مقاله پژوهشی

بررسی ویژگی‌های کامپوزیت تخته تراشه جهت‌دار در صنعت بسته‌بندی

عبدالله کریمی [1*]، سعید رضا فرخ پیام [2]، مصطفی ملکی گلندوز [3]

تاریخ دریافت مقاله: آبان ماه ۱۳۹۸

تاریخ پذیرش مقاله: بهمن ماه ۱۳۹۸

چکیده

خصوصیات خوب مکانیکی و قیمت مناسب فرآوردهٔ مهندسی‌شدهٔ تخته تراشه جهت‌دار، آن را به یکی از پرکاربردترین مشتقات چوبی در صنعت ساختمان‌سازی و بسته‌بندی تبدل کرده است. این محصول قابل بازیافت همانند سایر اوراق فشردهٔ مسطح چوبی ابعاد بزرگی را دربردارد و با وزن نسبتاً کم خود در برابر انحراف، لایه‌لایه شدن و اعوجاج مقاومت مناسبی از خود نشان می‌دهد. علاوه بر این‌ها محافظت کالاها از ضربه، نوسانات دما و رطوبت، آن را به عنوان یکی از پرکاربردترین فرآوردهٔ چوبی در صنعت بسته‌بندی خصوصاً محصولات سنگین و صنعتی معرفی کرده است. مقالهٔ پیش رو با توجّه به جای خالی این محصول در بازار ایران قصد دارد که اطّلاعاتی کاربردی را در مورد یکی از پرمصرف‌ترین مواد بسته‌بندی برای تولیدکنندگان و مصرف‌کنندگان این صنعت ارائه دهد. این اطّلاعات که تاریخچه، مواد اولیه مورد استفاده، خط تولید، ویژگی‌های فیزیکی و مکانیکی، استانداردها و کاربردهای این فرآورده را شامل می‌شود، از منابع معتبر داخلی و خارجی گردآوری شده است.

واژه‌های کلیدی

تخته تراشه جهت‌دار[4](OSB)، بسته‌بندی، جعبه، پالت

۱- مقدمه

در گذشته اغلب از چوب ماسیو یا چوب تبدیل نشده در ساخت مصنوعات چوبی و ساختمان‌سازی استفاده می‌شد. امروزه ساخت چندسازه‌های چوبی گسترش فراوانی یافته است. تخته‌لایه از جمله فرآورده‌های چندسازه چوبی است که در مقایسه با چوب ماسیو خواص تقریباً یکسانی در جهات طولی و عرضی داشته و ثبات ابعادی و مقاومت‌های مکانیکی بالاتری نیز دارد. با توجّه به اینکه برای ساخت تخته‌لایه به گرده‌بینه‌هایی با طول و قطر مشخص و نیز کیفیت مطلوب نیاز است، ساخت تخته تراشه جهت‌دار به عنوان جانشینی برای تخته‌لایه به تدریج در سطح جهان گسترش یافت. با توجّه به اینکه در ساخت این فرآورده می‌توان از گرده‌بینه‌هایی با ابعاد کوچک‌تر و کیفیت پایین‌تر استفاده کرد و در عین حال خواصی نزدیک به خواص تخته‌لایه داشت، امروزه

۱- دانشجوی دکتری، گروه چوب و کاغذ، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه زابل.

(× نویسنده مسئول: abdollahkarimi1991@gmail.com)

۲- دانشیار، گروه چوب و کاغذ، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه زابل (farrokhpayam@uoz.ac.ir).

۳- دانشجوی دکتری، گروه چوب و کاغذ، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه زابل (maleky.mostafa@gmail.com).

4- Oriented Strand Board

شاهد رشد روز افزون تولید این فرآورده در سطح جهان هستیم [۱]. تخته تراشه جهت‌دار(OSB) پانلی است چندلایه، که با استفاده از تراشه‌های چوبی با ابعاد مشخص، که توسط چسب‌های مقاوم به آب، تحت فشار و حرارت پرس به یکدیگر اتصال یافته‌اند، ساخته شده است [۲].

این فرآورده برای اولین بار در سال ۱۹۸۱ به صورت تجاری تولید و به بازار معرفی شد [۳]. در واقع این محصول که منشأ پیدایش آن کشور کانادا می‌باشد، شکل تکامل یافته تخته ویفر است [۴]. اگرچه این فرآورده در سال ۱۹۸۱ به بازار معرفی شد، اما در طی مدّت زمان کوتاهی توانست سهم بسیار زیادی از پانل‌های ساختمانی را به خود اختصاص دهد؛ به طوری که تا سال ۱۹۸۵ توانست سهمی ۱۴/۸ درصدی از کل فروش پانل‌های ساختمانی داشته باشد [۳]. کشورهای امریکای شمالی یکی از بزرگ‌ترین تولید کنندگان این فرآورده در جهان به شمار می‌آیند به طوری که ۸۵ درصد کل تخته تراشه جهت‌دار جهان توسط دو کشور امریکا و کانادا تولید می‌شود [۲].

کارخانه‌های اولیه تولید تخته تراشه جهت‌دار از گونه صنوبر به دلیل در دسترس بودن، قیمت پائین و دانسیته کم تغذیه می‌کردند، اما امروزه این کارخانجات می‌توانند از گونه‌های با دانسیته کم تا متوسط که به طور وسیع در دسترس باشند، در خط تولید خود استفاده کنند. برخی از این گونه‌های چوبی عبارتند از: کاج جنوبی، نوئل، توس(غان)، صنوبر زرد، ساسافراس[1]، راش و غیره. گونه‌های با دانسیته بالا مانند راش اغلب به صورت ترکیب با گونه‌های دانسیته کم مانند صنوبر مصرف می‌شوند [۴].

فرآیند تولید تخته تراشه جهت‌دار شامل مراحلی به شرح زیر است:

۱- پوست‌کنی گرده‌بینه‌ها (غالباً گرده‌بینه‌ها قبل از پوست‌کنی تحت تیمار قرار می‌گیرند).

۲- تبدیل گرده‌بینه‌های پوست‌کنی شده به تراشه‌های با ابعاد مشخص.

۳- ذخیره‌سازی تراشه‌های مرطوب.

۴- خشک کردن تراشه‌ها در خشک‌کن‌ها تا رسیدن به رطوبت مطلوب.

۵- چسب‌زنی تراشه‌ها.

۶- تشکیل کیک OSB در سه لایه عمود برهم.

۷- پرس‌کردن کیک تحت فشار و حرارت.

۸- برش دادن تخته‌های خارج شده از پرس به ابعاد مشخص و درج کردن اطّلاعاتی بر روی آنها و در نهایت حمل کردن آنها به محل مصرف.

شکل(۱) این مراحل چندگانه را به طور شماتیک نشان می‌دهد. گرده‌بینه‌ها پس از جمع‌آوری از یارد کارخانه و هدایت آنها به خط تولید، به منظور تسریع در عملیات پوست‌کنی و تبدیل آنها به تراشه، تحت تیمار حرارتی قرار می‌گیرند. پس از اتمام این مرحله، گرده‌بینه‌ها به سمت دستگاه‌های پوست‌کن و بعد از آن به دستگاه‌های تراشه‌ساز هدایت می‌شوند. دستگاه‌های تراشه‌ساز، از گرده‌بینه‌ها، تراشه‌های با ابعاد مشخص (طول ۷۵ تا ۱۵۰ میلی‌متر، عرض ۱۵ تا ۲۵ میلی‌متر و ضخامت ۰/۳ تا ۰/۷ میلی‌متر) تولید می‌کنند [۲].

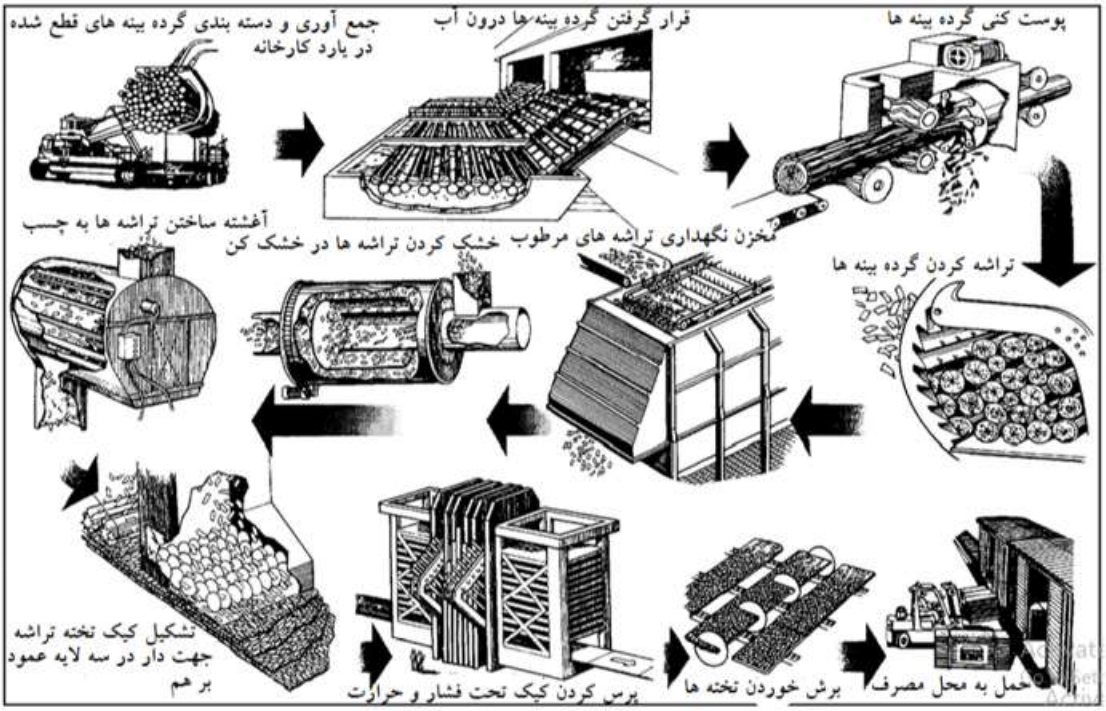
تقریباً ۸۵ تا ۹۰ درصد یک گرده‌بینه به تراشه با کیفیت بالا تبدیل می‌شود [۴ و ۶]. این جمله، بدین شکل قابل توصیف است که، بخشی از یک گرده‌بینه را پوست تشکیل می‌دهد که در طی فرآیند پوست‌کنی حذف می‌گردد و دیگر آنکه در طی فرآیند تراشه‌گیری، بخشی از تراشه‌ها شکسته شده و مقداری خاک ارّه نیز تولید می‌گردد که در بهره‌وری از گرده‌بینه نقش بسزایی دارند و از پوست و خاک اره حاصله، در بخش‌های مختلف کارخانه جهت تولید انرژی استفاده می‌کنند [۴ و ۶].

ضریب ظاهری[2] تراشه‌ها (نسبت طول به عرض تراشه) در تخته تراشه جهت‌دار حداقل ۳ است [۷]. جهت‌یابی تراشه‌های چوبی با ضریب ظاهری حداقل ۳، می‌تواند فرآورده‌ای با مقاومت خشمی و الاستیسیته[3] بالا تولید نماید.

1- Sassafrass

2- Aspect Ratio

3- Elasticity



شکل ۱- طرح شماتیک فرآیند تولید تخته تراشه جهت‌دار [۷].

پس از تولید تراشه‌ها توسط دستگاه تراشه‌ساز، تراشه‌های مرطوب درون مخازنی جمع‌آوری می‌شوند. به منظور اینکه چسبندگی خوبی بین تراشه‌ها در تخته تراشه جهت‌دار ایجاد شود، لازم است که تراشه‌ها خشک شوند. بنابراین تراشه‌های مرطوب به سمت دستگاه‌های خشک‌کن انتقال داده می‌شوند. در دستگاه‌های خشک‌کن، تراشه‌های لایه میانی تا رطوبت ۲ درصد و تراشه‌های لایه‌های سطحی تا رطوبت ۳ درصد خشک می‌شوند [۵]. بعد از اتمام این مرحله، تراشه‌های خشک شده به سمت دستگاه‌های چسب‌زن هدایت می‌شوند. در دستگاه‌های چسب‌زنی، رزین و واکس به تراشه‌ها افزوده می‌شود. در تخته تراشه جهت‌دار، مقدار مصرف رزین، بین ۲ تا ۵ درصد و مصرف واکس بین ۰/۲۵ تا ۲ درصد وزن خشک تراشه‌ها است [۴]. مصرف رزین در تخته تراشه جهت‌دار کمتر از تخته خرده‌چوب است و علت آن پایین بودن سطح ویژه تراشه‌ها نسبت به خرده چوب‌ها می‌باشد [۵]. رایج‌ترین رزین‌های مورد استفاده در این فرآورده، رزین‌های فنول فرمالدئید[1] و ایزوسیانات[2] است [۴، ۵ و ۷].

این رزین‌ها، با فرمول‌بندی‌های خاصی در این فرآورده مصرف می‌شوند. به طور معمول، در لایه‌های سطحی از رزین فنول فرمالدهید و در لایه میانی از رزین ایزوسیانات استفاده می‌کنند [۵].

هدف از چنین انتخابی (استفاده از رزین فنول فرمالدهید در لایه‌های سطحی و رزین ایزوسیانات در لایه میانی)، را باید در مزایا و معایب این رزین‌ها جستجو کرد. رزین ایزوسیانات در مقایسه با رزین فنول فرمالدهید برای پلیمر شدن به دمای کمتری نیاز دارد [۵].

بنابراین از آنجایی که لایه میانی تخته نسبت به لایه‌های سطحی در فاصله دورتری از صفحات داغ پرس واقع شده است و حرارت کمتری به آن می‌رسد، در صورت استفاده از رزین ایزوسیانات در لایه میانی، با

1- Phenol Formaldehyde
2- Isocyanate

حرارت‌های کم نیز فرآیند پلیمریزاسیون[1] چسب کامل و در نتیجه زمان پرس کوتاه می‌گردد. رزین ایزوسیانات در کنار مزایایی که نسبت به فنول فرمالدهید دارد، از معایبی نیز برخوردار است. استفاده از این رزین در لایه‌های سطحی، چسبندگی تخته‌ها به صفحات پرس و صفحات فلزی را به دنبال دارد؛ بنابراین استفاده از این رزین در سطوح تخته ایده خوبی نیست [۵].

بعد از آغشته‌سازی تراشه‌ها به رزین، تراشه‌ها به مرحله بعد (میز فرمینگ[2]) هدایت می‌شوند. از دستاوردهای این مرحله، تشکیل کیکی به صورت سه لایه عمود برهم است [۷]. اغلب کارخانجات تخته تراشه جهت‌دار، عملیات لایه‌ریزی کیک را با چهار ماشین لایه‌ریز انجام می‌دهند. یک ماشین، تراشه‌های آغشته به چسب لایه پائینی را می‌ریزد، دو ماشین لایه میانی را و یک ماشین هم تراشه‌های آغشته به چسب لایه فوقانی را می‌ریزد [۴].

استفاده از تعداد زیاد ماشین لایه‌ریز، حصول تخته‌های با دانسیته یکنواخت‌تر را ممکن می‌سازد. لایه‌های پائینی و فوقانی هر کدام سهمی ۲۵ درصدی و لایه میانی سهمی ۵۰ درصدی در تشکیل کیک OSB دارند [۴].

پس از شکل‌دهی کیک توسط ماشین‌های لایه‌ریز، کیک حاصله به سمت دستگاه پرس هدایت می‌شود. مدت زمان ماندگاری کیک در پرس داغ بسته به دانسیته و ضخامت پانل، بین ۳ تا ۶ دقیقه است و دما و فشار پرس به ترتیب در محدوده ۱۷۵ تا ۲۰۵ درجه سانتی‌گراد و ۴/۸ تا ۵/۵ مگاپاسکال می‌باشند [۴].

عملیات‌های بعد از پرس شامل: برش، سنباده‌زنی و بسته‌بندی می‌باشد که در این رابطه باید گفت، تخته پس از خروج از پرس، به ابعادهای استاندارد (۱۲۰۰×۲۴۴۰ میلی‌متر، ۱۲۲۰×۲۴۴۰ میلی‌متر و ۱۲۲۰×۳۶۶۰ میلی‌متر) برش داده می‌شود [۸] و ممکن است عملیات سنباده‌زنی نیز بر روی آن انجام شود. پس از عملیات‌های مذکور، پانل‌ها بسته‌بندی شده و به محل مصرف ارسال می‌گردند. چیز دیگری که باید به مطالب بالا اضافه کرد، دانسیته و ضخامت این فرآورده است که در این رابطه باید گفت، دانسیته این فرآورده غالباً در محدوده ۶۰۰ تا ۶۸۰ کیلوگرم بر مترمکعب می‌باشد و با ضخامت‌های ۶ تا ۴۰ میلی‌متر تولید می‌گردد [۸ و ۹].

۲- کاربردهای تخته تراشه جهت‌دار

امروزه از تخته تراشه جهت‌دار به طور گسترده‌ای در صنعت ساختمان (به عنوان دیوار، سقف و زیرسازکف)، صنایع مبلمان، صنایع بسته‌بندی، پالت‌سازی، تیرچه‌های I شکل (به عنوان بدنه)، کانتینرها، قرقره، جعبه، آستر تریلی، پانل‌های ساختمانی عایق[3] (SIP) و غیره استفاده می‌شود [۲، ۴، ۵، ۶ و ۱۰]. در (شکل۲) تعدادی از این کاربردها به تصویر کشیده شده است. تقریباً ۷۵ درصد کاربردهای تخته تراشه جهت‌دار در صنعت ساختمان بوده، ۲۰ درصد صنایع بسته‌بندی و مابقی کاربردهای آن، در دیگر صنایع مانند دکوراسیون (مبلمان) است [۲].

برطبق یک گزارش، در سال ۱۹۹۹ تقریباً ۲۸۹ میلیون فوت‌مربع فرآورده چوبی از قبیل تخته‌لایه سوزنی‌برگان، تخته تراشه جهت‌دار و تخته‌لایه پهن‌برگان در تولید کانتینر و پالت استفاده شد. تقریباً ۸۶ میلیون فوت‌مربع از این مقدار مربوط به تولید پالت و اسکید[4] بود [۱۱]. جدول(۱) مقدار مصرف هر یک از این فرآورده‌ها را در تولید پالت و کانتینر نشان می‌دهد.

1- Polymerization
2- Forming
3- Structural Insulated Panels
4- Skids

شکل ۲- تصاویری از کاربردهای تخته تراشه جهت‌دار در صنایع مختلف

جدول ۱- مقدار مصرف انواع فرآورده چوبی در تولید پالت و کانتینر به میلیون فوت‌مربع [۱۱].

انواع فرآورده چوبی	پالت	کانتینر	کل
تخته‌لایه سوزنی‌برگان	۶۴/۱	۱۴۳/۷	۲۰۷/۸
تخته‌تراشه جهت‌دار	۲۰/۲	۵۶/۶	۷۶/۷
تخته‌لایه پهن‌برگان	۱/۹	۲/۹	۴/۸
کل	۸۶/۲	۲۰۳/۱	۲۸۹/۳

۳- طبقه‌بندی تخته تراشه جهت‌دار

استاندارد اروپایی EN 300[1] تخته تراشه جهت‌دار را به چهار گروه تقسیم می‌کند:

۱- تخته تراشه جهت‌دار برای مصارف عمومی، غیرباربر، برای لوازم داخلی برای استفاده در شرایط خشک (OSB/1)

۲- تخته تراشه جهت‌دار باربر، برای استفاده در شرایط خشک (OSB/2)

۳- تخته تراشه جهت‌دار باربر، برای استفاده در شرایط مرطوب (OSB/3)

۴- تخته تراشه جهت‌دار باربر سنگین، برای استفاده در شرایط مرطوب (OSB/4)

همان‌طور که مشاهده می‌شود، طبقه‌بندی تخته تراشه جهت‌دار، براساس نوع کاربرد (باربر و غیربار) و محیط مصرف (شرایط خشک و مرطوب) انجام شده است که در این رابطه باید گفت، منظور از کاربردهایی با اهداف باربر، کاربرد در اجزای ساختمان (دیوار، سقف، کف و غیره) و یا اجزای ساختمان تیرچه‌های I شکل می‌باشد و کاربردهایی با اهداف غیربار، لوازم داخلی و مبلمان را شامل می‌شود و منظور از شرایط خشک، شرایطی است که دمای محیط ۲۰ درجه‌سانتی‌گراد و رطوبت نسبی به جزء چند هفته در سال می‌تواند ۶۵ درصد باشد و شرایط مرطوب، شرایطی است که دمای محیط ۲۰ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی به جزء چند هفته در سال می‌تواند بیش از ۸۵ درصد نباشد.

1- European Norm (EN)

٤- سامانه کدبندی رنگی اختیاری برای تخته تراشه جهت‌دار

دو رنگ در هر وضعیت مورد استفاده قرار می‌گیرد. اولین رنگ تعیین‌کننده نوع کاربرد (باربر و غیرباربر) و دومین رنگ تعیین‌کننده محیط مصرف(شرایط خشک و مرطوب) می‌باشد. در این سامانه رنگ‌بندی، رنگ‌های مورد استفاده بدین شرح است:

رنگ اول – سفید: مصارف عمومی (غیرباربر)

رنگ اول – زرد: تحمل کننده نیرو (باربر)

رنگ دوم – آبی: شرایط خشک

رنگ دوم – سبز: شرایط مرطوب

در (جدول ۲)، برای انواع پانل OSB، این سامانه رنگ‌بندی ارائه شده است.

جدول ۲- سامانه کدبندی رنگی اختیاری برای تخته تراشه جهت‌دار [۹].

نوع تخته	کد رنگی
OSB/1	سفید – آبی
OSB/2	زرد – زرد – آبی
OSB/3	زرد – زرد – سبز
OSB/4	زرد – سبز

۵- خواص فیزیکی تخته تراشه جهت‌دار

۵-۱- رطوبت تعادل

رطوبت تعادل تخته تراشه جهت‌دار، با قرارگیری آن به مدّت چند هفته در یک کلیما[1] استاندارد که دمای آن ۲۰ درجه‌سانتی‌گراد و رطوبت نسبی آن ۶۵ درصد است، به دست می‌آید. در این شرایط، رطوبت تعادل تخته تراشه جهت‌دار ۱۰ درصد گزارش شده است [۸]. این در حالی است که رطوبت تعادل چوب در چنین شرایطی ۱۲ درصد است [۴]. علت پائین بودن رطوبت تعادل تخته تراشه جهت‌دار نسبت به چوب، به مواد افزودنی مورد استفاده در این فرآورده (چسب، پارافین، موم و غیره) برمی‌گردد.

۵-۲- هدایت حرارتی

هدایت حرارتی تخته تراشه جهت‌دار، تا حدود زیادی وابسته به دانسیته می‌باشد. برای مثال ضریب هدایت حرارتی (λ) تخته تراشه جهت‌دار با میانگین دانسیته ۶۵۰ کیلوگرم بر مترمکعب، ۰/۱۳ وات بر متر برکلوین[2] است[۱۲].

۵-۳- جذب صوت

چنانچه امواج صوتی به مانعی برخورد کنند، قسمتی از آنها جذب مانع شده و بقیه در فضا منعکس می‌شوند. نسبت مقدار انرژی صوتی جذب شده به کل انرژی برخورد کرده با مانع را اصطلاحاً ضریب جذب صوت می‌گویند. به طور کلی جذب انرژی صوتی از یک‌سو بستگی به شدّت تواتر (فرکانس) آن، و از سوی دیگر، بستگی به مانع آن دارد. ضریب جذب صوت برای تخته تراشه جهت‌دار در فرکانس‌های ۲۵۰ تا ۵۰۰ هرتز، ۰/۱۰ درصد و در فرکانس‌های ۱۰۰۰ تا ۲۰۰۰ هرتز، ۰/۲۵ درصد گزارش شده است [۱۲].

۵-٤- ثبات ابعادی

تخته تراشه جهت‌دار همانند سایر اوراق فشرده چوبی، جاذب رطوبت بوده و با تغییر رطوبت، دچار تغییر ابعاد می‌گردد. جدول(۳) این تغییرات ابعاد را برای انواع پانل، به ازای ۱ درصد تغییر در رطوبت نشان می‌دهد.

1- Standard Room

2- Watt Per Meter-Kelvin

جدول ۳- تغییر ابعاد به ازای یک درصد تغییر در رطوبت پانل [۸].

انواع پانل OSB	تغییر ابعاد به ازای یک درصد تغییر در رطوبت پانل		
	طول (درصد)	پهنا (درصد)	ضخامت (درصد)
OSB/2	۰/۰۳	۰/۰۴	۰/۷
OSB/3	۰/۰۲	۰/۰۳	۰/۵
OSB/4	۰/۰۲	۰/۰۳	۰/۵

۵-۵- درصد رطوبت

برطبق استاندارد اروپایی EN 300، رطوبت تخته تراشه جهت‌دار در محدوده ۲ تا ۱۲ درصد می‌باشد [۹]. رطوبت تخته، از دو عامل نشأت می‌گیرد؛ رطوبت تراشه‌ها و رطوبت موجود در رزین.

۵-٦- دانسیته

دانسیته تخته تراشه جهت‌دار غالباً در محدوده ۶۰۰ تا ۶۸۰ کیلوگرم بر مترمکعب می‌باشد [۸].

۵-۷- واکشیدگی ضخامت

واکشیدگی ضخامت، یکی از شاخص‌های مهم تخته تراشه جهت‌دار می‌باشد که نشانگر تغییر در ضخامت تخته بعد از غوطه‌وری در آب به مدّت ۲۴ می‌باشد. جداول(۴ تا ۷) مقدار مجاز آن را برای انواع مختلف پانل با ضخامت‌های متفاوت نشان می‌دهند.

٦- خواص مکانیکی

خواص مکانیکی تخته تراشه جهت‌دار شامل: مدول الاستیسیته، مقاومت خمشی و چسبندگی داخلی می‌باشد.

٦-۱- مدول الاستیسیته

مدول الاستیسیته نمایانگر توانایی پانل برای بازگشت به حالت اولیه خود، پس از حذف تنش اعمال شده به آن می‌باشد. به طورکلی، هرچه پانل در برابر اعمال تنش، دچار تغییر شکل کمتری گردد؛ از مدول الاستیسیته بالاتری برخوردار بوده و برعکس. در تخته تراشه جهت‌دار، مدول الاستیسیته در دو جهت اندازه‌گیری می‌شود؛ یکی در جهت طول تخته و دیگری در جهت عرض تخته. مقدار این عامل مهم، در جهت طولی همیشه بیشتر از جهت عرضی می‌باشد. جداول (۴ تا ۷) مقدار مجاز آن را برای انواع مختلف پانل با ضخامت‌های متفاوت نشان می‌دهند.

٦-۲- مقاومت خمشی

مقاومت خمشی، نمایانگر مقاومت پانل در برابر نیروهای خمشی می‌باشد. این عامل همانند مدول الاستیسیته در دو جهت طول و عرض تخته قابل اندازه‌گیری می‌باشد ولی همواره مقدار آن در جهت طولی بیشتر از جهت عرضی می‌باشد. جداول(۴ تا ۷) مقدار مجاز آن را برای انواع مختلف پانل با ضخامت‌های متفاوت نشان می‌دهند.

٦-۳- چسبندگی داخلی

نمایانگر چسبندگی بین تراشه‌های چوبی و چسب در قسمت میانی پانل می‌باشد و مقدار مجاز آن برای انواع مختلف پانل با ضخامت‌های متفاوت در (جداول ۴ تا ۷) ارائه شده است.

جدول ٤- حد مجاز ویژگی‌های فیزیکی و مکانیکی تخته تراشه جهت‌دار نوع اول بر طبق استاندارد DIN EN 300 (2006)

نوع تخته (OSB/1)	روش آزمون	واحد	الزامات دامنه ضخامت اسمی تخته(میلی‌متر)		
ویژگی‌ها			٦ تا ١٠	١٠< تا ١٨ >	١٨ تا ٢٥
مقاومت خمشی- جهت طولی	EN ٣١٠	N/mm^2	٢٠	١٨	١٦
مقاومت خمشی- جهت عرضی	EN ٣١٠	N/mm^2	١٠	٩	٨
مدول الاستیسیته خمشی- جهت طولی	EN ٣١٠	N/mm^2	٢٥٠٠	٢٥٠٠	٢٥٠٠
مدول الاستیسیته خمشی- جهت عرضی	EN ٣١٠	N/mm^2	١٢٠٠	١٢٠٠	١٢٠٠
چسبندگی داخلی	EN ٣١٩	N/mm^2	٠/٣٠	٠/٢٨	٠/٢٦
واکشیدگی ضخامت- ٢۴ ساعت غوطه‌وری	EN ٣١٧	٪	٢٥	٢٥	٢٥

جدول ٥- حد مجاز ویژگی‌های فیزیکی و مکانیکی تخته تراشه جهت‌دار نوع دوم بر طبق استاندارد DIN EN 300 (2006)

نوع تخته (OSB/2)	روش آزمون	واحد	الزامات دامنه ضخامت اسمی تخته (میلی‌متر)				
ویژگی‌ها			٦ تا ١٠	١٠< تا ١٨ >	١٨ تا ٢٥	٢٥ < تا ٣٢	٣٢ < تا ٤٠
مقاومت خمشی- جهت طولی	EN ٣١٠	N/mm^2	٢٢	٢٠	١٨	١٦	١۴
مقاومت خمشی- جهت عرضی	EN ٣١٠	N/mm^2	١١	١٠	٩	٨	٧
مدول الاستیسیته خمشی- جهت طولی	EN ٣١٠	N/mm^2	٣٥٠٠	٣٥٠٠	٣٥٠٠	٣٥٠٠	٣٥٠٠
مدول الاستیسیته خمشی- جهت عرضی	EN ٣١٠	N/mm^2	١۴٠٠	١۴٠٠	١۴٠٠	١۴٠٠	١۴٠٠
چسبندگی داخلی	EN ٣١٩	N/mm^2	٠/٣۴	٠/٣٢	٠/٣٠	٠/٢٩	٠/٢٦
واکشیدگی ضخامت- ٢۴ ساعت غوطه‌وری	EN ٣١٧	٪	٢٠	٢٠	٢٠	٢٠	٢٠

جدول ٦- حد مجاز ویژگی‌های فیزیکی و مکانیکی تخته تراشه جهت‌دار نوع سوم بر طبق استاندارد DIN EN 300 (2006)

نوع تخته (OSB/3)			الزامات				
			دامنه ضخامت اسمی تخته (میلی‌متر)				
ویژگی‌ها	روش آزمون	واحد	٦ تا ١٠	>١٠ تا < ١٨	١٨ تا ٢٥	> ٢٥ تا ٣٢	> ٣٢ تا ٤٠
مقاومت خمشی- جهت طولی	EN ٣١٠	N/mm²	٢٢	٢٠	١٨	١٦	١٤
مقاومت خمشی- جهت عرضی	EN ٣١٠	N/mm²	١١	١٠	٩	٨	٧
مدول الاستیسیته خمشی- جهت طولی	EN ٣١٠	N/mm²	٣٥٠٠	٣٥٠٠	٣٥٠٠	٣٥٠٠	٣٥٠٠
مدول الاستیسیته خمشی- جهت عرضی	EN ٣١٠	N/mm²	١٤٠٠	١٤٠٠	١٤٠٠	١٤٠٠	١٤٠٠
چسبندگی داخلی	EN ٣١٩	N/mm²	٠/٣٤	٠/٣٢	٠/٣٠	٠/٢٩	٠/٢٦
واکشیدگی ضخامت- ٢٤ ساعت غوطه‌وری	EN ٣١٧	٪	١٥	١٥	١٥	١٥	١٥

جدول ٧- حد مجاز ویژگی‌های فیزیکی و مکانیکی تخته تراشه جهت‌دار نوع چهارم بر طبق استاندارد DIN EN 300 (2006)

نوع تخته (OSB/4)			الزامات				
			دامنه ضخامت اسمی تخته (میلی‌متر)				
ویژگی‌ها	روش آزمون	واحد	٦ تا ١٠	>١٠ تا < ١٨	١٨ تا ٢٥	> ٢٥ تا ٣٢	> ٣٢ تا ٤٠
مقاومت خمشی- جهت طولی	EN ٣١٠	N/mm²	٣٠	٢٨	٢٦	٢٤	٢٢
مقاومت خمشی- جهت عرضی	EN ٣١٠	N/mm²	١٦	١٥	١٤	١٣	١٢
مدول الاستیسیته خمشی- جهت طولی	EN ٣١٠	N/mm²	٤٨٠٠	٤٨٠٠	٤٨٠٠	٤٨٠٠	٤٨٠٠
مدول الاستیسیته خمشی- جهت عرضی	EN ٣١٠	N/mm²	١٩٠٠	١٩٠٠	١٩٠٠	١٩٠٠	١٩٠٠
چسبندگی داخلی	EN ٣١٩	N/mm²	٠/٥٠	٠/٤٥	٠/٤٠	٠/٣٥	٠/٣٠
واکشیدگی ضخامت- ٢٤ ساعت غوطه‌وری	EN ٣١٧	٪	١٢	١٢	١٢	١٢	١٢

٧- بازار تخته تراشه جهت‌دار

در سال ٢٠١٧، اندازه بازار (میزان خرید و فروش) جهانی تخته تراشه جهت‌دار حدود ١١/٣٠ میلیارد دلار بود[1]. مقدار تولید جهانی تخته تراشه جهت‌دار در سال‌های ٢٠١٤ تا ٢٠١٨ به همراه سهم هر منطقه و کشورهای عمده تولیدکننده، در (جدول ٨) ارائه شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود، بخش اعظم تخته تراشه جهت‌دار تنها توسط دو کشور امریکای شمالی یعنی ایالات متحده و کانادا تولید می‌شود.

1- http://www.researchandmarkets.com

جدول ۸- مقدار تولید جهانی تخته تراشه جهت‌دار در سال‌های اخیر به مترمکعب (FAOSTAT)

منطقه / سال	۲۰۱٤	۲۰۱۵	۲۰۱٦	۲۰۱۷	۲۰۱۸
آسیا	۲۷۵۰۰۰	۳۷۵۰۰۰	۷۸۰۰۰۰	۷۷۵۰۰۰	۷۷۵۰۰۰
چین	۲۰۰۰۰۰	۳۰۰۰۰۰	۷۰۰۰۰۰	۷۰۰۰۰۰	۷۰۰۰۰۰
ترکیه	۷۵۰۰۰	۷۵۰۰۰	۸۰۰۰۰	۷۵۰۰۰	۷۵۰۰۰
اروپا	۵۹۷۲۵۰۷	۷۲۹۲۰۷۸	۸۴۹۸۰۰۲	۹۰۰۹۶۵۰	۹۳۷۹۰۷۲
آلمان	۱۱۴۲۹۲۰	۱۲۰۶۰۱۴	۱۳۹۸۴۸۵	۱۴۵۱۶۷۳	۱۲۳۰۲۰۹
امریکا	۱۸۸۷۵۵۸۰	۱۹۳۲۳۲۵۵	۱۹۸۲۰۴۸۴	۲۰۵۸۰۲۴۷	۲۱۳۱۵۳۳۶
ایالات متحده امریکا	۱۱۵۱۲۰۸۰	۱۱۷۵۵۴۵۵	۱۲۳۲۰۹۷۰	۱۲۹۳۰۰۰۰	۱۳۳۸۹۰۰۰
کانادا	۶۸۷۷۰۰۰	۷۰۷۴۰۰۰	۷۰۰۲۲۱۴	۷۱۵۲۶۴۷	۷۴۲۸۷۳۶
اقیانوسیه	۰	۰	۰	۰	۰
آفریقا	۰	۰	۰	۰	۰
تولید جهانی کل	۲۵۱۲۳۰۸۷	۲۶۹۹۰۳۳۳	۲۹۰۹۸۴۸۶	۳۰۳۶۴۸۹۷	۳۱۴۶۹۴۰۸

۸- دلایل عدم توسعه تخته تراشه جهت‌دار در ایران

علی‌رغم ویژگی‌های بسیار مطلوب، این فرآورده در مقایسه با دیگر اوراق فشرده چوبی از قبیل تخته خرده‌چوب و تخته‌فیبر نتواست جایگاه خود را در بازارهای داخلی پیدا کند و تولیدکنندگان داخلی با وجود آگاهی کامل از این فرآورده، برای تولید آن بی‌رغبت بوده‌اند و در این زمینه اقدامات اساسی انجام ندادند. در رابطه با علت این بی‌رغبتی باید گفت: فارغ از نوع صنعت و محصول، اندازه و وسعت بازار از شروط لازم برای ایجاد یک واحد تولیدی می‌باشد. اغلب سرمایه‌گذاران در هنگام سرمایه‌گذاری روی یک محصول، به اندازه و وسعت بازار توجّه ویژه‌ای دارند و همواره در جهت تولید محصولاتی گام برمی‌دارند که بازارهای وسیعی داشته باشند تا به سود بیشتری دست یابند. چنانچه بازار یک محصول محدود باشد، تمایل چندانی به سرمایه‌گذاری روی آن نشان نمی‌دهند. در رابطه با پانل‌های تخته تراشه جهت‌دار نیز باید به وسعت بازار آن توجّه نمود.

همان‌طورکه قبلاً هم اشاره شد؛ تقریباً ۷۵ درصد کاربردهای تخته تراشه جهت‌دار صنعت ساختمان بوده، ۲۰ درصد صنایع بسته‌بندی و مابقی کاربردهای آن، دیگر صنایع مانند دکوراسیون (مبلمان) است [۲]. با توجّه به این اطّلاعات، می‌توان تا حدودی دلایل عدم استقبال از تولید این فرآورده در ایران را حدس زد. این دلایل و عدم استقبال بدین شکل توصیف می‌شوند؛ اولاً بخش عمده کاربرد این فرآورده در ساختمان‌های چوبی می‌باشد که این ساختمان‌ها در ایران گسترش نیافته‌اند. ثانیاً از این فرآورده در صنعت بسته‌بندی، برای بسته‌بندی کالاهای صنعتی و سنگین استفاده می‌شود. عموماً کشور ایران یک کشور صنعتی و صادرات محور نیست و این کالاها غالباً در ایران تولید نمی‌شوند و وارداتی هستند. ثالثاً کاربرد دیگر تخته تراشه جهت‌دار، صنایع مبلمان و دکوراسیون داخلی است که کاربرد آن در این صنایع از دو مورد ذکر شده قبلی کمتر می‌باشد. یکی از دلایل عمده‌ای که کاربرد این فرآورده را در صنعت مبلمان محدود می‌کند، این است که برخلاف تخته خرده‌چوب و تخته‌فیبر، به خوبی روکش نمی‌شود (روکش‌پذیری ضعیفی دارد) و استفاده از آن در

این صنایع، ظاهر زیبایی به محصولات نمی‌بخشد. بنابراین با توجّه به مطالب گفته شده می‌توان چنین نتیجه گرفت که عدم توسعه تخته تراشه جهت‌دار در ایران تا حدود زیادی به وضعیت بازار مصرف آن باز می‌گردد. صنایع ساختمان، بسته‌بندی و مبلمان از جمله صنایع‌های تقاضاب کننده این فرآورده هستند، لذا در سه صنعت ذکر شده به ترتیب عدم توسعه ساختمان‌های چوبی در ایران، عقب‌ماندگی صنعتی(ضعف در تولیدات صنعتی) و عدم روکش‌پذیری مناسب، باعث کوچک شدن بیش از حد بازار مصرف این فرآورده در ایران شده است و این خود دلیل مستحکمی است که چرا تولیدکنندگان صفحات فشرده چوبی در ایران، برنامه‌ای برای تولید آن در دستور کار خود ندارند.

۹- نتیجه گیری

تخته تراشه جهت‌دار یکی از فرآورده‌های مهندسی شده چوب است که دارای کاربردهای متعدّدی می‌باشد؛ عمده کاربردهای این فرآورده در صنعت ساختمان، بسته‌بندی و مبلمان می‌باشد. با توجّه به تولید روزافزون و افزایش تقاضای جهانی برای این فرآورده و همچنین با توجّه به کاربرد گسترده آن، ارائه اطّلاعاتی بنیادی در حضوص این فرآورده ارزشمند، ضروری به نظر می‌رسید. در پژوهش حاضر با مراجع به منابع معتبر سعی شد اطّلاعاتی نسبتاً جامع در خصوص آشنایی با این فرآورده ارائه شود. فرآیند تولید این فرآورده، بازار جهانی آن، کاربردهای آن و دلایل عمده عدم گسترش آن در ایران از جمله اطّلاعات ارائه شده در این پژوهش بود. این اطّلاعات می‌تواند موجب یک دید درستی نسبت به این فرآورده ارزشمند از جانب مدیران، صاحبان صنایع و سرمایه‌گذاران چه در عرصه صنعت بسته‌بندی و چه در عرصه صنعت اوراق فشرده چوبی شود.

۱۰- منابع

۱. حسینایی، ا.، فائزی‌پور، م. و دوست‌حسینی، ک. (۱۳۸۵). «**بررسی تأثیر جهت‌دهی تراشه‌ها و مقدار رزین بر خواص تخته تراشه ساخته شده از صنوبر**»، نشریه دانشکده منابع طبیعی، جلد ۵۹، شماره ۳، ۶۹۲-۶۸۱.

2. Thoemen, H., Irle, M. and Sernek, M., (2010). **"Wood-Based Panels: An Introduction for Specialists."** Brunel University Press. 283p.
3. Sharma, V. and Sharon, A., (1993). **"Optimal Orientation of Flakes in Oriented Strand Board (OSB)."** Journal of Experimental Mechanics, 33(2): 91-98.
4. Shmulsky, R. and Jones, P.D., (2011). **"Forest Products and Wood Science an Introduction."** John Wiley & Sons. 477p.
5. Ansell, M. P., (2015). **"Wood Composites."** Wood head Publishing. 437p.
6. APA-The Engineered Wood Association. (2009). **"Oriented Strand Board."** Product Guide.
7. Forest Products Laboratory. (2010). **"Wood handbook—Wood as an engineering material."** General Technical Report FPL-GTR-190. Madison, WI: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Forest Products Laboratory. 508 p.

8. Wood Panel Industries Federation. (2014). **"Panel Guide."** Version 4, 158p.
9. DIN EN 300, (2006). **"Oriented Strand Boards (OSB) – Definitions, classification and specifications."** English Version, European Committee for Standardization (CEN), Brussels.
10. Akrami, A., Barbu, M C. and Fruehwald, A., (2014). **"Characterization of properties of oriented strand boards from beech and poplar."** European Journal of Wood and Wood Products, 72, 393–398.
11. Bejune, J., Bush, R., Araman, P., Hansen, B. and Cumbo, D., (2002). **"Recycling Behind Most Growth in Pallet Production."** Pallet Enterprise, 26-37.
12. BS EN 13986, (2004). **"Wood-based panels for use in construction - Characteristics, evaluation of conformity and marking."** European Committee for Standardization (CEN), Brussels.

آدرس نویسنده

سیستان و بلوچستان- زابل – دانشکده منابع طبیعی دانشگاه زابل- گروه مهندسی چوب و کاغذ