

## بررسی عوامل موثر در کیفیت سطح و لبه های سوراخ راه به در تعبیه شده در تخته خرده چوب و MDF

ابوالقاسم خزاعیان<sup>۱\*</sup>، زهرا معصومی<sup>۲</sup> و افشین توسلی فرشه

<sup>۱</sup> دانشیار گروه مهندسی صنایع چوب و کاغذ، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان  
<sup>۲</sup> دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی چوب و کاغذ، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان  
<sup>۳</sup> دانشجوی دکتری مهندسی صنایع چوب و کاغذ، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی

### چکیده

در این بررسی عامل های مختلف موثر در فرآیند سوراخ کاری راه به در ماشین CNC<sup>۱</sup> بر روی دو نوع ماده MDF<sup>۲</sup> و تخته خرده چوب ارزیابی شد. متغیرهای فرآیند سوراخ کاری شامل قطر مته در سه سطح ۵، ۱۰ و ۱۵ میلی متر، شتاب تغذیه در دو سطح ۰/۳m/min و ۰/۶m/min و شتاب چرخشی محور ماشین در سه سطح ۳۰۰، ۱۵۰۰ و ۳۰۰۰ rpm گزینش شد. با هدف بررسی اثر عامل های بالا بر روی کیفیت سطح سوراخ کاری شده MDF و تخته خرده چوب، میزان شکست سطحی لبه سوراخ ها بر روی قطعه های کاری اندازه گیری شد. بهترین شرایط برای سطح رویی در هر دو ماده مشخص شد. نتایج تحقیق نشان داد که در همه قطرهای مختلف مته با افزایش شتاب چرخشی محور، میزان شکست در سطح رویی قطعه های سوراخ کاری شده، کاهش یافت. با افزایش شتاب چرخشی ضخامت پوشال های تولید شده کاهش و کیفیت سطح افزایش یافت. افزایش شتاب تغذیه نیز اثری مثبت بر روی کیفیت سطح سوراخ کاری شده نشان داد و باعث کاهش میزان شکست در لبه سوراخ ها شد.

**واژه های کلیدی:** پوشال، شکست لبه سوراخ، فرآورده چندسازه، CNC، کیفیت سطح، شتاب تغذیه، شتاب چرخشی محور

<sup>۱</sup> computerized numeral computer

<sup>۲</sup> Medium density fiber

## مقدمه

درک فرآیند سوراخکاری و شناخت عامل های موثر بر رفتار ماشینکاری مانند شرایط برش، خواص ماده، ویژگی های ابزار و اثر متقابل آنها بر کیفیت سطح مواد اولیه MDF و تخته خرده چوب از هدف های محققان کشورهای پیشرفته است. کیفیت سوراخ ایجاد شده در چوب و فرآورده های آن در مقاومت اتصال سطح تیرهای ساختمانی و اتصال های مورد استفاده در کابینت سازی اثر زیادی دارد [۱۰]، که دقت عملکرد ماشین CNC، فرسودگی مته، ساختار تشریحی (آناتومی) چوب و... این کیفیت را تحت تأثیر قرار می دهد [۴-۵-۷-۱۰]. کیفیت سوراخ ایجاد شده، از راه قطر سوراخ، انحراف از شکل دایره، میانگین افزایش اندازه، شکل سوراخ و خصوصیات سطح ماشین شده ارزیابی می شود [۳-۸-۹]. با توجه به بالابودن هزینه های تولید و ماشینکاری، بهینه سازی شرایط ماشینکاری بسیار مهم است. با دیدن کیفیت سطح به عنوان یک عامل قابل سنجش، می توان سرعت تغذیه، سرعت چرخشی محور ماشین و زمان تعویض ابزار را در ماشین پیش بینی نمود.

درک واکنش ابزار برش و قطعه کار بسیار مهم است. هر ابزاری دارای شرایط برش ویژه ای برای هر ماده می باشد. بنابراین تعیین شرایط کاری ابزار با هدف افزایش طول عمر آن، از راه اندازه گیری کیفیت سطح مناسب قطعه کار قابل دستیابی است. از طرفی با تنظیم متغیرهایی مانند شتاب تغذیه و شتاب چرخشی محور ماشین، با وجود کند شدن ابزار برش، می توان کیفیت سطح را در حد قابل قبولی نگاه داشت. یکی از انواع سوراخکاری هایی که با ماشین CNC انجام می گیرد، سوراخکاری راه به در<sup>۳</sup> است. از نظر فنی کیفیت سوراخکاری راه به در، بسیار مهم می باشد. مصرف انرژی ماشین CNC در طی فرآیند برش از دیگر مواردی است که باید مورد توجه قرار گیرد. در کاهش دادن میزان انرژی مصرفی، گزینش شرایط برشی مناسب مهم است. MDF و تخته خرده چوب مواد اولیه ای هستند که در صنعت مبلمان کشور بسیار کاربرد دارند. این مواد با روکش های ملامینه نسبت به دیگر انواع

روکش ها در ایران و جهان، کاربرد بیشتری داشته و از طرفی کار با روکش ملامینه نسبت به روکش های HPL<sup>۴</sup> آسان تر است [۲]. نبود شناخت کامل در مورد عامل های موثر بر کیفیت سطح این دو ماده در طی ماشینکاری، ما را بر آن داشت که به عنوان نخستین تحقیق در ایران، مهم ترین عامل ها را مورد بررسی قرار دهیم. هدف ما از این تحقیق بررسی کیفیت سطح MDF و تخته خرده چوب با روکش ملامینه، در شرایط مختلف سوراخکاری است.

## مواد و روش ها

در این تحقیق تخته های MDF و تخته خرده چوب با ابعاد ۴۰×۳۰ سانتی متر و ضخامت ۱۶ میلی متر با روکش ملامینه از انبار (دپو) مرکز فنی حرفه ای تهران تهیه شد و رطوبت نسبی و دما برای تمام نمونه ها یکسان و همانند بود. ماشینکاری قطعه های بریده شده، به وسیله ماشین CNC سه محوره با نام تجاری JOHNFORDD VMC-850، در مرکز فنی حرفه ای تهران MDF محصول کشور ترکیه و تخته خرده چوب از شرکت نتوپان گنبد تهیه شد- انجام شد. سوراخکاری قطعه ها با مته هایی راه به در و دو دندانه از جنس HSS<sup>۵</sup> با زاویه چرخش دندانه ۶۰ درجه، با سه قطر متغیر ۵، ۱۰ و ۱۵ میلی متری، برابر استاندارد ISO9002 انجام شد. مته استفاده شده در شکل ۱ نشان داده شده است:



شکل ۱- مته استفاده شده

<sup>۴</sup> high pressure laminate

<sup>۵</sup> High speed steel

<sup>۳</sup> through type

از سوراخ‌ها و پوشال‌های ایجاد شده عکس‌برداری و میزان شکست اطراف سوراخ‌ها توسط خط‌کش اشل و با کمک لوپ اندازه‌گیری شد. درجه‌بندی کیفی بر پایه میانگین میزان شکست در اطراف سوراخ‌ها بر پایه جدول ۱ انجام گرفت. شتاب برش، طول و ضخامت پوشال‌ها برای هر سری از سوراخ‌ها توسط روابط زیر محاسبه شد [۵]:

$$Vc = N \pi D$$

$$f_z = \frac{1000 V_f}{NZ}$$

$$L = \frac{\pi DH}{f_z Z}$$

Vf (m/min) شتاب تغذیه

Z شمار دندانه مته مورد استفاده که دو می‌باشد.

N (rpm) شتاب چرخشی محور (دور در دقیقه)

D (mm) قطر مته

L (mm) طول پوشال

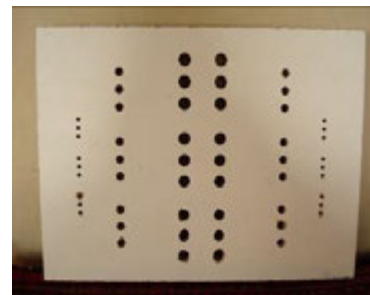
fz (mm) ضخامت پوشال یا پیشروی دندانه

H (۱۶mm) ضخامت تخته

Vc (m/s) شتاب برش

به منظور مقایسه و تحلیل میزان شکست و بررسی کیفیت بر روی قطعه‌های مورد آزمایش، از نرم‌افزار Excel استفاده شد.

طراحی محل سوراخ‌کاری در تخته‌ها و انجام تکرارهای لازم با متغیرهای موردنظر، به کمک نرم‌افزار CATIA انجام شد. در فرآیند سوراخ‌کاری، سرعت چرخش مته و جنس آن از عوامل مهم در آتش‌گیری نمونه مورد آزمایش است [۱۱]، به همین دلیل در این تحقیق بیشینه شتاب چرخش محور ماشین که مانع آتش‌گیری نمونه می‌شود با توجه به تجربیات گذشته، ۳۰۰۰ دور در دقیقه گزینش شد. این شتاب در سه سطح متغیر ۳۰۰، ۱۵۰۰ و ۳۰۰۰ دور در دقیقه تنظیم شد. شتاب پیشروی در دو سطح ۰/۳m/min و ۰/۶m/min تنظیم شد. در این تحقیق هر آزمون با سه تکرار انجام شد. بدین ترتیب با توجه به سه سطح شتاب چرخش محوری ۳۰۰، ۱۵۰۰ و ۳۰۰۰ دور در دقیقه و دو سطح سرعت پیشروی ۳۰۰ و ۶۰۰ میلی‌متر بر دقیقه، شمار سوراخ‌های انجام شده در هر ماده ۵۴ عدد شد که در شکل ۲ شمار سوراخ‌ها نشان داده شده است. فاصله بین سوراخ‌ها به گونه‌ای طراحی شد که یک سوراخ بر روی سوراخ دیگر اثری نداشته باشد.



شکل ۲- طرح سوراخ‌کاری در تخته‌ها

جدول ۱- درجه بندی کیفی سوراخ‌ها بر اساس میزان شکست

کیفیت (Q)	میانگین میزان شکست (mm)
Q1 خوب	۰ - ۰/۱
Q2 متوسط	۰/۱ - ۰/۵
Q3 بد	بیشتر از ۰/۵

۳ دیده می‌شود با افزایش شتاب تغذیه در هر دو ماده میزان شکست اطراف لبه سوراخ‌ها در سطح رویی قطعات کاری کاهش می‌یابد. با افزایش شتاب تغذیه از ۰/۳ به ۰/۶ میزان شکست در MDF و تخته خرده چوب به ترتیب ۱۰/۷ درصد و ۱۸/۶ درصد کاهش یافت. شتاب

## نتایج و بحث

نتایج حاصل از اندازه‌گیری ابعاد پوشال و میزان شکست نتایج حاصل از اندازه‌گیری میزان شکست در سطح رویی لبه سوراخ‌ها، محاسبه شتاب برش، ضخامت و طول پوشال‌ها در جدول ۲ آمده است. همان‌طور که در شکل

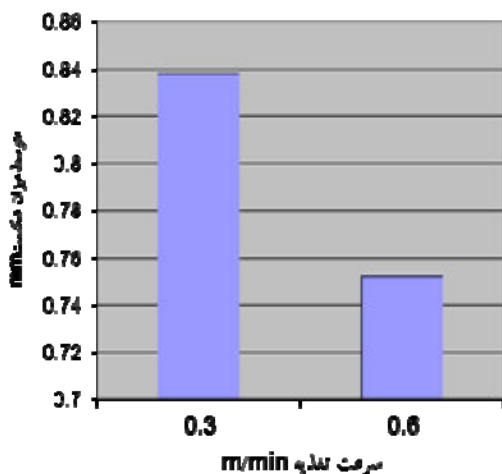
سوراخ کمک کرده در نتیجه درگیری پوشال‌ها با لبه سوراخ کمتر شده و میزان شکست سطح پیرامون سوراخ‌ها کاهش و کیفیت سوراخ‌کاری بهبود می‌یابد.

تغذیه  $0.6 \text{ m/min}$  بنابر تحقیقات بانشو و کیتانی (۲۰۰۵) در دامنه شتاب تغذیه بهینه قرار دارد. به نظر می‌رسد که افزایش شتاب تغذیه به خروج پوشال از

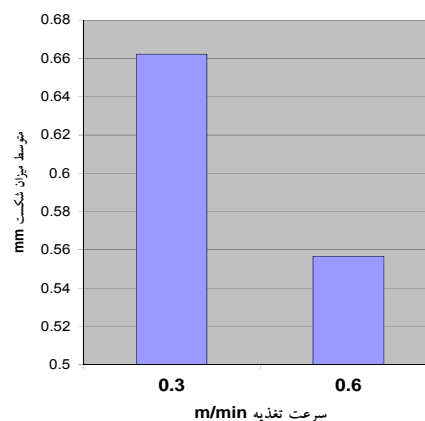
جدول ۲- شرایط سوراخ‌کاری و میانگین میزان شکست در سطح رویی برای هر سری از سوراخ‌ها

آزمایش	شتاب تغذیه (m/min) Vf	قطر مته D(mm)	شتاب چرخشی محور N(rpm)	شتاب برش Vc(m/s)	میانگین ضخامت تراشه Fz(mm)	طول تراشه (mm) L	میانگین میزان شکست (mm)	
							Pb	MDF
۱	۰/۳	۵	۳۰۰	۰/۰۷۸۵	۰/۵	۲۵۲	۱	۱/۵
۲	۰/۳	۵	۱۵۰۰	۰/۳۹۲۵	۰/۱	۱۲۵۶	۰/۵	۰/۶۶
۳	۰/۳	۵	۳۰۰۰	۰/۷۸۵	۰/۰۵	۲۵۱۲	۰/۱	۰/۰۶
۴	۰/۳	۱۰	۳۰۰	۰/۱۵۷	۰/۵	۵۰۳	۱/۶	۱/۸۳
۵	۰/۳	۱۰	۱۵۰۰	۰/۷۸۵	۰/۱	۲۵۱۲	۰/۶	۰/۶۶
۶	۰/۳	۱۰	۳۰۰۰	۱/۵۷	۰/۰۵	۵۰۲۴	۰/۱	۰/۲۳
۷	۰/۳	۱۵	۳۰۰	۰/۲۳۵۵	۰/۵	۷۵۴	۱/۶	۲
۸	۰/۳	۱۵	۱۵۰۰	۱/۱۷۷۶	۰/۱	۳۷۶۸	۰/۱۳	۰/۵
۹	۰/۳	۱۵	۳۰۰۰	۲/۳۵۵	۰/۰۵	۷۵۳۶	۰/۳۳	۰/۱
۱۰	۰/۶	۵	۳۰۰	۰/۰۷۸۵	۱	۱۲۶	۱/۱۶	۱/۳۳
۱۱	۰/۶	۵	۱۵۰۰	۰/۳۹۲۵	۰/۲	۶۲۸	۰/۰۲	۰/۵
۱۲	۰/۶	۵	۳۰۰۰	۰/۷۸۵	۰/۱	۱۲۵۶	۰/۰۱	۰/۰۳
۱۳	۰/۶	۱۰	۳۰۰	۰/۱۵۷	۱	۲۵۲	۱/۵	۱/۸۳
۱۴	۰/۶	۱۰	۱۵۰۰	۰/۷۸۵	۰/۲	۱۲۵۶	۰/۲۶	۰/۵۶
۱۵	۰/۶	۱۰	۳۰۰۰	۱/۵۷	۰/۱	۲۵۱۲	۰/۱	۰/۰۶
۱۶	۰/۶	۱۵	۳۰۰	۰/۲۳۵۵	۱	۳۷۷	۱/۳۳	۲
۱۷	۰/۶	۱۵	۱۵۰۰	۱/۱۷۷۵	۰/۲	۱۸۸۴	۰/۵۳	۰/۴
۱۸	۰/۶	۱۵	۳۰۰۰	۲/۳۵۵	۰/۱	۳۷۶۸	۰/۱	۰/۰۶

تخته خرده چوب



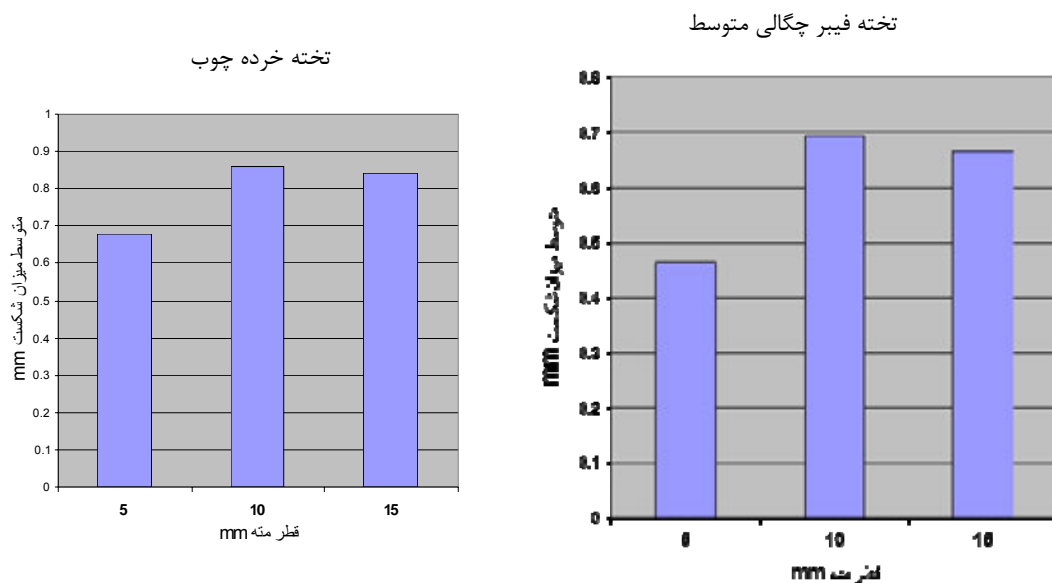
تخته فیبر چگالی متوسط



شکل ۳- اثر سرعت تغذیه بر روی میزان شکست سطح رویی تخته فیبر چگالی متوسط و تخته خرده چوب

۱۵mm کمی کمتر از مته با قطر ۱۰mm است. با توجه به جدول ۲، در شرایط یکسان سوراخ کاری (شتاب تغذیه ۰/۳m/min و شتاب چرخشی محور ۳۰۰۰rpm) مته با قطر ۱۵mm، دارای شتاب برشی بیشتر از مته با قطر ۱۰mm است (به ترتیب شتاب برش ۲/۳۵۵m/s و ۱/۵۷m/s)؛ لذا با توجه به رابطه (۲) افزایش شتاب برش باعث کاهش ضخامت تراشه ( $F_z$ ) و خرد شدن بیشتر پوشال‌ها و در نهایت کاهش میزان شکست در مته با قطر ۱۵mm شد (شکل ۵).

با توجه به شکل ۴، با افزایش قطر مته، میزان شکست در دو ماده افزایش و کیفیت سطح سوراخ کاری کاهش یافت. با افزایش قطر مته از ۵mm به ۱۵mm میزان شکست در MDF و تخته خرده چوب به ترتیب ۲۳/۵ درصد و ۴۵/۶ درصد افزایش یافت. به نظر می‌رسد افزایش قطر مته باعث افزایش حجم پوشال تولیدی و تراکم بیشتر آنها می‌شود، در نتیجه در اثر برخورد پوشال‌های بیشتر با لبه سوراخ‌ها، میزان لب‌پریدگی و شکست بیشتر می‌شود. دقت در نمودارها نشان می‌دهد که میزان شکست در مته



شکل ۴- اثر قطر مته بر روی میزان شکست سطح رویی MDF و تخته خرده چوب



قطر ۱۵mm و شتاب برش ۲/۳۵۵ m/s



قطر ۱۰mm و شتاب برش ۱/۵۷m/s

شکل ۵- مقایسه پوشال‌های تولیدی تخته خرده چوب در دو قطر ۱۵ و ۱۰ میلی‌متر

ضخامت پوشال کاهش یافت و این کاهش ضخامت باعث تسریع شکستگی پوشال و تولید آن به صورت آردی شد؛ در نهایت خروج پوشال از سوراخ به آسانی و با درگیری

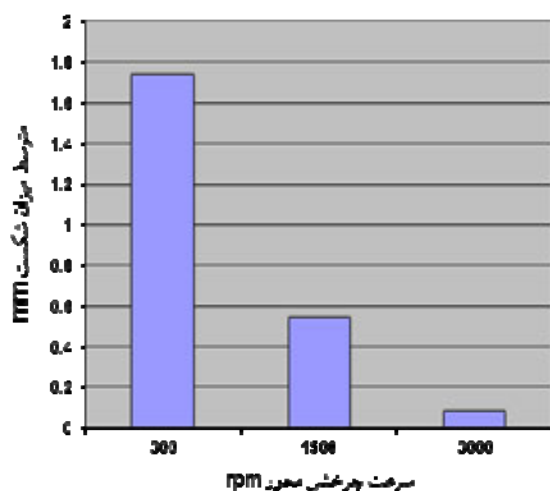
نمودارهای شکل ۶ نشان می‌دهد با افزایش شتاب چرخشی محور ماشین، میزان شکست در دو ماده کاهش و کیفیت افزایش یافت. با افزایش شتاب چرخشی محور،

پوشال ۰/۵mm است. در واقع اثر متقابل بین ضخامت پوشال و شتاب تغذیه باعث کاهش جزئی شکست در ضخامت ۱mm شده است. شکل‌های ۸ و ۹ نشان داد که در شتاب تغذیه ثابت، با افزایش شتاب چرخشی محور، ضخامت پوشال تولیدی کاهش یافت و این عاملی برای کاهش میزان شکست و افزایش کیفیت سطح سوراخ‌کاری بود. در شتاب تغذیه ثابت ۰/۳m/min، میزان شکست در MDF در شتاب چرخشی ۳۰۰۰rpm، ۷۶/۶ درصد نسبت به شتاب چرخشی ۱۵۰۰rpm و ۹۲/۱ درصد نسبت به شتاب چرخشی ۳۰۰rpm کاهش یافت. در تخته خرده چوب نیز در شتاب تغذیه ۰/۳m/min میزان شکست در شتاب چرخشی ۳۰۰۰rpm، ۵۶ درصد نسبت به شتاب ۱۵۰۰rpm و ۸۷/۱ درصد نسبت به شتاب ۳۰۰rpm کاهش یافت. همچنین در شتاب چرخشی ثابت، با افزایش شتاب تغذیه ضخامت پوشال نیز افزایش یافت؛ اما میزان شکست تا حدودی کم شد. همان‌طور که پیشتر بیان شد، با وجود افزایش ضخامت پوشال، بالا رفتن شتاب تغذیه به خروج پوشال‌ها کمک کرد و در نتیجه درگیری پوشال‌ها با لبه سوراخ کمتر شد و میزان شکست کاهش یافت.

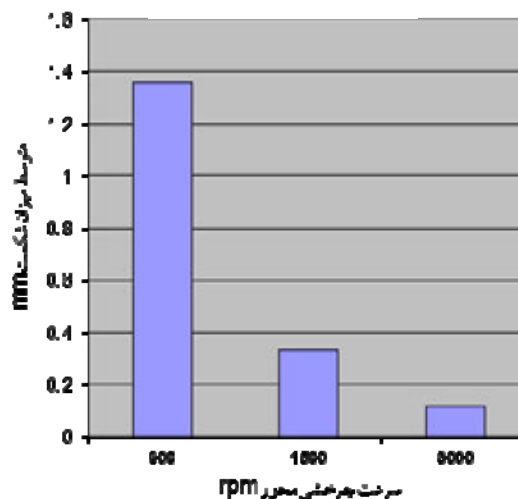
بسیار کم با لبه سوراخ صورت گرفت، در نتیجه میزان شکستگی کاهش و کیفیت افزایش یافت. میزان کاهش شکست در بالاترین شتاب چرخشی محور نسبت به پایین‌ترین شتاب چرخشی محور در MDF، ۹۴/۸ درصد و در تخته خرده چوب ۹۱/۱ درصد بود. با مراجعه به جدول ۲ نیز می‌توان دید که در شرایط یکسان سوراخ-کاری افزایش شتاب چرخشی محور، باعث کاهش ضخامت پوشال تولیدی شد. رابطه نظری (تئوری) محاسبه ضخامت پوشال این مطلب را تأیید می‌کند.

شکل ۷ نشان می‌دهد که با افزایش ضخامت پوشال، میزان شکست در هر دو ماده افزایش یافت. به‌طور کلی با افزایش ضخامت پوشال در فرآیند ماشین‌کاری، کیفیت سطح چوب کاهش می‌یابد. این پدیده در اثر افزایش نیروی نرمال و کنده شدن پوشال از سطح کار ایجاد می‌شود. می‌توان گفت، افزایش ضخامت پوشال مانع از خروج آسان پوشال از سوراخ شده و در نتیجه درگیری پوشال‌ها با لبه سوراخ بیشتر شده و میزان شکست پیرامون سوراخ-ها افزایش می‌یابد. همچنین دیده شد که در هر دو ماده، میزان شکست در ضخامت پوشال ۱mm (بیشترین ضخامت)، کمی کمتر از میزان شکست در ضخامت

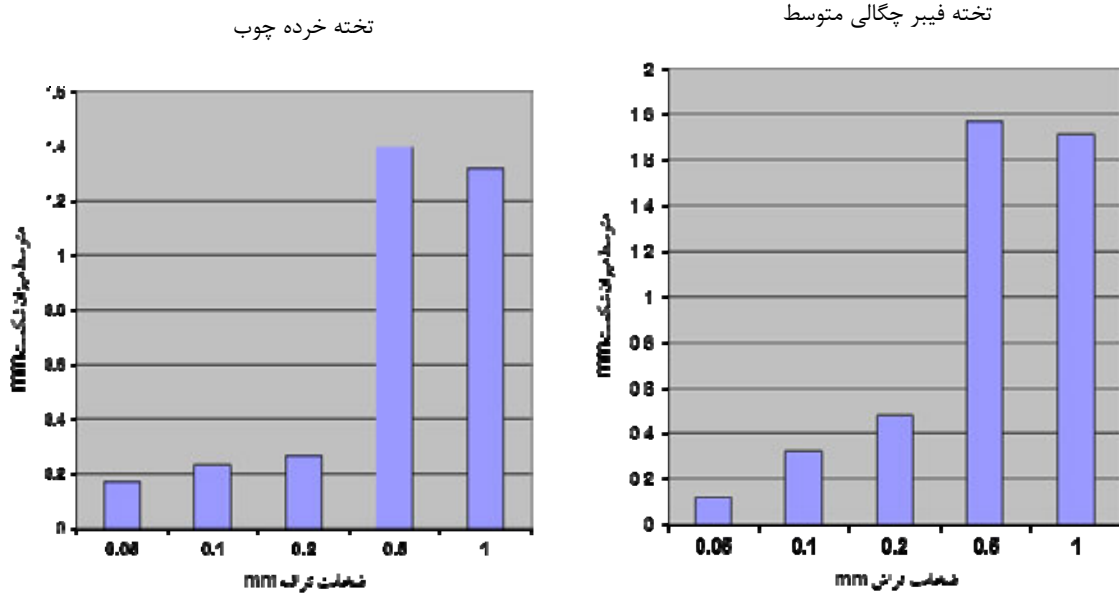
تخته خرده چوب



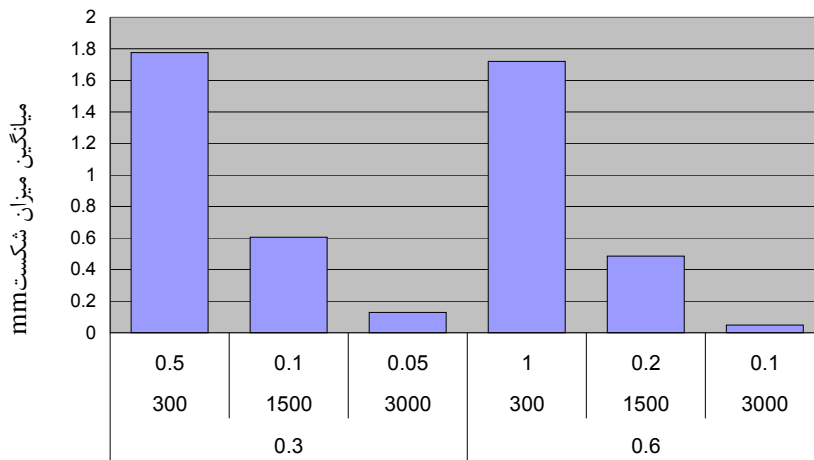
تخته فیبر چگالی متوسط



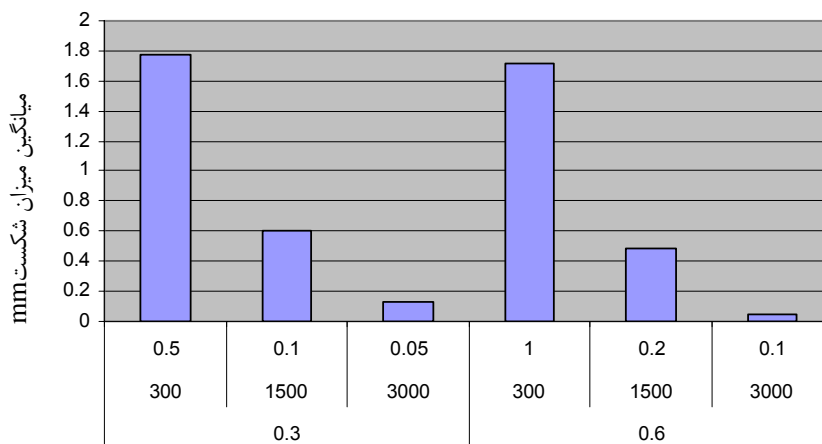
شکل ۶- اثر سرعت چرخشی محور بر روی میزان شکست سطح رویی MDF و تخته خرده چوب



شکل ۷- اثر ضخامت پوشال بر روی میزان شکست سطح رویی MDF و تخته خرده چوب



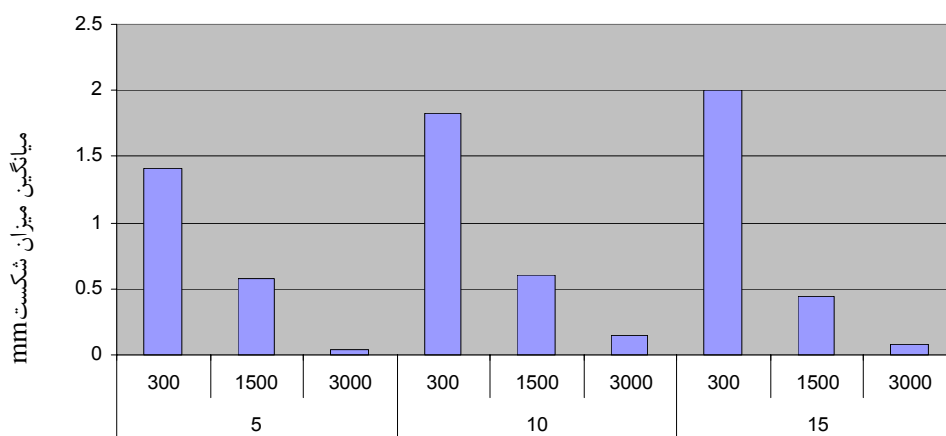
شکل ۸- اثر شتاب تغذیه، شتاب چرخشی محور و ضخامت پوشال متغیر بر روی میزان شکست سطح رویی MDF



شکل ۹- اثر شتاب تغذیه، شتاب چرخشی محور و ضخامت پوشال متغیر بر روی میزان شکست سطح رویی تخته خرده چوب

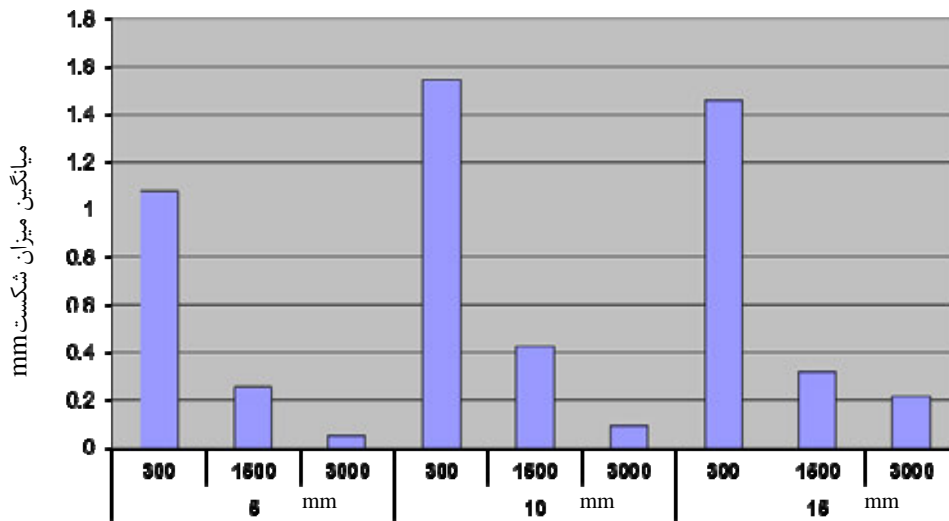
کاهش میزان شکست شد. به عنوان مثال در شکل ۱۲ قطر مته ۱۰mm، شتاب تغذیه ۰/۶m/min و نوع ماده MDF است. پوشال‌های به دست آمده از حالت اخیر نشان داد در شرایطی که شتاب چرخشی محور ۳۰۰rpm است، ضخامت پوشال تولیدی بسیار بالا بود؛ در حالی که در سرعت چرخشی ۳۰۰۰rpm، پوشال به کلی خرد شده و به صورت آردی خارج شد.

شکل ۱۰ و ۱۱ نشان می‌دهد که در سوراخ کاری با شرایط یکسان و قطر ثابت مته، افزایش شتاب چرخشی محور ماشین میزان شکست را کاهش داد. رابطه نظری محاسبه ضخامت پوشال بیان‌گر این مطلب است که با افزایش شتاب چرخشی محور، ضخامت پوشال تولیدی کاهش می‌یابد؛ نتایج به دست آمده در جدول ۲ نیز این مطلب را تأیید کرد. بنابراین کاهش ضخامت پوشال باعث

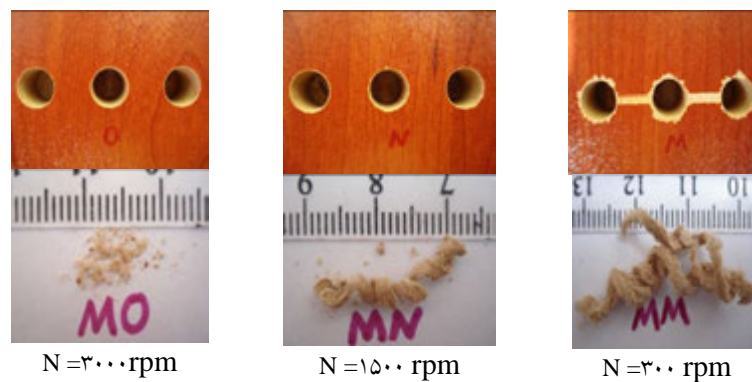


شکل ۱۰- اثر قطر و شتاب چرخشی متغیر محور بر روی میزان شکست سطح رویی MDF





شکل ۱۱- اثر قطر و شتاب چرخشی متغیر محور بر روی میزان شکست سطح رویی تخته خرده چوب



شکل ۱۲- مقایسه سطح رویی MDF و پوشال تولیدی در شتاب تغذیه و قطر مته ثابت و سرعت چرخشی متغیر

**مقایسه ضخامت و طول پوشال‌های تولیدی در شرایط مختلف سوراخ‌کاری MDF و تخته خرده چوب**

با توجه به فرمول محاسبه ضخامت پوشال، با بالا رفتن سرعت چرخشی محور، ضخامت پوشال کاهش می‌یابد. از طرفی با افزایش شتاب چرخشی محور، شتاب برشی زیاد شده و در نتیجه کیفیت سطح بهبود می‌یابد. از دید نظری، با افزایش شتاب برش در صورت ثابت بودن شتاب تغذیه، ضخامت پوشال کاهش و کیفیت سطح افزایش می‌یابد. شکل ۱۳ نشان داد که با افزایش شتاب برش ضخامت پوشال تولیدی کاهش یافته است؛ در نتیجه آنچه در عمل دیده شد با نظریه‌های ثابت شده همخوانی دارد. همچنین با توجه به رابطه نظری محاسبه طول

همچنین افزایش قطر مته در شتاب چرخشی پایین محور، اثر بیشتری بر روی کیفیت سوراخ‌کاری داشت و با افزایش قطر مته در شتاب چرخشی پایین محور، میزان شکست افزایش بیشتری را نسبت به شتاب چرخشی بالاتر محور نشان داد. هنگام استفاده از مته‌های با قطر بالاتر، حجم پوشال تولیدی افزایش می‌یابد که اگر در این حالت شتاب چرخشی محور نیز پایین باشد، ضخامت پوشال تولیدی افزایش می‌یابد. بنابراین افزایش هر دو عامل ضخامت و حجم پوشال باعث افزایش میزان شکست و کاهش کیفیت سوراخ‌کاری می‌شود. بنابراین پیشنهاد می‌شود سوراخ‌های با قطر بزرگتر را با شتاب چرخشی بیشینه ایجاد کنیم.

دلیل شتاب برشی بیشینه (در هر سه سطح قطر مته) و کمینه ضخامت پوشال‌ها، پوشال‌های تولیدی خرد شده و طول نظری خود را نشان نداد.

پوشال در یک فرایند یکسان برشی، افزایش شتاب چرخشی، باعث کاهش ضخامت پوشال و همزمان باعث افزایش طول پوشال می‌شود. با توجه به شکل ۱۳، در حالت بیشینه شتاب چرخشی محور (۳۰۰۰rpm)، به

تخته خرده چوب



$$N = 3000 \cdot Vf = 0.6 D = 10$$

تخته فیبر چگالی متوسط



$$N = 3000 \cdot Vf = 0.6 D = 10$$



$$N = 1500 \cdot Vf = 0.6 D = 10$$



$$N = 1500 \cdot Vf = 0.6 D = 10$$



$$N = 3000 \cdot Vf = 0.6 D = 10$$



$$N = 3000 \cdot Vf = 0.6 D = 10$$

شکل ۱۳- پوشال‌های تولیدی در شرایط مختلف سوراخ کاری راه به در MDF و تخته خرده چوب

گزينش شدند. اثر سه عامل متغیر، شتاب چرخشی محور ماشین، قطر مته و شتاب تغذیه در ایجاد شکست بر روی هر قطعه کاری بررسی شد. ضخامت پوشال‌های بدست آمده از هر شرایط برشی محاسبه و رابطه آنها با کیفیت سطح مشخص گردید. در هر ماده برای سطح رویی بهترین شرایط که باعث بهبود کیفیت شد، مشخص و در جدول ۴ و ۵ درج شد.

### نتیجه‌گیری

در سوراخ کاری فرآورده‌های چندسازه چوبی، کاهش میزان شکست در پیرامون سوراخ و افزایش کیفیت سطح از لحاظ فنی بسیار مهم می‌باشد. اثر عامل‌های مربوط به فرآیند سوراخ کاری در ایجاد شکست به طور کامل مشخص نشده است. در این تحقیق تخته خرده چوب و MDF با روکش ملامینه به عنوان قطعه‌های کاری

جدول ۴- بهترین شرایط برای سطح رویی تخته فیبر چگالی متوسط

قطر سوراخ mm	۵	۱۰	۱۵
شتاب چرخشی محور rpm	۳۰۰۰	۳۰۰۰	۳۰۰۰
شتاب تغذیه m/min	۰/۳-۰/۶	۰/۶	۰/۳-۰/۶

جدول ۵- بهترین شرایط برای سطح رویی تخته خرده چوب

قطر سوراخ mm	۵	۱۰	۱۵
شتاب چرخشی محور rpm	۳۰۰۰	۳۰۰۰	۳۰۰۰
شتاب تغذیه m/min	۰/۳-۰/۶	۰/۳-۰/۶	۰/۶

افزایش داد. به نظر می رسد افزایش قطر مته موجب افزایش میزان تماس بین محیط مته و ذرات ماده می شود. از آنجایی که ذرات MDF نسبت به ذرات خرده چوب از سطح ویژه بالاتری برخوردار بوده و چگالی بالاتری دارد، مقاومت اتصالی خرده چوبها در MDF بیشتر از تخته خرده چوب است [۱]، بنابراین در تماس با مته مقاومت بیشتری در مقابل شکسته شدن و جدا شدن از خود نشان می دهد و هنگام استفاده از مته های با قطر بالا، کیفیت سطح بهتری نسبت به تخته خرده چوب، ایجاد می کند. میزان کاهش شکست با افزایش شتاب چرخشی محور در هر دو ماده بسیار بالا بود. بنابراین در بحث سوراخ کاری راه به در، در شتاب های یکسان برش، افزایش شتاب چرخشی محور اهمیت بیشتری از افزایش قطر مته دارد. شتاب تغذیه که نشان دهنده میزان پیشروی مته در قطعه کاری است، اثر قابل ملاحظه ای بر روی کیفیت سطح تولیدی داشت. دیده شد که با افزایش شتاب تغذیه، درصد کاهش میزان شکست و در نتیجه بهبود کیفیت سطح در تخته خرده چوب بیشتر از MDF بود. افزایش شتاب تغذیه در شتاب های یکسان برش، به خروج پوشالها از سوراخ کمک کرده در نتیجه میزان شکست کاهش و کیفیت سطح افزایش می یابد. شتاب تغذیه بالاتر، از لحاظ کاهش زمان تولید در کارخانه نیز مطلوب است [۱۱]. اثر طول پوشال تولیدی بر روی کیفیت سطح چندان مهم نیست.

میزان شکست ایجاد شده در سطح رویی قطعه های کاری در هر سه سطح قطر مته، با افزایش شتاب چرخشی محور کاهش یافت. نتایج نشان داد که افزایش شتاب چرخشی اثر بیشتری در بهبود کیفیت سطح دارد. در واقع افزایش شتاب چرخشی محور باعث کاهش ضخامت پوشال تولیدی و تسریع شکستگی آن و خروج بهتر پوشالها از سوراخ و در نتیجه کاهش میزان شکست پیرامون لبه سوراخها شد. بنابراین شتاب برش، عامل مهمی در برآورد کیفیت سطح است. از آنجا که کیفیت سطح ایجاد شده در هنگام برش وابسته به ضخامت پوشال تولیدی است و افزایش ضخامت پوشال مشخصه های سطح را افزایش می دهد [۷]، می توان نتیجه گرفت که با افزایش شتاب چرخشی محور، ضخامت پوشال (پیشروی هر دندانه) کاهش یافته و کیفیت سطح افزایش می یابد. اثر قطر مته در کیفیت سطح، در شتاب های برش پایین، بیشتر دیده شد؛ چراکه در سرعت های برش پایین علاوه بر اینکه ضخامت پوشال تولیدی بالا می رود، افزایش قطر مته نیز باعث افزایش حجم پوشال تولیدی می شود. در نتیجه افزایش ضخامت و حجم پوشال هر دو عاملی در افزایش درگیری پوشالها با لبه سوراخ و ایجاد شکست بیشتر می باشد. بنا براین در سوراخ کاری راه به در، شتاب چرخشی پایین برای سوراخ های با قطر بیش از ۵mm توصیه نمی شود. همچنین افزایش قطر مته میزان شکست را در تخته خرده چوب بیشتر از MDF

## منابع

- ۱- دوست حسینی، کاظم، ۱۳۸۰، فناوری تولید و کاربرد صفحات فشرده چوبی- جلد اول، شماره انتشار ۲۴۷۸، انتشارات دانشگاه تهران، صفحه ۵۱۹.
- ۲- مجله شانزدهمین نمایشگاه بین المللی مبلمان ایران (MEDEX 2006)، صفحات ۱۱-۱.
- 3- Banshoya K (2005) Burr Formation in Machine Through- Hole Boring of Wood-Based Materials With Through- Type Bit, Proceeding IWMS 17- Rosenheim, Germany: 374-384.
- 4- Banshoya K (1986) Tool Life in Machine Boring of Wood and Wood Based Materials. VI. Machinability of various domestic and imported wood species. Mokuza Gakkai, 32: 418-424.

- 5- Banshoya K, Mori M (1980) Tool Life in Machine Boring of Wood and Wood Based Materials. I. Effect of spindle speed of spur machine bit. *Mokuzai Gakkaishi*, 26: 74-80.
- 6- Juan J., (1992). Comment Bien Usiner Le Bois. CTBA (140) :P 37-65.
- 7- Khazaeian A., (2005) Caracterisation 3D de l'etat de surface du bas : Strategie de mesure influence de parametres liès à l'essence et à l'usinage. thèse université d'ENGREF, IUT de Tarbes :, 241 p.
- 8- Komatsu M (1979) Machine Boring Properties of Wood. X. The effect of the grain angle of wood on the cutting accuracy of twist drill. *Mokuzai Gakkaishi*, 25: 573-581.
- 9- Komatsu M (1979) Machine Boring Properties of Wood. IX. The effect of the grain angle of wood on the cutting force of twist drill. *Mokuzai Gakkaishi*, 25: 573-58.
- 10- Komatsu M (1978) Machine Boring Properties of Wood. VI. The effect of the point angle of twist drill on the accuracy of finishing. *Mokuzai Gakkaishi*, 22: 491-497.
- 11- Momoi T, and et al. (2005) Evaluation of Machined Surface by the Machine-Boring at Cellular Level. (University of Tokyo Faculty of Regional Environment Science).Setagaya-Ku Tokyo 156-8502 Japan.
- 12- WWW.WICKIPEDIA.COM

## Study on Influensive Factors on Surface Quality and Edges of Through- Holes Bored in Particleboard and MDF

A. Khazaeian<sup>\*1</sup>, Z. Masoomi<sup>2</sup> and A. Tavassoli Farshe<sup>3</sup>

### Abstract

In this research, effects of different factors in the CNC machine through- Hole boring of MDF and particleboard were investigated. Variables in boring were selected bit diameter in 3 levels 5,10 and 15 mm, feed speed in 2 levels 0.3 m/min and 0.6 m/min and rotary speed of machine axis in 3 levels 300,1500 and 3000 rmp. The goal of this study was to measure effects of mentioned factors on edge- quality of through- holes made in particle- board and MDF. Results have shown that with all bit diameters used, increasing rotary speed of bit improves smoothness of holes in both sides and boring dusts turned to finer sizes. Increasing feed speed did show positive effect on edge surface quality and lowered burr formation.

**Keywords:** Chips, Burr formation, Wood- based material, CNC, Surface quality, Feed speed, Rotation speed.

---

\* Corresponding author: Email: khazaeian@gmail.com