است، در حالی که بیشترین، کمترین و میانگین مدول‌الاستیسیته برای تخته‌های وارداتی به‌ترتیب ۲۸۳۱، ۱۹۱۹ و ۲۲۷۷ مگاپاسکال می‌باشد. همان‌طور که در شکل ۵ ملاحظه می‌گردد بسیاری از نمونه‌های آزمونی تخته‌های وارداتی دارای مدول‌الاستیسیته کمتر از حد مجاز تعریف‌شده در استاندارد ملی ایران و استاندارد EN310 که ۲۳۰۰ مگاپاسکال است، می‌باشند.



شکل ۴- مقاومت خمشی تخته‌های تولید داخل و وارداتی



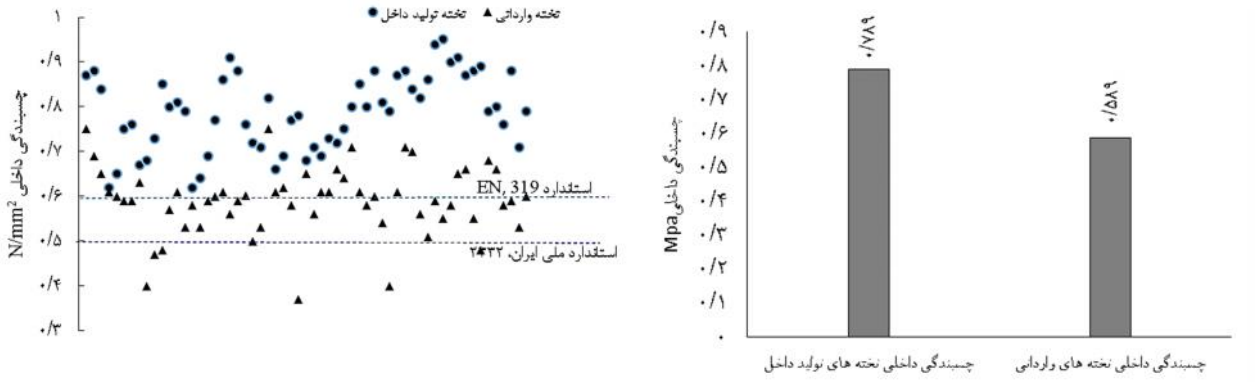
شکل ۵- مدول‌الاستیسیته تخته‌های تولید داخل و وارداتی

آزمایش مقاومت در مقابل کشش عمود بر سطح تخته یا چسبندگی داخلی (IB) به‌عنوان شاخصی از اتصال بین الیاف می‌باشد. از نتایج و مشاهدات این آزمایش برای تعیین کیفیت اتصال داخلی چسب استفاده می‌شود. با توجه به شکل ۵، بیشترین، کمترین و میانگین مقاومت چسبندگی داخلی برای تخته‌های ساخته‌شده در داخل کشور به‌ترتیب

www.SID.ir

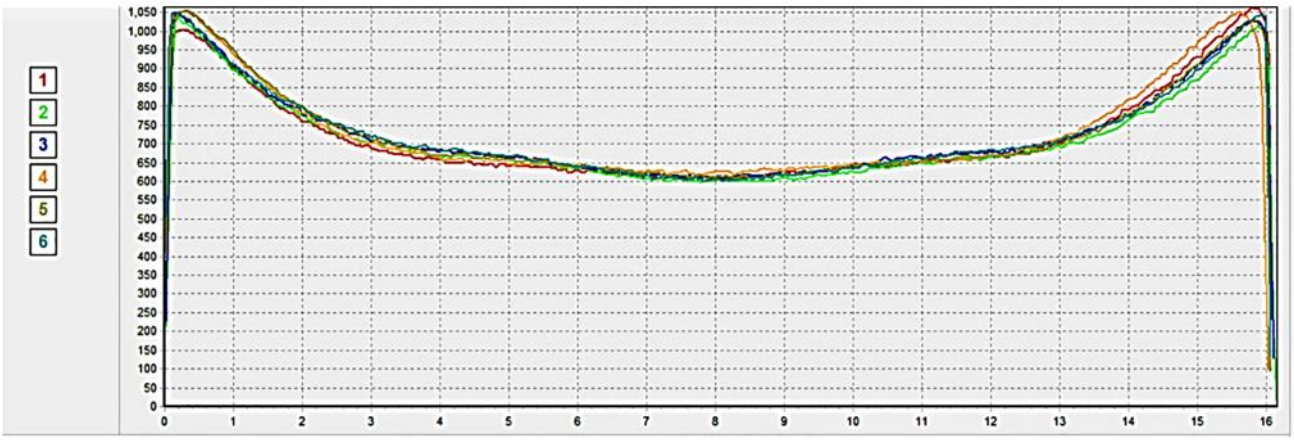
Archive of SID

۰/۹۵، ۰/۶۲ و ۰/۷۸ مگاپاسکال بوده است اما بیشترین، کمترین و میانگین مقاومت چسبندگی داخلی برای تخته‌های وارداتی به‌ترتیب ۰/۷۵، ۰/۳۷ و ۰/۵۸ مگاپاسکال می‌باشد. همان‌طور که در شکل ۶ ملاحظه می‌گردد بسیاری از نمونه‌های آزمونی تخته‌های وارداتی کمتر از استاندارد ملی ۲۴۲۲ و EN319 می‌باشند. درحالی که تخته‌های تولید داخلی، دارای چسبندگی داخلی حتی بیشتر از حد مجاز تعریف‌شده در استاندارد EN319 بوده‌اند.



شکل ۶- چسبندگی داخلی تخته‌های تولید داخل و وارداتی

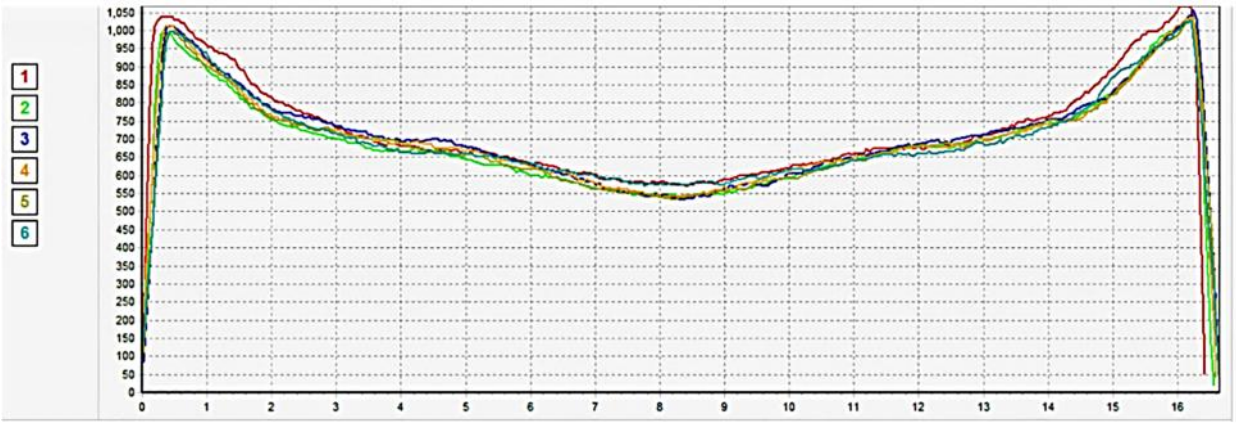
نتایج به‌دست‌آمده از پروفیل دانسیته عمودی حاصل از اشعه ایکس در شکل ۷ و ۸ ملاحظه می‌شود. با توجه به نتایج به‌دست‌آمده تخته‌های ساخته‌شده در داخل کشور، در لایه میانی دارای دانسیته ۵۹۹ تا ۶۱۵ کیلوگرم بر مترمکعب و لایه‌های سطحی نیز دارای دانسیته بیش از ۱۰۵۲ کیلوگرم بر مترمکعب می‌باشند. همان‌طور که در شکل ۸ ملاحظه می‌شود، تخته‌های وارداتی در لایه میانی دارای دانسیته ۵۳۳ تا ۵۷۱ کیلوگرم بر مترمکعب و لایه‌های سطحی نیز دارای دانسیته بیش از ۱۰۰۰ کیلوگرم بر مترمکعب می‌باشند. درواقع تخته‌های داخلی نسبت به تخته‌های وارداتی در لایه میانی و لایه‌های سطحی به‌ترتیب ۱۲/۳۸ درصد و ۵ درصد دارای دانسیته بیشتر می‌باشند.



شکل ۷- پروفیل دانسیته عمودی به‌دست‌آمده از تخته تولید داخل

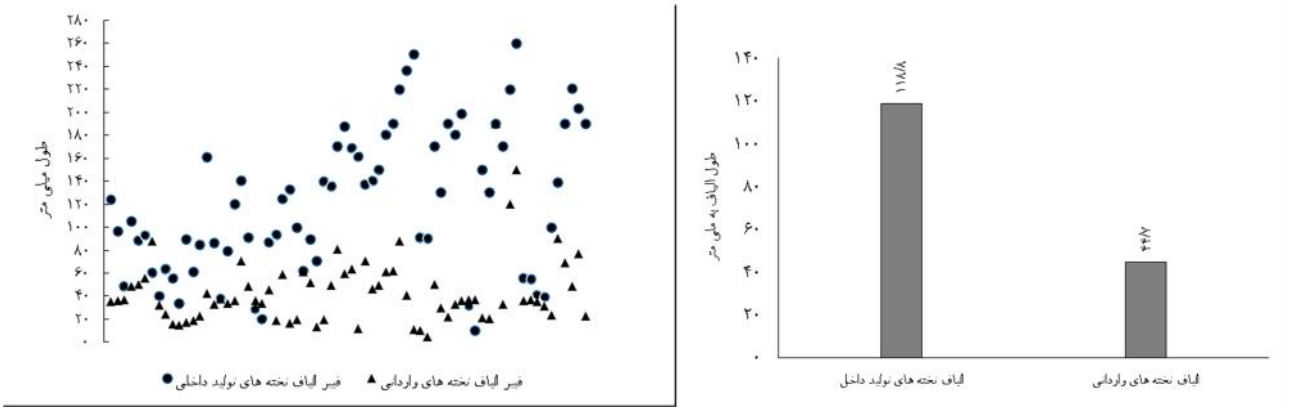
www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۸- پروفیل دانسیته عمودی به‌دست‌آمده از تخته وارداتی

با توجه به شکل ۹، میانگین و تجزیه واریانس الیاف تخته‌های ساخته‌شده در داخل و تخته‌های وارداتی (کشور مالزی)، بر اساس آزمون t، دارای اختلافی در سطح ۹۵ درصد اطمینان آماری با مقدار t برابر ۱۱، معنادار بوده است. بر اساس این نتایج بیشترین، کمترین و میانگین طول الیاف برای تخته‌های تولید داخل به‌ترتیب ۲۶۰، ۱۰ و ۱۱۸/۸ و بیشترین، کمترین و میانگین طول الیاف برای تخته‌های وارداتی (کشور مالزی) به‌ترتیب ۱۹۰، ۵ و ۴۴/۷ اندازه‌گیری شد.



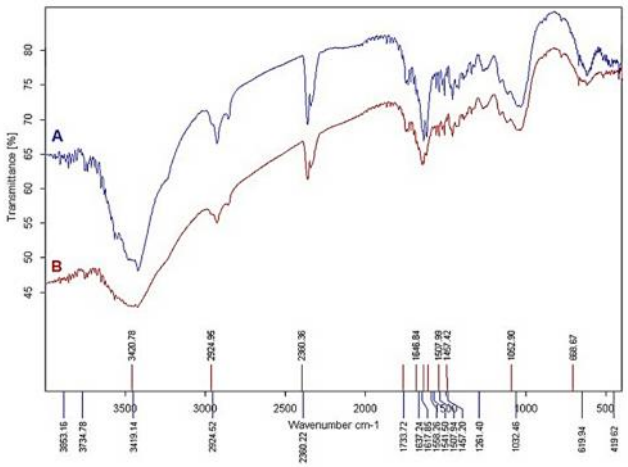
شکل ۹- طول الیاف تخته‌های تولید داخل و وارداتی

برای شناسایی ترکیبات پیوندهای بین الیاف و رزین و پیوندهای به وجود آمده با چسب، از طیف‌سنجی FT_IR بین طول‌موج $۶۰۰ cm^{-1}$ تا $۴۰۰۰ cm^{-1}$ استفاده شد (شکل ۱۰). به‌وسیله طیف‌سنجی FT_IR مشخص گردید که بین تخته‌های تولید داخل و تخته‌های وارداتی ساخت کشور مالزی، تغییرات شدت پیک و برهم‌کنش گروه OH، دارای تفاوت‌های قابل‌توجه با یکدیگر بوده‌اند. طول‌موج در $۳۴۲۰ cm^{-1}$ نشان‌دهنده ارتعاش کششی متقارن OH در مولکول سلولز است (Zhou, *et.al.*, 2005). طول‌موج در محدوده $۲۹۲۴ cm^{-1}$ نشان‌دهنده ارتعاش کششی متقارن C-H است که مربوط به اتر CH_2، CH_2OH و $N\text{-}CH_2$ می‌باشد (Kumar, 2013). طول‌موج $۱۷۳۴cm^{-1}$، مربوط به کشش C=O در گروه کربوکسیل است (Colom, *et al.*, 2003). جذب در محدوده $۱۶۱۷ cm^{-1}$ تا $۱۶۴۵ cm^{-1}$ مربوط به ترکیبات دارای گروه کربونیل در چوب را نشان می‌دهد (Bodirlau *et al.*, 2012). طیف‌سنجی $۱۴۰۰ cm^{-1}$ تا $۱۵۰۰ cm^{-1}$ جدا شدن زنجیرهای جانبی آلیفاتیک در لیگنین و تشکیل پیوندهای عرضی با واکنش‌های کندانسه

www.SID.ir

Archive of SID

لیگنین را نشان می‌دهد (Colom, *et al*., 2003; Muller, *et al*., 2003). پیک $1261\ cm^{-1}$ تغییر شکل O-H است. تغییرات در طول‌موج $1032\ cm^{-1}$ تا $1052\ cm^{-1}$ در تخته‌ها مربوط به گروه‌های عاملی CH می‌باشد (Teaca,2009).



شکل ۱۰- طیف‌سنجی FT-IR از نمونه‌های تخته‌های وارداتی (A) و تولید داخل (B)

بحث

نتایج نشان داد که رابطه قوی بین پروفیل دانسیته و مشخصات مکانیکی تخته‌ها وجود دارد. پروفیل دانسیته یک پارامتر کلیدی و تأثیرگذار در مقاومت‌های تخته فیبر با دانسیته متوسط است که تحت تأثیر متغیرهای تولید، شامل ماشین‌های خط تولید خصوصاً پرس (و پیش پرس) و شکل‌گیری کیک قرار دارد. پروفیل دانسیته در ضخامت تخته عمدتاً متأثر از سه عامل زمان بسته شدن پرس، حرارت پرس، پراکنش رطوبت در کیک و تأثیر متقابل این عوامل هنگام پرس داغ می‌باشد (Jahanilomer & FarrokhPayam, 2015). زمان بسته شدن پرس، مدت‌زمانی است که از لحظه تماس صفحه بالایی پرس با سطح کیک شروع شده و تا رسیدن به ضخامت نهایی تخته ادامه می‌یابد. بسته شدن سریع دهانه پرس یا زمان کوتاه بسته شدن، لایه‌های سطحی کیک را سریعاً در معرض حرارت و فشار قرار داده و قبل از آنکه لایه میانی به‌اندازه کافی گرم و فشرده گردد، آنها را کاملاً متراکم می‌سازد. در این حالت پروفیل دانسیته سطحی افزایش می‌یابد، اما در شرایطی که زمان بسته شدن پرس طولانی است، فشار کمتری به لایه‌های سطحی تخته اعمال‌شده و دانسیته این لایه‌ها کاهش می‌یابد (Nazerian & Moazami, 2015). در این حالت چون فشار آرام به کیک وارد می‌شود فرصت کافی برای نفوذ بخارآب حاصل از لایه‌های سطحی به مغز تخته وجود داشته و سبب فشردگی بیشتر الیاف در لایه میانی می‌شود، درنتیجه دانسیته لایه میانی افزایش‌یافته و پروفیل دانسیته تخته‌ها یکنواخت‌تر می‌گردد. برای کاهش سرعت بسته شدن دهانه پرس، لازم است کیک قبل از پرس نهایی در پرس سرد کاملاً فشرده‌شده و متراکم شود تا خطر گیرایی زودهنگام رزین در پرس گرم برطرف گردد. بر اساس یافته‌های Xu و Suchsland (۱۹۸۹)، دانسیته لایه میانی رابطه مستقیم با چسبندگی داخلی دارد. به‌طوری‌که با افزایش دانسیته لایه میانی میزان چسبندگی داخلی افزایش می‌یابد؛ اما دانسیته لایه میانی تأثیر کمی بر روی مدول‌الاستیسیته می‌گذارد و لایه‌های سطحی مقدار الاستیسیته را کنترل می‌کنند و با افزایش دانسیته لایه‌های سطحی علاوه بر افزایش مقاومت خمشی، مدول‌الاستیسیته نیز افزایش می‌یابد. ازاین‌رو با توجه به نتایج به‌دست‌آمده از پروفیل دانسیته عمودی تخته‌های تولید داخل به علت دانسیته بیشتر در لایه میانی و لایه‌های سطحی نسبت به نمونه مشابه وارداتی، از مقاومت‌های مکانیکی بالاتری (چسبندگی داخلی)

www.SID.ir

Archive of SID

برخوردار می‌باشند. بر اساس نتایج Wong و همکاران (۲۰۰۱ و ۲۰۰۰)، رطوبت و ابعاد الیاف و یا ذرات بیشترین تأثیر را بر روی رسیدن به ضخامت نهایی موردنظر دارند. به همین دلیل در صنعت برخلاف محیط آزمایشگاه و یا پایلوت قابلیت تنظیم سرعت بسته شدن دهانه پرس به‌صورت یک set point وجود ندارد؛ اما با رسیدن به یک رطوبت و ابعاد الیاف بهینه می‌توان زمان رسیدن به ضخامت موردنظر را کم و یا زیاد کرد، درنتیجه از این طریق سرعت بسته شدن دهانه پرس نیز تنظیم می‌شود (در صنعت از شابلن در پرس استفاده نمی‌شود). ازجمله عوامل مربوط به ماده اولیه که تأثیر فوق‌العاده‌ای بر روی مقاومت‌های مکانیکی دارد فرم هندسی الیاف می‌باشد. با توجه به نتایج به‌دست‌آمده از آنالیز تصویری الیاف، تخته‌های تولید داخل نسبت به الیاف تخته‌های وارداتی دارای طول بیشتری می‌باشند. اثر الیاف ذرات تأثیر قابل‌توجهی بر مقاومت‌های مکانیکی می‌گذارد. به‌طوری‌که با افزایش طول الیاف مقاومت‌ها افزایش می‌یابد. الیاف با طول بلندتر باعث کاهش بالک دانسیته کیک می‌شوند. در راستای کاهش بالک دانسیته کیک، مقاومت‌های مکانیکی به علت همپوشانی و درهم‌رفتگی بیشتر الیاف افزایش می‌یابند. این افزایش همپوشانی باعث افزایش دانسیته لایه میانی تخته نیز می‌گردد. همچنین استفاده از فیبر حاصل از چوب سنگین به علت افزایش دانسیته حجمی و کاهش ارتفاع کیک باعث افزایش دانسیته لایه‌های سطحی تخته می‌شود (Belini, et al.,2014). از این‌رو تخته‌های تولید داخل به‌علت استفاده از برخی گونه‌های سنگین دارای دانسیته سطحی بیشتر و در راستای آن مقاومت خمشی و مدول‌الاستیسیته بالاتری نسبت به نمونه‌های وارداتی کشور مالزی است. طول‌موج در پیک $3420\ cm^{-1}$ نشان‌دهنده ارتعاش کششی متقارن OH در مولکول سلولز است (Zhou, *et.al.*, 2005) و پهنی پیک به علت پیوند هیدروژنی بین‌مولکولی بین سلولز و رزین است. به‌عبارتی‌دیگر پیوندهای هیدروژنی N-H از NH_2_ به علت واکنش متیلینیزاسیون که در جریان اتصالات عرضی اتفاق افتاده تشکیل شده‌اند (Edoga, 2006) که در تخته‌های ساخته‌شده در داخل نسبت به تخته‌های وارداتی پیوند هیدروژنی بین‌مولکولی بین سلولز و رزین بیشتر می‌باشد. بر اساس نتایج تحقیقات Nazerian و Moazami (۲۰۱۵)، Akbari و همکاران (۲۰۱۵)، Ibrahim و همکاران (۲۰۱۳) و Masoudifar و همکاران (۲۰۱۵) افزایش پیوندهای هیدروژنی می‌تواند به‌دلیل نوع ماده اولیه، شرایط و میزان تیمار حرارتی در واحد ریفاینر و همچنین نوع چسب مصرفی باشد. با توجه به نتایج به‌دست‌آمده از پروفیل دانسیته عمودی اشعه ایکس، طیف‌سنجی‌های FT-IR، آنالیز تصویری و تحلیل آماری در این پژوهش، تخته فیبر با دانسیته متوسط تولید داخل نسبت به تخته‌های وارداتی از کشور مالزی دارای مقاومت‌های مکانیکی مطلوب‌تری می‌باشد.

سپاسگزاری

جناب آقای مهندس علی سعیدی (رئیس هیئت‌مدیره مجتمع آرین سعید)، کارآفرینی نقشی اساسی در توسعه فناوری و ایجاد توانمندی‌های تکنولوژیک کشورها داشته و یکی از بهترین پیامدهای اقتصادی آن اشتغال‌زایی در جوامع است که قادر است رشد اقتصادی کشورها را تسریع و آثار اجتماعی مناسبی را برای جوامع به ارمغان آورد. سرمایه یکی از مهمترین پیش‌نیازهای تأسیس کسب‌وکار است. از اینکه باهدف توسعه اشتغال‌زایی و اقتصاد مقاومتی با برنامه‌ای راهبردی و سرمایه‌گذاری به‌عنوان روان سازنده فعالیت‌های کارآفرینی و نیز با حمایت‌های گسترده موجب اشتغال‌زایی مفید و مطلوب به‌عنوان مؤثرترین عامل رشد کارآفرینی، اهتمام ورزیده‌اید؛ به‌پاس این همت عالی و رویکرد خلاقانه و مدبرانه، این مقاله به محضر حضرت‌عالی تقدیم می‌گردد.

منابع مورداستفاده

- Akbari, S., Nazerian, M., Farokhpayam, S.R. and Nosrati Sheshkal, B., 2015 Investigation of mechanical properties particleboard produced using canola stalks and poplar wood by Response Surface Method (RSM). Iranian Journal of Wood and Paper Science Research, 30(2): 230-242.
- Bodirlau, R., Teaca, C.A., Resmerita, A.M. and Spiridon, I., 2012. Investigation of structural and thermal properties of different wood species treated with toluene-2, 4-diisocyanate. International Journal

www.SID.ir

Archive of SID

of Cellulose chemistry and technology, 46 (5-6): 381-387.
- Belini, U.L., Fiorelli, J.b., Savastano, H. and Tomazello Filho, M., 2014. Density profile as a tool in assessing quality of new composite. Iranian Journal of Materials Research, 17(1): 138-145.
- Colom, X., Carrillo, F., Nogues, F. and Garriga, p., 2003. Structural analysis of photo degraded wood by means of FTIR spectroscopy. International Journal of Polymer Degrade. Stab, 80: 543–549.
- Edoga, M.O., 2006. Comparative study of synthesis procedures for urea-formaldehyde resins (Part I). Leonardo Electron. International Journal of Pract Techno, 72 (1):607-17.
- European Standard EN 310, 1996. "Wood based panels, determination of modulus of elasticity in bending and bending strength," European Standardization Committee, Brussell.
- European Standard EN 319, 1996. Wood based panels, determination of tensile strength perpendicular to plane of the board. European Standardization Committee, Brussell.
- European Standard EN 622-5, 1998. "Fiberboard-Specifications-Part 5. Requirements for dry process board (MDF), TES." European Standardization Committee, Brussell.
- Hua, J., Chen, G., Xu, D. and Shi, S., 2012.Impact of thermo mechanical refining conditions on fiber quality and energy consumption by mill trial. Journal of Bio resources 7(2): 1919-1930.
- Ibrahim, Z., Abdul Aziz, A., Raml, R., Mokhtar, A. and Lee, S., 2013. Effect of refining parameters on medium density fibreboard (MDF) properties from oil palm trunk (Elaeis guineensis). Iranian Journal of Open Journal of Composite Materials, 3:127-131.
- Ismaeilimoghadam, S., Shamsian, M., Bayat Kashkoli, A. and Kord, B., 2015. Effect of chemical modification of wood flour on properties of polypropylene-nano SiO2 hybrid nanocomposite. Iranian Journal of Wood and Paper Science Research, 30(4): 674-689.
- Jahanilomer, Z. and FarrokhPayam, S.R., 2015. Vertical density profile, a keyparameter for evaluating of particleboard quality. Iranian Journal of Wood & Forest Science and Technology, 24(4):1-21.
- Kelemwork,SB., Tafiar,PMM. and Ding, WE., 2007. Influence of culum age particle size and board density on the performance of particleboard made from Ethiopain highland bamboo (yushauia alpine). Journal of bamboo and rattan, 6(3&4): 239-250.
- Kumar, A., Gupta, A., Sharma, K.V., Nasir, M. and Ahamed Khan, T., 2013. Influence of activated charcoal as filler on the properties of wood composites. International Journal of Adhesion & Adhesives, 46: 34-3.
- Maloney, T.M., 1977. Modern particleboard and dry process fiberboard manufacturing. Miller Freeman Inc., San Francisco, USA. 672 p.
- Masoudifar, M., Nosrati sheshkel, B., Mansouri, H.R., and Mohebbi Gargari, R., 2015. The Effect Type of Chemical Treatment of Wood Material on Physical, Mechanical and Morphological Properties of Wood Flour / Polypropylene Hybrid Composite. Iranian Journal of Wood and Paper Science Research, 30(1): 119-131.
- Muller, U., Ratzsch, M., Schwanninger, M., Steiner, M. and Zobl, H., 2003. Yellowing and IR-changes of spruce wood as results of UV-irradiatioon. International Journal of photochemistry Photobiology B, Biology, 69: 97-105.
- Nazerian, N. and Moazami, V., 2015. Bending strength of sandwich-type particleboard manufactured from giant reed (Arundo donax). Forest Products Journal. 65 (5-6): 292-300.
- Teaca B.R., 2009. Fourier trencform infrared spectroscopy and thermal analyses of lignocellulose fillers treated with organic anhydrides. Rom. International Journal of Phys. 54(1–2):93–104.
- Wong, E., Zhang, M. and Wang, Q., 2000. Formation of the density profile and its effects on the properties of fiberboard. Iranian Journal of Japan Wood Research Society, 46: 202-209.
- Wong, S., Winistorfer, P. and Young, T., 2001. Fundamentals of vertical density profile formation in wood composites. Part III. MDF density formation during hot-pressing. Iranian Journal of Wood and fiber science, 36(1), 17-5.
- Xu, H., and Suchsland, O., 1989. A simulation of the horizontal density distribution in a flake board. International Journal of Forest Products Journal, 39(5): 29-33.
- Zhang, Y., Yu, Z., Shan, F. and Shang, J., 2012. Characteristic and prediction model of vertical density profile of fiberboard with "pretreatment - Hot pressing" united technology. International Journal of wood research, 57(4):613-630.
- Zhiyong, C., James, H. and Jerrold, E., 2006. Effects of Pressing Schedule on Formation of Vertical Density Profile for MDF Panels, 40th International Wood Composites Symposium proceedings, Seattle, Washington. Pullman, Wash: Washington State University, April 11-12: 1-11.
- Zhou, D., Zhang, L. and Guo, S., 2005. Mechanisms of lead bio sorption on cellulose/chitin beads. Journal of Water Research, 39(16): 3755-3762.

www.SID.ir

Archive of SID

Evaluation the mechanical properties of domestic and imported medium density fiber board with help of vertical density profile, X rays, Spectroscopy and imagine analyses (case study of Arian Sina Co.)

V. Moazami[1*], F. Afsooni[2], S. Dadashi[3] and E. Dadashi[4]

1*-Corresponding author, Master of wood composite products, Arian Sina research, development and Training, Iran, Email: Moazami_vahid@yahoo.com
2-Math Expert, managing director Arian Sina, Iran
3-Expert Wood and Paper Science, manage factory Arian Sina, Iran
4-Expert Wood and Paper Science, expert factory production process Arian Sina, Iran

Received: June, 2016 Accepted: Dec., 2016

Abstract

The aim of this study was to evaluate the mechanical properties of domestic and imported medium density fiber board. X radiation techniques were used to reveal a vertical density profile of boards and X Spectroscopy (FT_IR), was employed to identify the compounds present in fibers and the adhesive bonds and dimensional analysis of fibers. The results of statistical analysis showed that the mechanical strength domestic boards are higher than to the imported boards. Average flexural strength and modulus of elasticity domestic boards were measured as 34.56 and 2762 MPa and 2277 MPa, respectively and the relative values for imported boards were 24.87 and 2277 MPa. The average internal bond strength of domestic and imported boards was determined as 0.78 and 0.58 MPa. respectively. The results of density profile measurement showed that the density of the middle layer of domestic boards varies between 599 up to 615 kg/ m^3 and surface layers as 1060 kg/m^3, while the density of the middle layer of imported boards varies between 533 up to 571 kg/m^3 and surface layers as 1020 kg/m^3 density. According to the results of FT IR spectra. Domestic boards show more hydrogen bonds compared to imported board. Dimensional analysis of fibers showed that the highest, lowest and average of fibers length for the domestic boards is 260, 10 and 120 mm. and highest, lowest and average of fibers length for the imported boards 190, 5 and 45 mm. respectively.

Keywords: Vertical density profile, spectroscopy, imagine analysis, medium density fiber board.

www.SID.ir