

شرایط مختلف ماشین کاری چوب پالونیا با CNC: تأثیر بر عوامل زبری گروه آبوت

محمد آفاخانی^{۱*}، ابوالقاسم خزاعیان^۲ و محراب مدهوشی^۲

*۱- نویسنده مسئول، دانشجوی کارشناسی ارشد دانشکده جنگلداری و فناوری چوب، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

پست الکترونیک: Aghakhani_mohammad@yahoo.com

۲- دانشیار گروه علوم و صنایع چوب و کاغذ، دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

تاریخ پذیرش: اسفند ۱۳۹۱

تاریخ دریافت: شهریور ۱۳۹۱

چکیده

در این پژوهش عوامل اثرگذار بر زبری سطح چوب پالونیا طی فرایند فرزکاری CNC مورد مطالعه قرار گرفت. گرده‌بینه‌های پالونیا با استفاده از اهر نواری برش داده شده و الوارها در فضای سرپوشیده و در جریان هوای آزاد خشک شدند. از الوارهای خشک شده نمونه‌هایی به ابعاد $15 \times 10 \times 2/5$ سانتی‌متر تهیه و برای برش کاری با دستگاه CNC آماده گردید. نمونه‌ها در دستگاه CNC براساس استاندارد شماره ASTM D-166687 برش داده شدند. سرعت چرخشی محور در دو سطح ۱۰۰۰۰ و ۱۸۰۰۰ دور در دقیقه، سرعت تغذیه در دو سطح ۶ و ۱۲ متر در دقیقه، عمق برش در دو سطح ۱ و ۵ میلیمتر، روش کار به دو صورت همراه و مقابل و الگوی برش به دو صورت در جهت مماسی و شعاعی به‌عنوان عوامل متغیر انتخاب گردیدند. ناهمواری سطح نمونه‌های برش خورده با به‌کارگیری روش پروفیلومتری و براساس استاندارد ISO 13565 مورد ارزیابی قرار گرفت. به‌منظور ارزیابی زبری سطح از عوامل گروه آبوت (Rvk, Rpk, Rk) استفاده شد. میزان تأثیر عوامل مورد مطالعه، تحت آزمون فاکتوریل شکسته، در قالب طرح کاملاً تصادفی در سطح اطمینان ۹۵٪ مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که سرعت چرخشی محور، روش کار و سرعت تغذیه اثر معنی‌داری بر عوامل زبری گروه آبوت داشت. بدین صورت که با افزایش سرعت چرخشی محور و کاهش سرعت تغذیه مقادیر عوامل زبری کاهش یافت و منجر به افزایش کیفیت سطح گردید. روش کار مقابل باعث افزایش مقادیر عوامل زبری و نهایتاً افزایش زبری سطح نمونه‌ها شد.

واژه‌های کلیدی: فرزکاری، سرعت چرخشی محور، سرعت تغذیه، پروفیلومتری، زبری سطح.

مقدمه

ماشین کاری و یا ابزار بسیار مؤثر باشد. بررسی و ارزیابی کیفیت سطح چوب طی فرایند ماشین کاری به‌عنوان یکی از عوامل مؤثر تنظیم شرایط برش از اهمیت بالایی برخوردار است، بنابراین دست یافتن به مناسبترین میزان توپوگرافی سطح محصول با حداقل ضایعات از اهداف

از جمله چالش‌های موجود در بهره‌برداری از ماشین‌آلات، تعیین بهینه عوامل مربوط به ماشین، ابزار و ماده اولیه چوبی می‌باشد. کنترل پیوسته و مداوم فرایند برش و زبری سطح، می‌تواند در بهینه‌سازی عوامل

مشاهده شد و مقادیر عوامل ناهمواری سطح در تمامی نمونه‌ها، در لایه مغزی بیشتر از لایه سطحی است، در نتیجه لایه مغزی از کیفیت سطح پایین‌تری برخوردار بود. خزاعیان (۲۰۰۵) با مطالعه‌ای که روی سه گونه صنوبر، راش و بلوط انجام داد و با بررسی چهارده فاکتور در زمینه شرایط برش، ماده تحت برش و ابزار اعلام داشت که در برش عرضی روش کار (برش همراه) همواره اثر مثبتی روی کیفیت سطح دارد، به‌علاوه افزایش سرعت تغذیه باعث افزایش زبری سطح می‌شود، همچنین سرعت چرخشی که باعث افزایش سرعت برش نیز می‌شود، روی چوب‌های سنگین‌تر اثر مثبتی داشته است.

Davin و همکارانش (۲۰۰۷) با بررسی زبری سطح در فرایند فرزکاری MDF بیان کردند که زبری سطح با افزایش سرعت چرخشی محور و افزایش سرعت تغذیه، کاهش می‌یابد.

Paulo و همکاران (۲۰۰۷) در بررسی اثر سرعت تغذیه و سرعت چرخشی محور دستگاه CNC بر کیفیت سطح MDF در طی فرایند ماشین کاری نتیجه گرفتند که افزایش سرعت چرخشی محور باعث کاهش زبری سطح و افزایش سرعت تغذیه باعث افزایش زبری سطح می‌گردد. تحقیقات آنها نشان داد که با استفاده از عوامل برشی مناسب می‌توان به سطوحی با Ra کمتر از ۱۰ میکرومتر دست یافت که برای مواد مرکب چوبی مناسب می‌باشد.

طبرسا و همکاران (۲۰۱۱) با بررسی کیفیت سطح تخته خرده‌چوب ساخته شده از باگاس دریافتند که زبری سطح Ra و Rz تخته خرده‌چوب‌های حاصل از باگاس کمتر از تخته‌های ساخته شده از گونه صنوبر و مخلوط پهن‌برگان بود.

صنایع مرتبط است. کمبود آگاهی از تأثیر شرایط ماشین کاری چوب بر کیفیت سطح فرآورده‌های چوبی باعث کاهش کیفیت، افزایش ضایعات و در نتیجه افزایش هزینه‌های تولید می‌گردد، بنابراین دستیابی به شرایط مناسب و بهینه بسیار ضروری به نظر می‌رسد.

اصولاً طی فرایند ماشین کاری و برش چوب سه دسته عوامل مؤثر بر کیفیت سطح عبارتند از: شرایط برش، خصوصیات ماده تحت برش و ابزار مورد استفاده می‌باشد که در فرایند برش دسترسی به شرایط بهینه برای هر ماده و ابزار مشخص متفاوت است؛ بنابراین شناخت و ارزیابی فاکتورهای مؤثر بر کیفیت سطح برای تنظیم شرایط ماشین کاری و کاربرد نهایی قطعه تولیدی ضروری به نظر می‌رسد. به‌طوری‌که بهینه‌سازی شرایط برش (دستگاه برش، ماده تحت برش) برای افزایش بهره‌وری در مصرف مواد خام، ابزار برش و بهبود کیفیت سطح برش بسیار حائز اهمیت است.

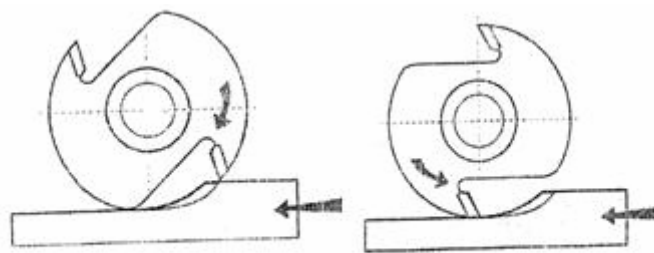
خزاعیان و همکاران (۱۳۸۹) در تحقیقی تأثیر فاکتورهای فرایند برش با ماشین CNC را بر روی کیفیت سطح MDF، مورد بررسی قرار دادند. شرایط برش و تأثیر آن بر عوامل ناهمواری سطح لبه تخته در دو لایه سطحی و مغزی نمونه‌ها مورد بررسی و مطالعه قرار گرفت. نتایج نشان داد که فاکتورهای مورد مطالعه در سطوح تعیین شده بر کیفیت لایه سطحی تأثیر معنی‌داری نداشته و لایه سطحی MDF به دلیل بالا بودن دانسیته مقاومت و رفتار خوبی در مقابل شرایط برشی نشان می‌دهد، اما در لایه مغزی به دلیل دانسیته و تراکم کمتر، تشکیل پوشال از طریق شکست خمشی بوده که نهایتاً کیفیت سطح کاهش می‌یابد. همچنین بین مقادیر عوامل ناهمواری سطح در لایه مغزی و سطحی، اختلاف معنی‌داری در سطح ۹۵٪

هدف اصلی از این تحقیق عبارتند از:

- ۱- تعیین اثر شرایط برش مانند سرعت چرخشی محور، عمق برش، سرعت تغذیه و ... بر کیفیت سطح چوب پالونیا
- ۲- تعیین شرایط برش مناسب در راستای افزایش بهره‌وری و کیفیت سطح چوب پالونیا

مواد و روشها

به منظور انجام این تحقیق از گونه پالونیای کاشته شده در جنگل آموزشی و پژوهشی دکتر بهرام نیا، واقع در



شکل ۱- به ترتیب از راست به چپ، روش کار مقابل و همراه

جدول ۱- عوامل متغیر و سطوح آنها

سطوح			تعریف	
۱	۰	-۱		
	۱۸۰۰۰	۱۴۰۰۰	۱۰۰۰۰	سرعت چرخشی محور (دور در دقیقه)
۱۲	۹	۶		سرعت تغذیه (متر بر دقیقه)
۵	۳	۱		عمق برش (میلیمتر)
مقابل	-	همراه		روش کار
مماسی	-	شعاعی		الگوی برش

متشکل از سطوح میانی با هشت تکرار فاکتورهای مورد مطالعه در نظر گرفته شد، که جمعاً ۲۴ آزمایش را شامل می‌شد (جدول ۲).

شرایط مختلف برش با توجه به متغیرهای موجود، در قالب طرح فاکتوریل شکسته با استفاده از نرم‌افزار Minitab تعیین گردید. ۱۶ تیمار اصلی و یک تیمار

جدول ۲- شرایط برشی

شرایط	N	Vf	Dc	P	M	Fz	Em
۱	۱۴۰۰۰	۹	۳	مماسی	مقابل	۰/۶۴	۰/۲۸
۲	۱۴۰۰۰	۹	۳	مماسی	همراه	۰/۶۴	۰/۲۸
۳	۱۸۰۰۰	۶	۵	شعاعی	مقابل	۰/۳۳	۰/۱۸
۴	۱۰۰۰۰	۶	۵	مماسی	مقابل	۰/۶	۰/۳۳
۵	۱۸۰۰۰	۱۲	۱	شعاعی	مقابل	۰/۶۶	۰/۱۶
۶	۱۰۰۰۰	۶	۵	شعاعی	همراه	۰/۶	۰/۳۳
۷	۱۰۰۰۰	۱۲	۵	شعاعی	مقابل	۱/۲	۰/۶۷
۸	۱۴۰۰۰	۹	۳	شعاعی	مقابل	۰/۶۴	۰/۲۸
۹	۱۴۰۰۰	۹	۳	مماسی	مقابل	۰/۶۴	۰/۲۸
۱۰	۱۸۰۰۰	۶	۵	مماسی	همراه	۰/۳۳	۰/۱۸
۱۱	۱۰۰۰۰	۶	۱	مماسی	همراه	۰/۶	۰/۱۵
۱۲	۱۸۰۰۰	۱۲	۵	شعاعی	همراه	۰/۶۶	۰/۳۷
۱۳	۱۸۰۰۰	۱۲	۵	مماسی	مقابل	۰/۶۶	۰/۳۷
۱۴	۱۴۰۰۰	۹	۳	شعاعی	مقابل	۰/۶۴	۰/۲۸
۱۵	۱۰۰۰۰	۱۲	۱	مماسی	مقابل	۱/۲	۰/۳
۱۶	۱۰۰۰۰	۶	۱	شعاعی	مقابل	۰/۶	۰/۱۵
۱۷	۱۸۰۰۰	۶	۱	شعاعی	همراه	۰/۳۳	۰/۰۸
۱۸	۱۰۰۰۰	۱۲	۱	شعاعی	همراه	۱/۲	۰/۳
۲۰	۱۸۰۰۰	۱۲	۱	مماسی	همراه	۰/۶۶	۰/۱۶
۲۱	۱۴۰۰۰	۹	۳	مماسی	همراه	۰/۶۴	۰/۲۸
۲۲	۱۸۰۰۰	۶	۱	مماسی	مقابل	۰/۳۳	۰/۰۸
۲۳	۱۴۰۰۰	۹	۳	شعاعی	همراه	۰/۶۴	۰/۲۸
۲۴	۱۴۰۰۰	۹	۳	شعاعی	همراه	۰/۶۴	۰/۲۸

N = تعداد دور محور دستگاه در هر دقیقه (rpm)

Vf = سرعت تغذیه دستگاه (m/min)

Dc = عمق برش (mm)

Vc = سرعت برش (m/s)

برای محاسبه پیشروی هر دندانه (Fz) و ضخامت پوشال (Em) به صورت زیر عمل می‌کنیم.

$$Fz = \frac{1000 Vf}{NZ} \quad \text{رابطه (۱)}$$

$$Em = Fz \sqrt{\frac{H}{D}} \quad \text{رابطه (۲)}$$

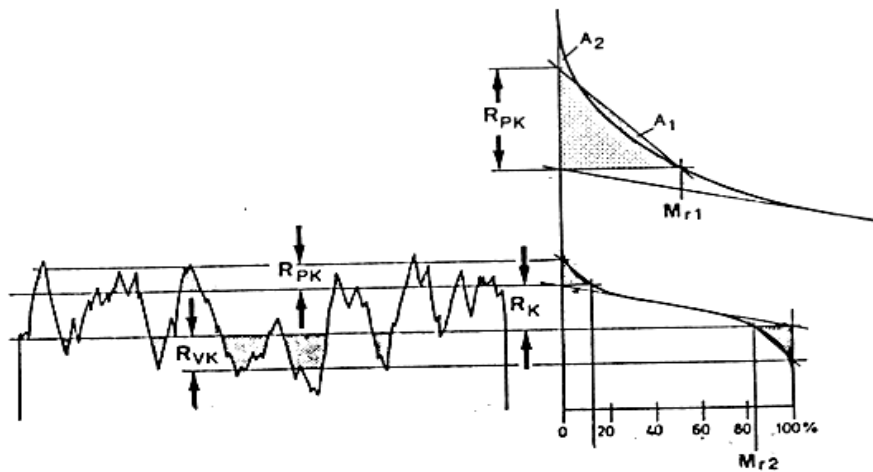
Z = تعداد دندانه‌های فرز

H = عمق برش بر حسب میلی‌متر

D = قطر فرز بر حسب میلی‌متر

Rvk توسط دستگاه زبری سنج Stylus مارک MAHR ساخت کشور آلمان، موجود در شرکت سازه گستر سایپا براساس استاندارد ISO 13565 اندازه گیری شد.

یکی از متداولترین روش های اندازه گیری زبری سطح، روش پروفیلومتری سوزنی (Stylus) می باشد. کیفیت سطح لبه نمونه های برش خورده، با استفاده از عوامل ناهمواری سطح گروه آبوت (شکل ۲) شامل Rpk, Rk و



شکل ۲- Rpk: زبری قله، Rk: زبری مرکزی و Rvk: زبری دره

درصد معنی دار بوده و افزایش آن باعث کاهش زبری Rpk می گردد. همچنین اثر مستقل سرعت تغذیه بر عامل Rpk در سطح ۵ درصد معنی دار بوده و افزایش آن باعث افزایش زبری Rpk می گردد. با توجه به جدول ۳ مشاهده می شود که روش کار بر تمامی عوامل زبری اثر معنی دار داشته است. زبری سطح هنگام برش کاری در جهت موازی الیاف و به روش برش مقابل، افزایش یافته است.

از نمونه های برش خورده توسط دستگاه استریومیکروسکوپ موجود در آزمایشگاه دانشکده جنگلداری و فناوری چوب دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، در بزرگنمایی ۲۰ برابر عکسبرداری شد. آنالیز به دست آمده در قالب طرح فاکتوریل شکسته کاملاً تصادفی با استفاده از تکنیک تجزیه واریانس تجزیه و تحلیل شد.

نتایج

اثر مستقل عوامل متغیر برش بر عوامل زبری

با توجه به جدول نتایج تحلیل آماری (جدول ۳) اثر مستقل سرعت چرخشی محور بر عامل Rpk در سطح ۵

جدول ۳- اثر مستقل و متقابل عوامل متغیر بر پارامترهای زبری سطح گروه آبوت

Rk		Rvk		Rpk		منبع تغییرات
سطح معنی داری	اثر	سطح معنی داری	اثر	سطح معنی داری	اثر	
۰/۰۵۶	-۶/۶۰۲	۰/۸۶۸	۰/۴۱۵	۰/۰۰۱	-۵/۷۴۷	سرعت چرخشی محور
۰/۹۱۳	۰/۳۲۸	۰/۴۷۲	۱/۸۲۳	۰/۰۰۲	۵/۱۹۳	سرعت تغذیه
۰/۳۰۴	۳/۲۰۲	۰/۴۴۴	۱/۹۴۴	۰/۳۰۲	-۱/۲۴۴	عمق برش
۰/۷۲۱	۰/۸۷۷	۰/۱۴۴	-۳/۲۱۸	۰/۶۶۰	-۰/۴۱۹	الگوی برش
۰/۰۲۲	۶/۹۰۴	۰/۰۲۱	۵/۷۹۲	۰	۶/۳۱۵	روش کار
۰/۱۳۷	۴/۸۴۳	۰/۱۵۷	۳/۸۰۳	۰/۵۳۳	۰/۴۸۶	سرعت چرخشی محور × سرعت تغذیه
۰/۶۹۴	۱/۱۸۵	۰/۱۸۷	۳/۵۰۵	۰/۰۴۵	۲/۷۱۸	سرعت چرخشی محور × عمق برش
۰/۱۵۱	۴/۶۵۷	۰/۵۲۶	۱/۶۰۱	۰/۳۳۲	۱/۱۶۳	سرعت چرخشی محور × الگوی برش
۰/۷۵۸	-۰/۹۲۵	۰/۱۷۲	۳/۶۴۵	۰/۰۱۵	-۳/۵۵۱	سرعت چرخشی محور × روش کار
۰/۱۹۵	۴/۱۳۲	۰/۶۵۲	۱/۱۳۱	۰/۸۹۷	۰/۱۵۰	سرعت تغذیه × عمق برش
۰/۰۴۵	۷/۰۱۲	۰/۱۳۱	-۴/۱۰۰	۰/۱۷۴	۱/۶۹۱	سرعت تغذیه × الگوی برش
۰/۵۰۸	۲/۰۱۳	۰/۳۳۳	-۲/۴۹۶	۰/۱۴۵	۱/۸۲۹	سرعت تغذیه × روش کار
۰/۳۹۴	-۲/۶۱۹	۰/۴۸۵	۱/۷۶۷	۰/۴۹۹	-۰/۷۹۷	عمق برش × الگوی برش
۰/۶۱۹	-۱/۵۰۱	۰/۱۹۵	۳/۴۳۸	۰/۸۶۹	۰/۱۹۲	عمق برش × روش کار
۰/۰۴۸	-۵/۶۲۱	۰/۲۱۱	۲/۶۹۷	۰/۰۵۶	۲/۰۸۹	الگوی برش × روش کار

اثرات متقابل عوامل متغیر برش بر پارامترهای زبری

با توجه به جدول ۳، هیچ اثر متقابلی از عوامل متغیر برش بر عامل زبری Rvk که در سطح ۹۵ درصد معنی دار باشد وجود ندارد. با توجه به جدول ۳ ملاحظه می شود که دو اثر متقابل معنی دار بر عامل Rpk در سطح معنی داری ۹۵ درصد وجود دارد، که به ترتیب ذکر می شود:

۱- اثر متقابل سرعت چرخشی محور و روش کار

۲- اثر متقابل سرعت چرخشی محور و عمق برش

همچنین دو اثر متقابل معنی دار بر عامل زبری Rk با توجه به جدول ۳ عبارتند از:

۱- اثر متقابل سرعت تغذیه و الگوی برش

۲- اثر متقابل الگوی برش و روش کار

بحث

در ارتباط با اثر سرعت چرخشی محور این گونه می توان بیان داشت با توجه به رابطه های ۱ و ۲، افزایش سرعت چرخشی محور دستگاه باعث کاهش پیشروی هر دندان و در نتیجه کاهش ضخامت پوشال تولیدی می گردد. براساس تحقیقات Aguilera و همکاران (۲۰۰۰)، ضخامت پوشال فاکتور مؤثر بر کیفیت سطح قطعه ماشین کاری شده می باشد، در نتیجه کاهش ضخامت پوشال باعث کاهش عوامل ناهمواری سطح می گردد. این موضوع با تحقیقات خزاعیان (۲۰۰۵) نیز مطابقت دارد. همچنین در رابطه با اثر مستقل سرعت تغذیه بر عامل Rpk طبق پژوهش های خزاعیان (۲۰۰۵) سرعت پیشروی، یک فاکتور مؤثر بر روی بیشتر عوامل کیفیت سطح بوده و خصوصاً در چوب های با دانسیته بالا افزایش سرعت پیشروی باعث افزایش زبری سطح می شود.

با توجه به جدول ۳ روش کار بر تمامی عوامل گروه آبوت اثر معنی دار در سطح اطمینان ۹۵ درصد داشته است. در واقع برش مقابل در تولید پوشال نوع I و افزایش احتمال جدا شدن پوشال در اثر نیروی کشش عمود بر الیاف مؤثر است. این نتیجه با تحقیقاتی که Kusol و همکارانش در سال ۲۰۰۲ انجام دادند، مطابقت دارد.

Kusol و همکارانش در سال ۲۰۰۲ در بررسی عوامل مختلف تأثیرگذار بر کیفیت سطحی Rubberwood، در ماشین CNC دریافتند در یک سرعت تغذیه ثابت، تراشه زمانی ایجاد می شود که برش در جهت الیاف چوبی بوده و الگوی برش همراه باشد، اما پاره شدن تراشه چوب زمانی اتفاق می افتد که برش در جهت الیاف و از نوع مقابل باشد. آنها نتیجه گرفتند که زبری سطح در دو

الگوی برش مقابل و همراه، در هنگام برش در جهت الیاف، در نوع مقابل بیشتر از نوع همراه است، در صورتی که در برش عمود بر الیاف، میزان زبری سطح در الگوی برش همراه بیشتر بود.

این موضوع با تحقیقات خزاعیان (۲۰۰۵) مطابقت دارد. خزاعیان در سال ۲۰۰۵ با مطالعه ای که روی سه گونه صنوبر، راش و بلوط انجام داد و با بررسی چهارده فاکتور در زمینه شرایط برش، ماده تحت برش و ابزار اعلام داشت که در برش عرضی روش کار (برش همراه) همواره اثر مثبتی روی کیفیت سطح دارد ولی اثر منفی روی برش مماسی نشان داد، به گونه ای که میزان فیبرهای جدا شده و پرزدار را افزایش می داد. همچنین الگوی برش همراه، پوشال از تیپ III تولید می کند که یک سطح پرزدار و با فیبرهای پاره شده را به همراه خواهد داشت.

در اثر مقابل سرعت برش و روش کار می توان این گونه بیان کرد که در تمامی سرعت های برش روش کار مقابل با ایجاد پوشال نوع یک سبب افزایش زبری سطح می شود، در حالی که روش کار همراه کیفیت سطح را بهبود می بخشد.

در بررسی اثر متقابل عمق برش و سرعت چرخشی محور ملاحظه می شود که در عمق برش بالا چرخشی محور بالا سبب بهبود کیفیت سطح می شود اما چرخشی محور پایین زبری را افزایش می دهد. اثر متقابل سرعت تغذیه و الگوی برش بر عامل زبری Rk در سطح ۹۵ درصد معنی دار است و پس از آن اثر متقابل روش کار و الگوی برش نیز بر عامل زبری Rk در سطح ۹۵ درصد معنی دار است. در سرعت تغذیه بالا الگوی برش مماسی سبب افزایش زبری و الگوی برش شعاعی سبب کاهش زبری شده است، اما در سرعت تغذیه پایین الگوی برش

فاکتور سرعت چرخشی محور برابرند و سایر عوامل در دو سطح حداقل و حداکثری در نقطه مقابل هم قرار دارند. تفاوت زبری سطح در شرایط برشی ۵ و ۱۰ در شکل‌های ۳ و ۴ به وضوح قابل مشاهده است. همان‌طور که ملاحظه می‌گردد وجود حفرات و فرورفتگی‌های متعدد در سطح حاصل از شرایط برش ۵ در شکل ۴ سبب افزایش عامل Rvk شده است. شکل ۵ و ۶ حجم و میزان فرورفتگی‌های پروفیل سطح را به خوبی نشان می‌دهد که با نتایج مشاهدات بصری نیز انطباق دارد.

مماسی زبری را کاهش داده است و الگوی برش شعاعی موجب افزایش عامل زبری Rk شده است. در الگوی برش شعاعی روش کار مقابل سبب افزایش زبری شده، درحالی‌که در الگوی برش مماسی تغییر روش کار تأثیر چندانی بر عامل زبری Rk نداشته است.

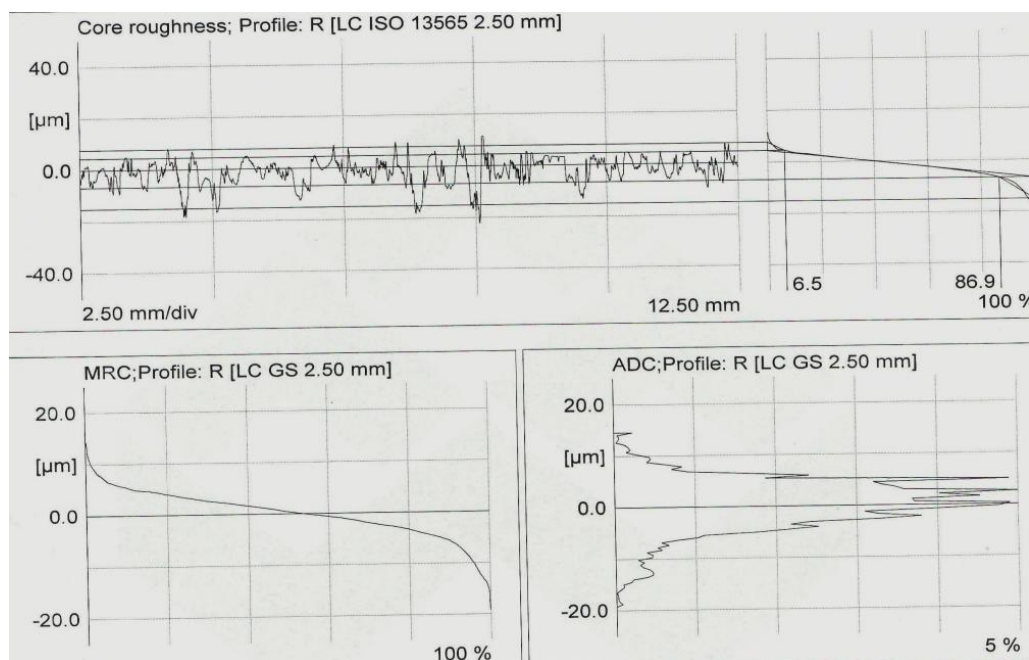
با مقایسه عکس‌های گرفته شده توسط دستگاه استریومیکروسکوپ و گراف‌های رسم شده توسط دستگاه زبری‌سنجی، می‌توان اثر فاکتورهای مختلف برشی را در مقیاس بیشترین و کمترین تأثیرگذاری بررسی کرد و نتایج را با مشاهدات بصری انطباق داد. در شرایط برشی ۵ و ۱۰



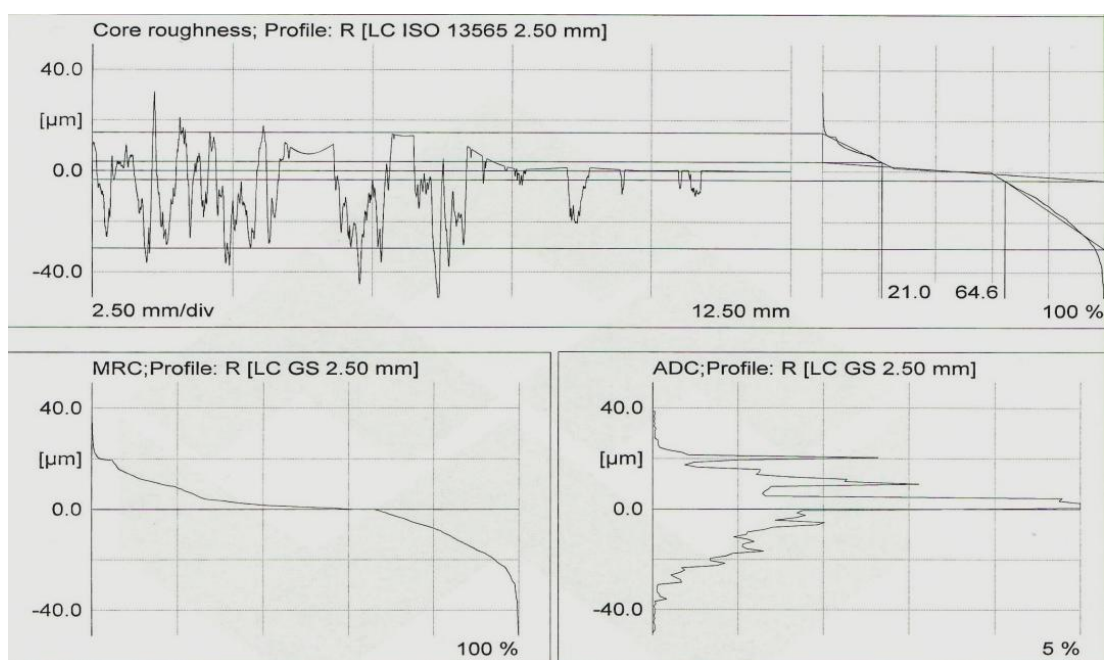
شکل ۴- شرایط برشی ۱۰ با بزرگ‌نمایی ۲۰ برابر



شکل ۳- شرایط برشی ۵ با بزرگ‌نمایی ۲۰ برابر



شکل ۵- پروفیل زبری سنجی در شرایط برشی ۵



شکل ۶- پروفیل زبری سنجی در شرایط برشی ۱۰

به عنوان مثال، در مورد فاکتور روش کار مشاهده می شود که بالاترین میزان اثرگذاری را داشته است و همچنین رابطه

جدول ۴ میزان اثرگذاری فاکتورهای برشی و رابطه آنها را با عوامل زبری به خوبی نشان می دهد.

صورت که با افزایش سرعت برش و کاهش سرعت تغذیه مقادیر عوامل زبری کاهش یافت و باعث افزایش کیفیت سطح گردید. روش کار مقابل باعث افزایش مقادیر عوامل زبری و نهایتاً افزایش زبری سطح نمونه‌ها شده است. اگرچه عمق برش همواره به‌عنوان یک فاکتور مؤثر بر زبری سطح شناخته می‌شود اما در سرعت تغذیه و سرعت برش تعیین شده در این تحقیق به صورت مستقل بر هیچ یک از عوامل زبری اثر معنی‌داری نداشته است، اما به‌منظور جلوگیری از بالا رفتن ضایعات و صرفه‌جویی در ماده خام بتر است از عمق برش کم استفاده شود.

مستقیم با عوامل زبری سطح داشته است، بدین معنی که با تغییر روش کار از سطح ۱- به ۱+ (روش کار همراه به مقابل) عوامل زبری افزایش یافته است.

دومین عامل تأثیرگذار مستقل بر روی عامل زبری سرعت چرخشی محور می‌باشد. افزایش سرعت چرخشی محور (از سطح ۱- به سطح ۱+) سبب کاهش پیشروی هر دندان و ضخامت پوشال می‌گردد که در نهایت سبب بهبود کیفیت سطح گردید. اثر متقابل سرعت تغذیه و الگوی برش بر عامل زبری معنی‌دار بوده و چنانچه سرعت تغذیه افزایش یابد و از الگوی برش شعاعی استفاده شود، سطح زبرتر می‌شود.

تغییر سرعت برش، روش کار و سرعت تغذیه بر کیفیت سطح ایجاد شده پس از برش مؤثر بود. بدین

جدول ۴- میزان اثرگذاری عوامل متغیر برش بر عوامل زبری سطح

Rk	Rvk	Rpk	متغیر
-	-	-۲	سرعت چرخشی محور
-	-	+۳	سرعت تغذیه
-	-	-	عمق برش
-	-	-	الگوی برش
+۱	+۱	+۱	روش کار
-	-	-	سرعت چرخشی محور × سرعت تغذیه
-	-	+۵	سرعت چرخشی محور × عمق برش
-	-	-	سرعت چرخشی محور × الگوی برش
-	-	-۴	سرعت چرخشی محور × روش کار
-	-	-	سرعت تغذیه × عمق برش
+۲	-	-	سرعت تغذیه × الگوی برش
-	-	-	سرعت تغذیه × روش کار
-	-	-	عوق برش × الگوی برش
-	-	-	عوق برش × روش کار
-۳	-	-	الگوی برش × روش کار

Mongkuts University of Technology Thonburi.
Thailand

- Lavery DJ, Mclarnontul D, Taylot JM. 1995. Parameters affecting the surface finish of planed sitka spruce. *Forest prod J* 45:45-50.
- Paulo, P., Clements, V.C., Silva, S., 2007. Surface roughness aspect in milling MDF. *International Journal Advance Manufacture Technology*.
- Sadoh, T., Nakato, K., 1987. Surface properties of wood in physical and sensory aspects. *Wood science and Technology*. 21. Pp. 11-20.
- Tabarsa T, Ashori A, Gholamzadeh M. Evaluation of surface roughness and mechanical properties of particleboard panels made from bagasse. *Composite Part B* 2011; DOI: 10.1016/j.compositesb.2010.12.018.
- Usta, I., Demirci, S., Kilic, Y., 2006. Comparison of roughness of Locust acacia and European oak in terms of the preparative process by planning. *Building and Environment* 42 (2007) 2988-2992.
- Hiziroglu, S., Kosonkorn., P., 2005. Evaluation of surface roughness of Thai medium density fiberboard. *Building and Environment* 41 (2006) 527-533.

منابع مورد استفاده

- Aguilera, A.P., Meausoone, J., and Martin, P., 2000. Wood material influence in routing operation: the MDF case. *Holz als Roh-und Werkstoff*. 58. pp. 278-283
- Davin, P. j., Clemente V.C., Silva se'ragio., 2007. Surface roughness aspects in milling MDF. *Int J Ad Manuf Technol*, DOI 10.1007/soo 170-007-1318-z.
- Kalaycioglu, H., Deniz, I. and Hiziroglu. S., 2005. Some of the properties of particleboard made from paulownia. *Journal Wood Science*. 51:410-414.
- Khazaeian, A. 2005. 3D characterization of wood surface quality measuring strategy, influence of species and machining parameters, Ph.D. Thesis, university of ENGR, 241 pages.
- Khazaeian. A., Masoomi, Z. and Tabarsa. T., 2010. Investigation on surface quality of MDF edge in peripheral milling process, *J. of wood & forest science and technology* 17(1): 49-63. (in persian)
- Kilic, M., Hiziroglu, S. and Burdurlu, E., 2006. Effect of machining on surface roughness of wood. *Building E nvion*. 41, pp. 1074-1077.
- Kusol, P., 2002. Investigation on the influences of cutting parameters in CNC machining of Rubber Wood with integration of Neural networks. King

Different CNC machining condition of paulownia wood by CNC; Influence on the abbot roughness parameters

Aghakhani, M.^{*1}, Khazaeian, A.² and Madhoushi, M.²

1*- Corresponding author, M.Sc., Wood and Paper Technology Department of Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources. Gorgan, Iran. Email: Aghakhani.mohammad@gmail.com

2-Associated Professor of Wood and Paper Technology Department of Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources. Gorgan, Iran

Received: Sep., 2012

Accepted: March, 2013

Abstract

The aim of this study was to investigate the factors affecting surface quality of paulownia wood during milling by advanced computer numerical control (CNC) machine. For this aim wood logs were provided and were converted to proper sizes (2.5 x 10 x 15 cm) and then air dried. The Variable of this study were spindle speed of machine (10000 and 18000 rpm), feeding rate (6 and 12 m/min), cutting depth (1 and 5 mm), cutting method (down and up-milling) and cutting pattern (tangential and radial). Roughness of cut specimens edge were evaluated by profilometer method according to ISO 13565 standard. For evaluation of surface quality Abbott group parameters (Rpk, Rk, Rvk) were used. Degree of effective of the parameters was evaluated by fractional factorial design as completely random design at confidence level of 95%. The result showed that spindle speed, cutting method and feed rate are influencing factors on surface quality of milled specimens and their effect was significant. With increasing spindle speed and decreasing feeding rate the roughness decreased and surface quality improved. In up-milling cutting method, degree of roughness was higher and consequently surface quality was inferior. It is to be noted that cutting method in comparison to other factors had the high influence on surface quality. The rest variable did not have independent influence on surface quality at 95% Confidence level.

Key words: Milling, cutting speed, feeding rate, profilometry, surface roughness.