



Woodiconf-17

بررسی تاثیر رطوبت کیک و زمان پرس بر مقاومت خمشی تخته خرده چوب - مطالعه موردی

ابوالفضل جوان کیانی^۱، فرهاد پورقاز^۲، نصرالله یعقوبیان^۳، محمد علی اخوان^۴

^۱سرپرست تضمین کیفیت، شرکت تخته فشرده ممتاز گلستان

^۲رئیس کنترل کیفیت، شرکت تخته فشرده ممتاز گلستان

^۳مدیر کیفیت، شرکت تخته فشرده ممتاز گلستان

^۴مدیر عامل، شرکت تخته فشرده ممتاز گلستان

Email: Abolfazl.javankiani@gmail.com

چکیده

در این مقاله اثر پنج متغیر سرعت خط تولید (متناظر با زمان پرس)، تراکم جرم (دانسیته) تخته تولید شده، دمای پرس، فشار پرس و رطوبت ذرات خرده چوب (رطوبت ذرات قبل از عملیات چسب زنی مورد نظر است)، جهت دستیابی به مقاومت خمشی بهینه تخته خرده چوب بر اساس مدل رگرسیون و با استفاده از داده های تولیدی شرکت تخته فشرده ممتاز گلستان، مورد بررسی و تحلیل قرار گرفت. در انتها نیز اثرگذاری متقابل متغیرها بر مقاومت خمشی بررسی گردیده است. نتایج نشان دادند که احتمال دستیابی به مقاومت خمشی بهینه با افزایش متغیرهای تراکم جرم، دما و فشار پرس و کاهش متغیر سرعت خط تولید، افزایش می یابد. همچنین نتایج نشان دادند رطوبت ذرات خرده چوب قبل از عملیات چسب زنی به طور قابل توجهی بر مقاومت خمشی تخته موثر است و با تنظیم رطوبت این ذرات بین ۲ الی ۲.۲ درصد، با احتمال بیشتری می توان به مقاومت خمشی استاندارد دست یافت.

واژه های کلیدی: تخته خرده چوب، رطوبت خرده چوب، خواص فیزیکی - مکانیکی، نقشه اثرات متقابل

۱- مقدمه

تخته خرده چوب یک فرآورده مهندسی شده پرکاربرد در بین صفحات چوبی می باشد و تقاضا برای مصرف این فرآورده در بخش های ساختمان سازی، مبلمان و دکوراسیون داخلی روز به روز در حال افزایش می باشد (zheng et al 2006)[16]. ایجاد تغییرات کارا در هریک از بخش های فرآیندی یا ساختاری تولید این فرآورده که سبب افزایش بازدهی و بهبود خواص کاربردی گردد از نظر اقتصادی بسیار با اهمیت بوده و مورد توجه قرار می گیرد. یکی از عوامل عمده در ارتقاء کیفی و کمی تخته خرده چوب، انتقال سریع و کافی حرارت به لایه مغزی کیک خرده چوب جهت پلیمر شدن و تشکیل اتصالات موثر بین ذرات خرده چوب است. بررسی تأثیر انتقال حرارت پرس



مکانیکی و رابطه آن با ویژگی های فیزیکی و مکانیکی محصول، ما را در دستیابی به بهترین کیفیت کمک می کند. عوامل مؤثر در این زمینه، حرارت، زمان پرس و نیز میزان رطوبت کیک خرده چوب است (وزیری ۱۳۷۹) [4].

طبرسا (۱۳۶۷) و کاشانی زاده (۱۳۶۷) به این نتیجه رسیدند که با افزایش رطوبت کیک تا محدوده ۱۴ الی ۱۶ درصد، مدول گسیختگی و مدول الاستیسیته تخته افزایش می یابد که علت آن را نرم شدن و تراکم بیشتر خرده چوب ها در اثر رطوبت و حرارت بیان نمودند و علت کاهش چسبندگی در رطوبت های بالا را تجمع بخار در لایه میانی و عدم توانایی آن برای خروج از تخته دانستند [1, 3]. Nemli و همکاران (۲۰۰۷) بیان می کنند که در رطوبت های بالا برای مقابله با کاهش مقاومت ها باید زمان پرس را افزایش داد [13]. کارگرفرد و همکاران (۱۳۸۲) بیان کردند هرچه تخته در زمان کوتاه تری به حرارت مناسب برای پلیمر شدن رزین برسد مقاومت چسبندگی داخلی افزایش می یابد [2].

Namioka و Anazawa (۱۹۸۱) در بررسی های خود درمورد تخته خرده چوب نشان دادند که تأثیر رطوبت و گرما در طی مرحله پرس گرم باعث پلاستیکی شدن چوب شده و این امر می تواند باعث کاهش واکشیدگی ضخامت تخته خرده چوب گردد [12]. براساس تحقیقات Goring (۱۹۶۳) درجه حرارت انتقال شیشه ای لیگنین و همی سلولزهای خشک بین ۱۳۰ تا ۱۹۰ درجه سانتیگراد است، درحالی که همین پلیمرها در شرایط مرطوب (مقدار رطوبت زیادتر از نقطه اشباع الیاف) دارای درجه حرارت انتقال شیشه در دامنه ای بین ۶۰ تا ۱۰۰ درجه سانتیگراد می باشند [8].

Wolcott و همکاران (۱۹۹۰) نشان دادند که برای رسیدن به درجه حرارت انتقال شیشه ای لیگنین (درجه حرارت نرم شوندگی لیگنین) که بالاتر از همی سلولز است در کیک های خرده چوبی که با پرس معمولی تبدیل به تخته می شوند باید کیک خرده چوب دارای رطوبتی در حدود ۱۵ درصد و درجه حرارت صفحات پرس در حد ۱۹۰ درجه سانتیگراد باشد [15]. Razali (۱۹۸۵) دریافت که تنش های گرفتار شده در داخل کیک خرده چوب در طی متراکم شدن در پرس گرم بعد از اینکه تخته در معرض آب قرار می گیرد، آزاد شده و باعث واکشیدگی ضخامت می گردد. بنابراین منطقی است که روش هایی در مرحله پرس کردن کیک خرده چوب بکار گرفته شود تا این تنش ها را حذف کرده و واکشیدگی ضخامت را کاهش دهد [14]. تحقیقات Heebink (۱۹۷۴) درمورد تخته خرده چوب چند لایه نشان داده است که مقاومت خمشی و مدول الاستیسیته این تخته ها در صورتی که رطوبت لایه سطحی و میانی کیک خرده چوب به ترتیب ۱۵ و ۵ درصد باشد از تخته خرده چوبی که رطوبت کیک آن یکنواخت و ۱۲ درصد باشد، بالاتر است [9]. Kasir (۱۹۷۹) نیز در نتایج حاصل از بررسی هایش آورده است که افزایش یافتن مقدار کلی رطوبت کیک و افزایش مقدار رطوبت سطح کیک، درصد واکشیدگی ضخامت را کاهش می دهد [11]. در نتایج حاصل از بررسی های Casey (۱۹۸۷) نیز آمده است که با افزایش رطوبت لایه های سطحی کیک خرده چوب از ۶ به ۱۵ درصد، مقدار کاهش ضخامت خرده چوب های این لایه از ۱۲ به ۲۲ درصد رسیده و مقدار افزایش مدول خمشی دینامیکی نیز از ۱۵ به ۳۰ درصد رسیده است که نشان می دهد افزایش رطوبت به ویژه در لایه سطحی کیک، تأثیر بسزایی در افزایش دانسیته و ویژگی های خمشی تخته خرده چوب برجای میگذارد [5]. همچنین تحقیقات Kamke و Casey (۱۹۸۸) نشان داده است که در رطوبت ثابت در کیک خرده چوب تحت پرس گرم، با افزایش دما، فشردگی ذرات خرده چوب افزایش می یابد و هرچه رطوبت کیک زیادتر باشد، این اثر شدیدتر است [10].

با توجه به نکات بالا و اهمیت بالای خواص فیزیکی و مکانیکی تخته های فشرده، ضرورت انجام این تحقیق را باعث شد.

۲- مواد و روش ها

جهت انجام این تحقیق، از داده های تولیدی در بازه زمانی ۲۱۰ روز شامل ۴۲۰ شیفت کاری (هر شبانه روز شامل دو شیفت کاری است) شرکت تخته فشرده ممتاز گلستان استفاده گردیده است. در ابتدا جهت تعیین متغیرهای تاثیرگذار بر مقاومت خمشی از زنجیره ارزش مقاومت خمشی بر اساس مقالات و نیز شرکت های تولید کننده تخته های فشرده استفاده

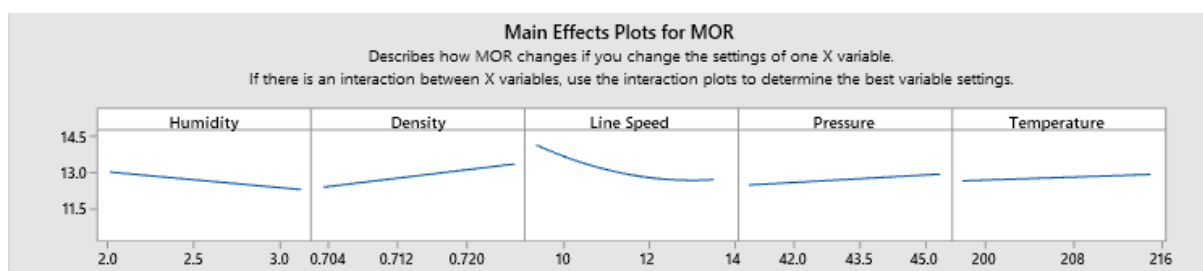


گردیده است. در طول مدت مذکور، چسب استفاده شده دارای ویژگی های یکسان و از نوع اوره فرم آلدهید محلول بود که از شرکت شیراز تهیه شد. ویژگی های مختلف این چسب به طور اختصار در جدول ۱ آمده است.

جدول ۱: ویژگی های مختلف چسب اوره فرمالدهید مصرفی

| ویژگی | مقدار |
|-------------------------------|-------|
| مواد جامد (%) | ۵۳ |
| گرانروی (CP) | ۳۶۵ |
| تراکم جرم (g/cm^3) | ۱.۳ |
| بیشینه فرم آلدهید آزاد (%) | ۰.۵ |
| PH | ۷.۱ |
| زمان انعقاد (ثانیه) | ۵۶ |

در این مقاله پنج متغیر مستقل سرعت خط تولید (متناظر با زمان پرس)، تراکم جرم (دانسیته) تخته تولید شده، دمای پرس، فشار پرس و درصد رطوبت ذرات چوب قبل از عملیات چسب زنی، مورد بررسی قرار گرفته اند. لازم به ذکر است تخته ها پس از کناره بری برابر استاندارد EN326-1 [6]، به نمونه های آزمونی مورد نیاز برای اندازه گیری ویژگی های فیزیکی و مکانیکی برش داده شدند. مقاومت خمشی تخته ها^۱ با استفاده از ماشین Instron-4486 و برابر استاندارد EN-310 [7] تعیین شدند. سرعت خط، دما و فشار پرس بر اساس مانیتورینگ دستگاه پرس ثبت گردیده اند. داده ها با استفاده از نرم افزار Minitab19 مورد بررسی و تحلیل قرار گرفته اند.



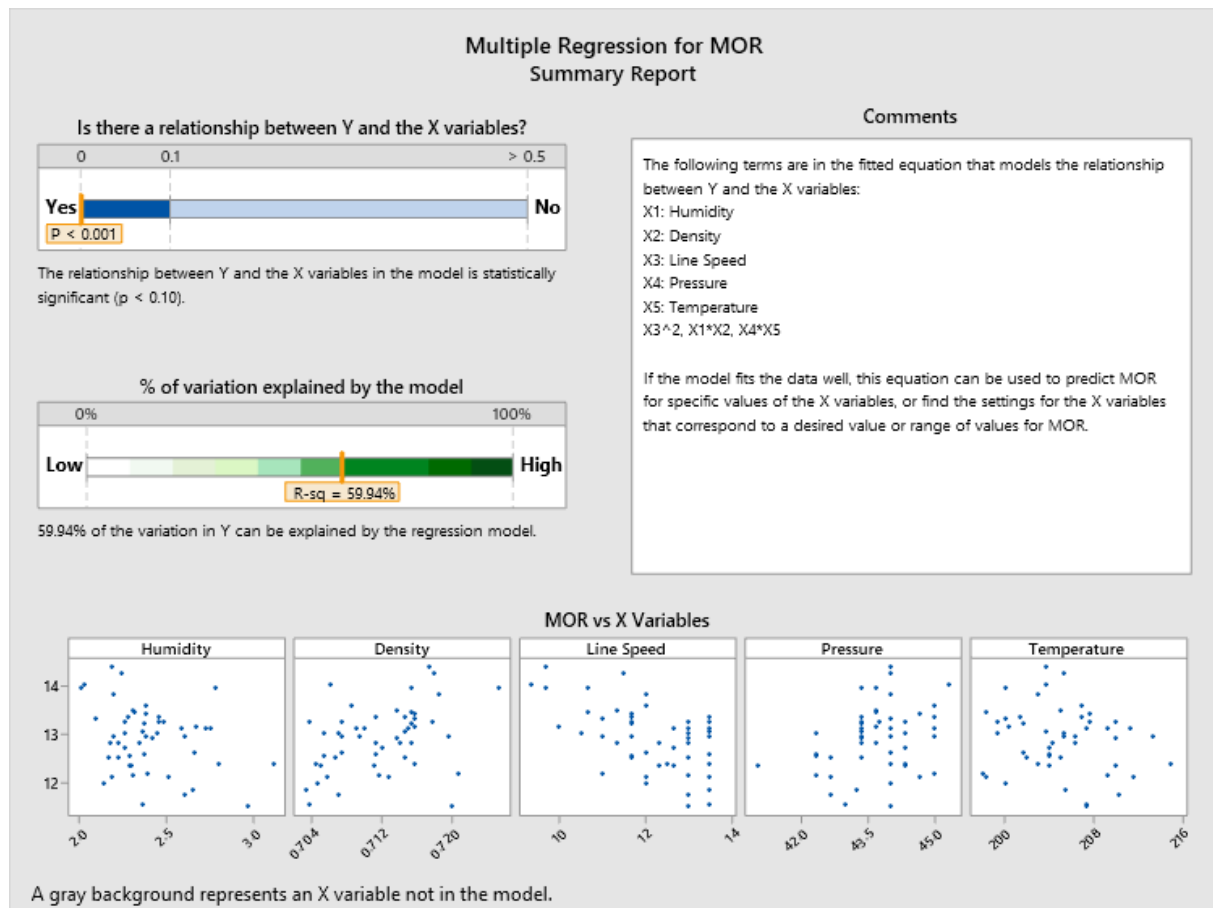
شکل ۱- نقشه تغییرات مقاومت خمشی (مگا پاسکال) با تغییر در مقادیر هر یک از متغیرهای سرعت خط تولید (متر بر دقیقه)، دانسیته (گرم بر سانتی متر مکعب)، دما (درجه سانتی گراد)، فشار (بار) و رطوبت ذرات (درصد)

همانطور که در شکل ۱ مشاهده می گردد، متغیر مقاومت خمشی با متغیر سرعت خط که در واقع نشان دهنده زمان پرس است (هر چه سرعت خط بیش تر باشد، زمان پرس تخته خرده چوب کمتر خواهد بود) و نیز درصد رطوبت ذرات، همبستگی منفی دارد، در حالی که با متغیرهای دمای پرس، فشار پرس و دانسیته، همبستگی مثبت دارد.

¹ Modulus Of Rupture (MOR)



۲-۱- بررسی معادله رگرسیون



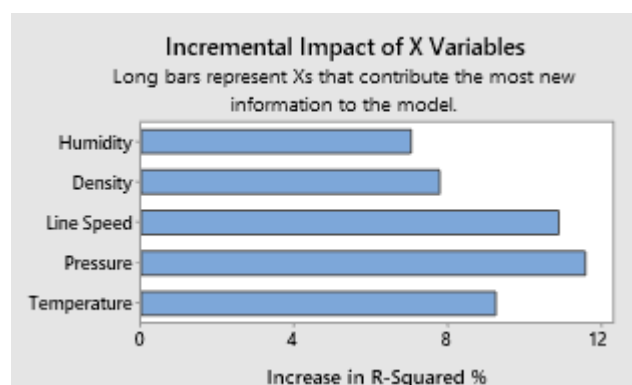
شکل ۲- خلاصه گزارش رگرسیون چند متغیره برای مقاومت خمشی

با توجه به شکل ۲ از لحاظ آماری رابطه قابل توجهی^۱ بین متغیر وابسته (مقاومت خمشی) و متغیرهای مستقل (سرعت خط تولید، تراکم جرم، دمای پرس، فشار پرس و رطوبت ذرات) وجود دارد و معادله رگرسیون حاصله می تواند حدود ۶۰ درصد از تغییرات مقاومت خمشی را توضیح دهد. معادله رگرسیون به صورت ذیل می باشد:

دمای پرس: X5 فشار پرس: X4 سرعت خط: X3 دانسیته: X2 رطوبت ذرات: X1

$$MOR = 523 + 66.8 X1 + 270 X2 - 2.77 X3 - 15.69 X4 - 3.35 X5 + 0.1063 X3^2 - 94.8 X1 * X2 + 0.0771 X4 * X5$$

¹ Statistically significant

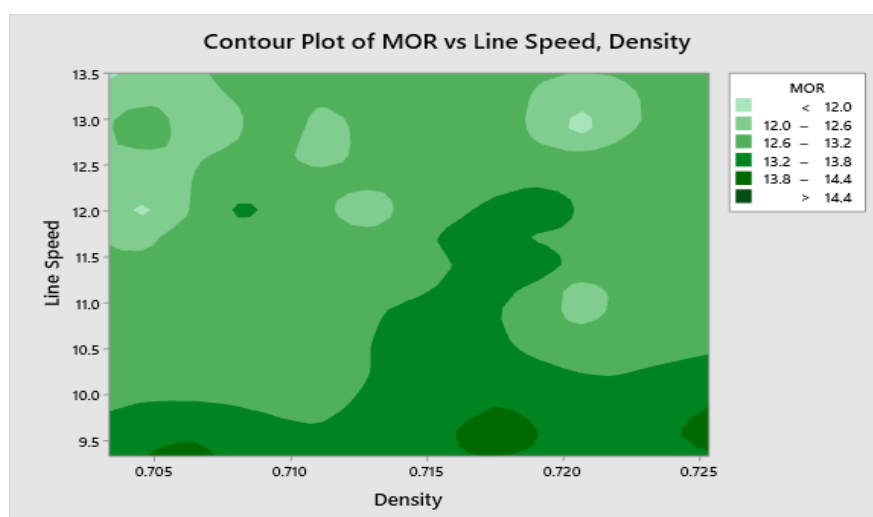


شکل ۳- نقشه اثرگذاری متغیرها در ایجاد معادله رگرسیون مقاومت خمشی

همانطور که در شکل ۳ مشاهده می گردد، متغیر فشار پرس، بیشترین اطلاعات را در خصوص معادله رگرسیون مقاومت خمشی تخته فشرده ارائه می کند و پس از این متغیر، متغیرهای سرعت خط و دمای پرس بیشترین اطلاعات را در ایجاد معادله رگرسیونی ارائه می دهند. همچنین متغیر رطوبت ذرات نیز به صورت قابل توجهی در ایجاد رابطه رگرسیونی موثر است.

۲-۳- بررسی اثرگذاری متقابل متغیرها بر مقاومت خمشی

۲-۳-۱- اثرگذاری متقابل سرعت خط تولید و تراکم جرم بر مقاومت خمشی

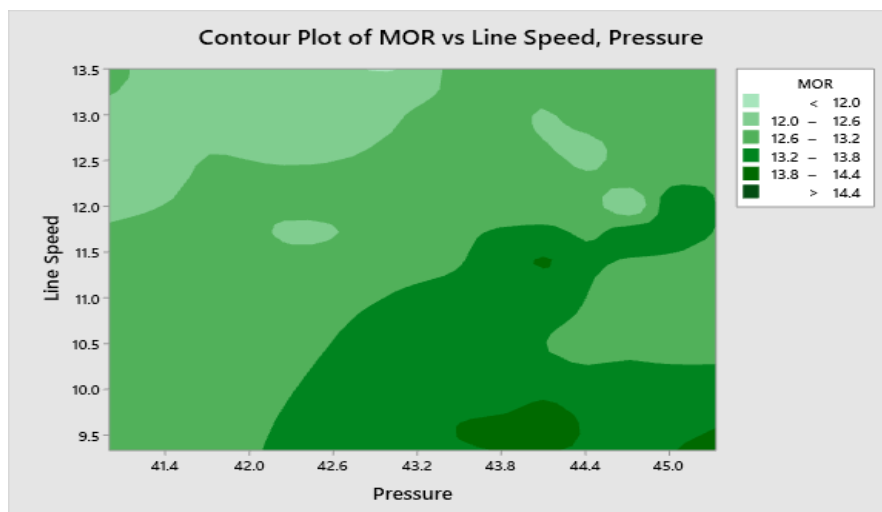


شکل ۵- نقشه اثرگذاری متقابل سرعت خط تولید (متر بر دقیقه) و تراکم جرم (گرم بر سانتی متر مکعب) بر مقاومت خمشی (مگا پاسکال)

همانطور که در شکل ۵ مشخص است، در سرعت های کمتر از ۱۱ متر بر دقیقه می توان با احتمال بیشتری به مقاومت خمشی بهینه دست یافت و در تراکم جرم ۰.۷۱۲ الی ۰.۷۲۰ گرم بر سانتی متر مکعب این احتمال افزایش می یابد. بر اساس استانداردهای EN 312-2 و EN 312-3 مقدار MOR پانل های تخته خرده چوب برای کاربردهای عام و کاربردهای درونی به ترتیب ۱۱.۵ و ۱۳ مگاپاسکال است.



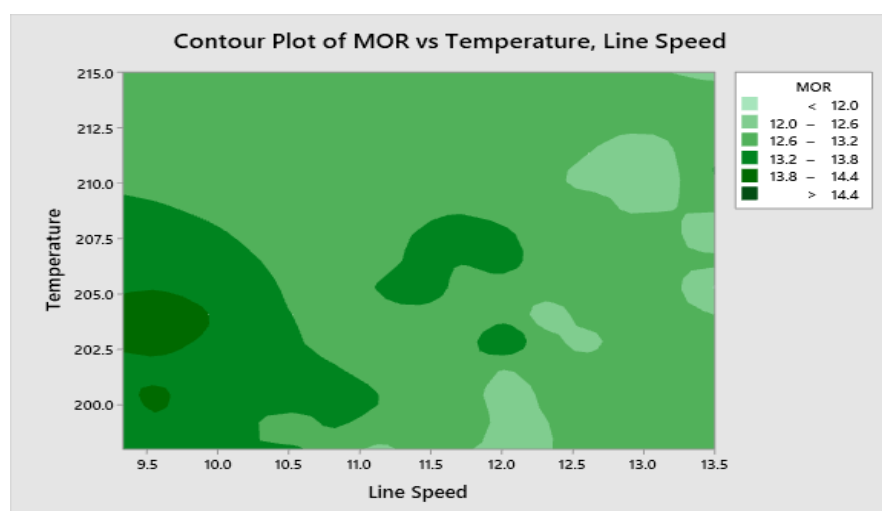
۲-۳-۲- اثرگذاری متقابل سرعت خط تولید و فشار پرس بر مقاومت خمشی



شکل ۵- نقشه اثرگذاری متقابل سرعت خط تولید (متر بر دقیقه) و فشار پرس (بار) بر مقاومت خمشی (مگا پاسکال)

همانطور که در شکل ۵ مشاهده می گردد در فشار حدود ۴۲ الی ۴۶ بار و در سرعت های کمتر از ۱۱ متر بر دقیقه می توان با احتمال بیشتری به حد استاندارد مقاومت خمشی دست یافت.

۲-۳-۳- اثرگذاری متقابل سرعت تولید و دمای پرس بر مقاومت خمشی

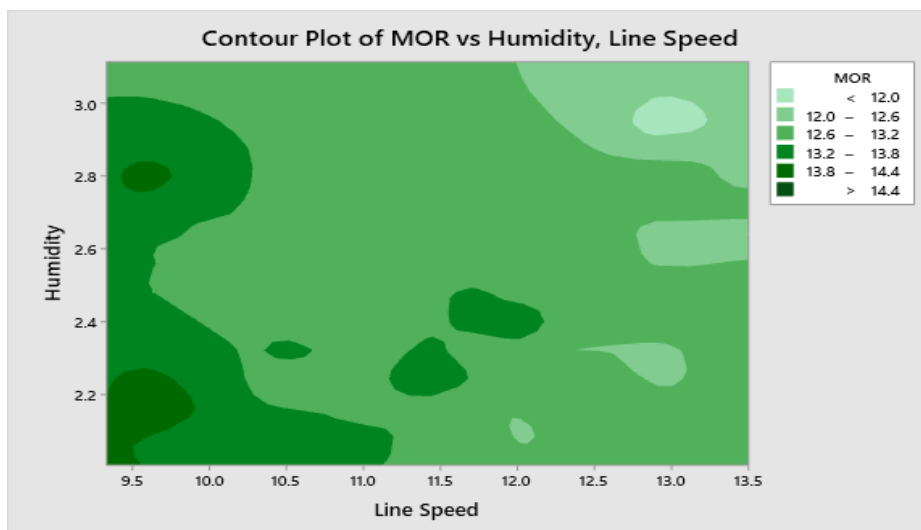


شکل ۶- نقشه اثرگذاری متقابل سرعت خط (متر بر دقیقه) و دمای پرس (درجه سانتی گراد) بر مقاومت خمشی (مگا پاسکال)

همانطور که در شکل ۶ مشاهده می گردد در دمای ۱۹۸ الی ۲۱۰ درجه سانتی گراد و در سرعت های کمتر از ۱۱ متر بر دقیقه می توان با احتمال بیشتری به حد استاندارد مقاومت خمشی دست یافت.



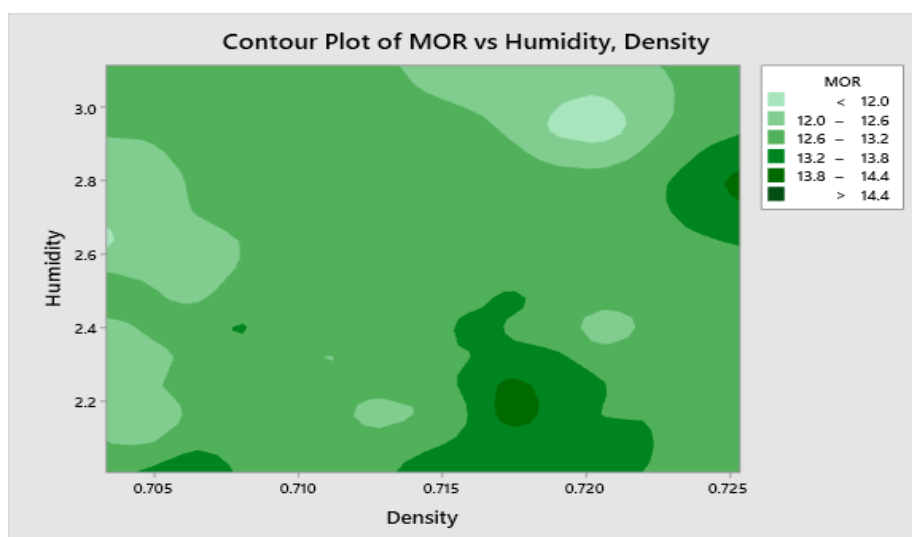
۴-۳-۲- اثرگذاری متقابل سرعت تولید و رطوبت ذرات بر مقاومت خمشی



شکل ۷- نقشه اثرگذاری متقابل سرعت خط (گرم بر سانتی متر مکعب) و رطوبت ذرات (درصد) بر مقاومت خمشی (مگا پاسکال)

همانطور که در شکل ۷ مشاهده می گردد در سرعت خط کمتر از ۱۱ متر بر دقیقه و رطوبت ۲ الی ۳ درصد می توان به حد استاندارد مقاومت خمشی دست یافت که این احتمال در رطوبت ۲ الی ۲.۲ درصد، بیش تر می گردد.

۵-۳-۲- اثرگذاری متقابل تراکم جرم و رطوبت ذرات بر مقاومت خمشی



شکل ۸- نقشه اثرگذاری متقابل تراکم جرم (گرم بر سانتی متر مکعب) و رطوبت ذرات (درصد) بر مقاومت خمشی (مگا پاسکال)

همانطور که در شکل ۸ مشاهده می گردد در تراکم جرم ۰.۷۱۵ الی ۰.۷۲۲ گرم بر سانتی متر مکعب و رطوبت ۲ الی ۲.۴ درصد می توان به حد استاندارد مقاومت خمشی دست یافت که این احتمال در رطوبت ۲ الی ۲.۲ درصد، بیش تر می گردد.



۳- نتیجه گیری

در این تحقیق، اثر گذاری پنج متغیر سرعت خط تولید، تراکم جرم (دانسیتته) تخته تولید شده، دمای پرس، فشار پرس و درصد رطوبت ذرات چوب بر مقاومت خمشی تخته مورد بررسی قرار گرفت و نتایج نشان دادند افزایش تراکم جرم تخته اثر معناداری بر روی افزایش مقاومت خمشی تخته دارد. در واقع، افزایش تراکم جرم تخته ها منجر به فشردگی و تقویت اتصالات بین خرده چوب ها گردیده و باعث افزایش مقاومت خمشی تخته ها می گردد. همچنین افزایش دما و فشار پرس نیز اثر معنی داری بر مقاومت خمشی تخته ها داشت به طوری که با افزایش دما تا بازه ۲۰۰ الی ۲۱۰ درجه سانتی گراد و افزایش فشار تا بازه ۴۲ الی ۴۶ بار، مقاومت خمشی با احتمال بیشتری به حد استاندارد می رسد. از سوی دیگر نتایج حاکی از همبستگی منفی بین سرعت خط تولید و مقاومت خمشی بود و در سرعت های کمتر از ۱۱ متر بر دقیقه، احتمال دستیابی به مقاومت خمشی استاندارد بیشتر است.

نکته حائز اهمیت، تاثیر قابل توجه و معنادار رطوبت ذرات چوب بر مقاومت خمشی بود که نتایج نشان داد با تنظیم رطوبت در بازه ۲ الی ۲.۲ میلی متر می توان با احتمال بیش تری به مقاومت خمشی استاندارد دست پیدا کرد.

۴- پیشنهادات

پیشنهاد می گردد در تحقیقات آتی، تاثیرگذاری استفاده از ضایعات چوبی بر خواص فیزیکی و مکانیکی تخته های فشرده مورد بررسی قرار گیرد.

تشکر و قدردانی

از مدیریت محترم ارشد شرکت تخته فشرده ممتاز گلستان جهت همکاری و مساعدت در کلیه مراحل تهیه این تحقیق، کمال تشکر و قدردانی را دارد.

۵- منابع و مراجع

- ۱- طبرسا، ت. (۱۳۶۷) بررسی تاثیر رطوبت کیک خرده چوب، درجه حرارت و زمان پرس بر کیفیت تخته خرده چوب راش و پلیمر شدن رزین اوره فرمالدهید. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه تهران. ۶۴ صفحه.
- ۲- کارگرفرد، ا.، دوست حسینی، ک.، جهان لیبیاری، ا. و حسین زاده، ع. (۱۳۸۲) تاثیر درجه حرارت و زمان پرس بر انتقال حرارت در فرآیند ساخت تخته خرده چوب. پژوهش و سازندگی، (۱۶): ۵۶-۶۵.
- ۳- کاشانی زاده، م. (۱۳۶۷) بررسی چهار عامل مهم تولید بر کیفیت تخته خرده چوب ساخته شده از ضایعات صنایع روکش و تخته لایه (گونه راش). پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه تهران. ۱۶۳ صفحه.
- ۴- وزیری، م. (۱۳۷۹) بررسی تاثیر شرایط ساخت تخته خرده چوب بر انتقال حرارت طی سیکل پرس. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه تهران. ۱۳۰ صفحه.

- 5- Casey, L. J. 1987. Changes in wood-flake properties in relation to heat, moisture and pressure during flakeboard manufacture. M. Sc. thesis. Virginia State University, Blacksburg, Virginia. pp. 162.
- 6- European Standard EN 310. 1993, Wood Based Panel. Department of modulus of elasticity in bending and of bending strength. CEN European Committee for Standardization. Brussels. Belgium.
- 7- European Standard EN 326-1. 1993, Wood based panels. Sampling, cutting and inspection. Sampling and cutting of test pieces and expression of test results.
- 8- Goring, D. A. I. 1963. Thermal softening of lignin, hemicellulose and cellulose. Pulp & Paper Mag. Can. 64 (12): 517-527.
- 9- Heebink, B. G. 1974. Particleboard from lodgepole pine forest residue. USDA Forest Serv. Res. Pap. FPL 221. Forest Prod. Lab. Madison. WIS.
- 10- Kamke, F. A.; Casey, L.J. 1955- a. Gas pressure and temperature in the mat during flackeboard manufacture. Forest Prod. J. 38: 38-44.



- 11- Kasir, W. A. 1979. Influence of processing variable on the vertical gradient and properties of particleboard. Ph.D. thesis, North Carolina State University. 137 PP.
- 12- Namioka, Y.; Anavaza, T. 1981. Condition of hot pressing of particleboard bonded with urea resin: The effect of the moisture content of a mat before hot pressing Upon the thickness swelling and strength properties of the boards. Journal of the Hokkaido Forest Product Research Institute. No. 351: 1-3.
- 13- Nemli, G., Aydin, I. and Zekovic, E., 2007. Evaluation of some of the properties of particleboard as function of manufacturing parameters. Materials and Design, (28): 1169–1176.
- 14- Razali, A. K. 1985. Origins of thickness swelling in particleboard. Ph.D. thesis. University of Wales. Bangor. 10- Song, D.; Ellis, S. 1997. Localized properties in flakeboard: A simulation using stacked flakes. Wood and Fiber Sci. J. 29 (4): 353-363.
- 15- Wolcott, M. P.; Kamke, F. A.; Dillard, D. A. 1990. Fundamental of flakeboard manufacture: viscoelastic behavior of the wood component. Wood and Fiber Sci. 22 (4): 346-361.
- 16- Zheng, Y., Pan, Z., Zhang, R., Jenkins, B.M. and Blunk, S., 2006. Properties of medium-density particleboard from saline Athel wood. Ind. Crops Prod, 23 (3): 318–326.