بررسی تعیین مناسب‌ترین شرایط استفاده از مخلوط سرشاخه‌های بادام و صنوبر بر مقاومت خمشی تخته خرده چوب

• **علی موحدی**، کارشناس ارشد پژوهشکده بیوتکنولوژی کشاورزی منطقه مرکزی کشور وابسته به موسسه تحقیقات بیوتکنولوژی کشاورزی کشور
• **تقی طبرسا**، عضو هیأت علمی‌دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

تاریخ دریافت: تیرماه ۱۳۸۲ تاریخ پذیرش: تیر ماه ۱۳۸۳

چکیده

به منظورصرفه جوئی در منابع غنی و ذی‌قیمت جنگلهای کشور و به منظور استفاده بهینه از مواد لیگنوسلولزی (غیرجنگلی) موجود در ایران بررسی استفاده از سرشاخه‌های درختان بادام با چوب صنوبر در خواص مقاومت خمشی تخته خرده چوب مورد بررسی قرار گرفت . برای ساخت تخته‌ها از رزین اوره فرم آلدئید به میزان ده درصد وزن خشک چوب و کلرور آمونیم به منظور کاتالیزور استفاده گردیده است . سه عامل متغیر برای این آزمایش در نظر گرفته شده است که فاکتورهای متغیر این مطالعه شامل نسبت درصد اختلاط بادام به صنوبردر ۵ سطح (۰-۱۰۰و۱۵-۸۵ و۳۰-۷۰و۴۵-۵۵ و۱۰۰-۰) وفشار پرس در ۲ سطح (۴و۱۰مگاپاسکال) و درجه حرارت پرس در ۲ سطح(۱۴۰و۱۶۰ درجه سانتیگراد) بوده است .در شرایط آزمایشگاهی از هر تیمار ،سه تخته ساخته شده است و خواص مقاومت خمشی آنها طبق آئین نامهٔ استاندارد DIN۶۸۷۶۳ اندازه‌گیری شد(۷) . نتایج این بررسی نشان داد که افزایش سرشاخهٔ بادام در ماده اولیه مورد استفاده باعث کاهش مقاومت خمشی تخته‌ها گردید .علت این تغییرات را می‌توان به جرم ویژه نسبتاً زیاد سرشاخه‌ها و درصد بالای پوست در ماده اولیه نسبت داد .اثر منفی افزودن سرشاخه های بادام به صنوبر با افزایش فشار پرس و درجه حرارت بهبود یافت به‌طوری‌که تخته‌های ساخته شده با نسبت خرده چوب بادام به صنوبر ۳۰به ۷۰ در فشار پرس۱۰ مگاپاسکال و درجه حرارت ۱۶۰درجه سانتیگراد بهترین تیمار معرفی گردید.

کلمات کلیدی: تخته خرده چوب ،مقاومت خمشی، بادام،صنوبر.

Archive of SID
Pajouhesh & Sazandegi

www.SID.ir

Pajouhesh & Sazandegi No:65 pp: 39-46

Investigation on optimization of using mixture of branchwood of amigdal and poplar on modules of rupture of particle board

By: A. Movahedi; Agricultural Biotechnology Research Institute for Central Region of Iran (ABRICI)

T. Tabarsa; Ph.D of Wood Department of Agricultural University Gorgan

In order to use lignocellulusic materials (non forest) grown in Iran, This study has been conducted on feasibility of using amygdal tree braches mixed with poplar particles for making particleboard.Urea-formaldeid was used as binder (10% based on oven dry wood) and Ammonium coloride as catalizor.Among parameter affecting particleboard properties,three parameters were selected as dependent: Percentage of amygdal tree branches in mixture (0,15,30,45,100%), Press pressure 4 Mpa and 10Mpa, and press temperature 140^{oC} and 160^{oC}.Other process parameter were kept constant.Three boards were made in each condition cut from produced particleboards and tested.Results showed that increase amygdal tree branches in mixture causes some decrease in modules of rupture.Optimized treatment was introduced as below percentage of amygdal tree branches in mixture(15-30%),press pressures 10Mpa and press temperature 160^{oC}.

Short key:Particleboard, Moduls of Rupture, Poplar, Amygdal

Key words: Particle board, Amigdal, Poplar

مقدمه

با توجه به کمبود منابع چوبی جنگلی در کشـور ، اسـتفاده از مواد لیگنوسلولزی دیگر به‌عنوان ماده اولیه ، امری لازم و ضروری به نظر می‌رسد به همین دلیل می‌توان استفاده از سرشاخه‌های باغی مانند بادام را یک آلترناتیو برای این صنعت به شمار آورد ، اما به دلیل سـنگین بودن این گونه مشـکلاتی مانند ضریب فشـردگی پائین و احتمال پائین بودن خواص تخته تولیدی می‌رود. امروزه استفاده از صنوبر به‌عنوان یک ماده اولیه سبک و بهبود دهنده در بعضی از صنایع تخته خرده چوب معمول شده است .در این مطالعه استفاده از سر شاخه های بادام و اثر بهبود دهندگی صنوبر بررسی شده است .

در سـال۱۹۷۴ مسـلمی، با اندازه گیری رابطه بین جرم ویژه گونه چوبی و مقاومت خمشـی و چسبندگی داخلی تخته‌ها به این نتیجه رسید که افزایش جرم ویژه ماده اولیه ،موجب کاهش مقاومت خمشی و چسبندگی داخلی تخته می‌گردد (۸) .

روشـنی ، با اسـتفاده از دو گونه صنوبر و تاغ در سـاخت تخته خرده چوب ، نتیجه‌گیری کرد ، در شرایطی که از دو گونه تاغ با نسبت ۲۵ درصد و صنوبر به نسبت ۷۵ درصد استفاده شده ، از بسیاری صفات تخته از جمله ، مقاومت خمشی و چسبندگی داخلی در مقایسه با تخته‌های ساخته شده به نسبت‌های دیگری ، بهبود یافته است (۶) .

خادمی‌اسـلام در بررسـی استفاده از سر شـاخهٔ درختان میوه در صنایع تخته خرده چوب عنوان کرد که افزایش رطوبت کیک تخته خرده چوب از ۱۲ به ۱۴ درصد باعث بهبود خواص فیزیکی و مکانیکی آن گردیده است ولی افزایش رطوبت از ۱۴ به ۱۶ درصد باعث کاهش مقاومت خمشی و چسبندگی داخلی تخته خرده چوب گردیده است(۴) .

Tabarsa و Chui در تحقیقاتـی کـه در مـورد اثرات حرارت پرس بر روی مواد اولیه (نوئل سـفید)[۵] انجام دادند دریافتند که با افزایش حرارت پرس ؛ رطوبت تعادل ماده اولیه کاهش یافته ولی در پرس کمتر از ۱۰۰درجه سانتی‌گراد تغییراتی در MOE و MOR مشـاهده نمی‌شـود . در حرارت بین ۱۵۰ تا ۲۰۰درجه سانتی گراد تغییراتی در خواص مکانیکی این چوب و تخته‌های حاصله از آن به‌وجود می‌آید(۹،۱۰) .

گونه بادام یکی از گونه‌هایی اسـت که از پراکنش بالایی در ایران برخوردار اسـت . مطابق آمار بدسـت آمده از سـوی سـازمان کشاورزی در سال ۱۳۷۷، مجموع سطح زیر کشت باغات بادام کل کشور در حدود ۸۰۰۰۰ هکتار است که ۴۴ هزار هکتار آن را باغات آبی و ۳۶۰۰۰ هکتار آن را باغات دیم تشـکیل می‌دهند . از این مقدار ، میزان قابل توجهی از بادام را اسـتان اصفهان تولید می‌کند که بطور مثال مقدار قابل توجه سرشـاخه ها در اسـتان اصفهان به طور تقریبی ۳۰۰۰۰ تن در سال می‌باشد بنابر این این مطالعه در استان اصفهان صورت پذیرفته است(۴).

www.SID.ir

مواد و روش‌ها

در این تحقیق برای بررسی اثر عوامل متغیر روی خواص تخته خرده چوب ساخته شده از مخلوط صنوبر و بادام ، تخته‌ها در آزمایشگاه ساخته شدند و خواص مقاومت خمشی آنها اندازه‌گیری شد که در بخشهای ذیل توضیح داده می‌شود .

عوامل متغیر

درصد اختلاط گونه‌های چوبی

هدف اصلی این تحقیق بررسی استفاده از گونه بادام به همراه صنوبردرخواص مقاومت خمشی تخته خرده چوب می‌باشد . به همین منظوراز گونه چوبی بادام با نام علمی *Amygdalus communis* و صنوبر با نام علمی *Populus nigra* برای تهیهٔ خرده چوبها استفاده شد .در این مطالعه از اختلاط صنوبر به بادام در ۵ سطح ۱۰۰ به ۰ ، ۸۵ به ۱۵ ، ۷۰ به ۳۰ ، ۵۵ به ۴۵ ، ۰ به ۱۰۰ استفاده شده است که با حرف C نمایش داده می‌شود.

فشار پرس

فشار پرس در دو سطح ۴ و ۱۰ مگا پاسکال بررسی می‌شود که با حرف A نمایش داده می‌شود. .

حرارت پرس

دو سطح حرارتی ۱۴۰ و ۱۶۰ درجه سانتیگراد به‌عنوان دو سطح مورد مطالعه و متغیر پرس در نظر گرفته می‌شود که با حرف B نمایش داده می‌شود..

عوامل ثابت به شرح ذیل می‌باشد

- نوع و مقدار رزین : در این آزمایش از رزین اوره فرم آلدئید به مقدار ۱۰ درصد وزن کاملاً خشک چوب استفاده شده است.
- ضخامت تخته : ضخامت تخته در تمام تخته‌ها یکسان و ۱۵ میلیمتر در نظر گرفته شده است .
- جرم ویژه تخته : جرم ویژه تخته با توجه به ضخامت و جرم بکار رفته مواد در تمام تخته ها ۰/۷ گرم بر سانتی متر مکعب می‌باشد.
- زمان و سرعت بسته شدن پرس : زمان و سرعت بسته شدن پرس ثابت و زمان پرس ۸ دقیقه و سرعت بسته شدن پرس ۱۰ میلی متر در ثانیه در نظر گرفته شده است .
- میزان مصرف هاردنر : مقدار مصرف هاردنر مصرف شده معادل ۲ درصد وزن خشک چسب در نظر گرفته شده است . از کلرورآمونیم (NH_4CL) به‌عنوان هاردنر استفاده شده است .
- رطوبت کیک خرده چوب : رطوبت کیک ۱۳ درصد در نظر گرفته می‌شود .

تهیه نمونه‌های آزمونی

تهیه نمونه‌های آزمونی با استفاده از یک دستگاه اره گرد و یک دستگاه اره نواری انجام گرفته است . تخته‌ها ابتدا کناره بری شده و بعد مطابق استاندارد DIN ۶۸۷۶۳ ، برش نمونه‌های مقاومت خمشی انجام گرفت(۷).

آزمایش اندازه‌گیری مقاومت خمشی و مدول الاستیسیته

برای انجام این آزمایشات از ماشین آزمایش Instron-۱۱۸۶ موجود در مرکز تحقیقات چالوس استفاده گردید . این دستگاه مجهز به سیستم رسام بوده و کلیهٔ نتایج بر روی کامپیوتر رله شده و مقدار بار و تغییر شکل نمونه را به‌صورت منحنی ثبت می‌کند .

می‌توان با استفاده از روابط زیر میزان مقاومت خمشی و مدول الاستیسیته هر نمونه را محاسبه نمود(۳،۲،۱) .

$$MOR = \frac{3PL}{2BH^2} \qquad MOE = \frac{P_1 L^3}{4BH^3 Y}$$

MOR : مقاومت خمشی (Mpa) (MOE): مدول الاستیسیته (Mpa)

H : ضخامت نمونه (mm) B : عرض نمونه (mm)

P : حداکثر بار گسیختگی (N) L : طول دهانه (mm)

P_1 : بار در حد تناسب (N) Y : تغییر طول در حد تناسب (mm)

کیفیت تخته‌های ساخته شده از مخلوط گونه‌ها در قالب طرح آزمایش فاکتوریل با سه فاکتور و در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار و با استفاده از آزمون دانکن (DMRT) و به کمک تکنیک تجزیه واریانس و به کمک نرم افزار Winspss مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت .با استفاده از این روش آماری ، تأثیر مستقل و متقابل هریک از عوامل متغیر بر چسبندگی داخلی در سطح اعتماد ۹۹ درصد مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت .

مشاهدات و نتایج

مقاومت خمشی یا مدول گسیختگی (MOR)

مقاومت خمشی مواد مختلف با دانسیتهٔ آنها رابطهٔ مستقیم دارد .با افزایش وزن مخصوص مواد ، مقاومت خمشی آنها افزایش می‌یابد(۳،۲،۱) .در ساخت تخته خرده چوب هم وزن مخصوص یا دانسیته مواد اولیه و میزان فشردگی آنها در طول عمل پرس کردن می‌تواند نقش بسیار مهمی را در مقاومت خمشی تخته داشته باشد . در

جدول ۱ : میانگین مقاومت خمشی تخته‌های ساخته شده در تیمار های متفاوت(مگا پاسکال)

فشار پرس(Mpa)	حرارت پرس (درجه سانتیگراد)	در صد اختلاط صنوبر و بادام ٪				
		۱۰۰ و ۰	۸۵ و ۱۵	۷۰ و ۳۰	۵۵ و ۴۵	۰ و ۱۰۰
۴	۱۴۰	۵/۶۳۳	۷/۷۶۸	۸/۰۴۹	۶/۸۵۳	۲/۶۴
	۱۶۰	۸/۱۹۹	۸/۶۰۹	۹/۱۳۶	۹/۵۶۴	۵/۵۵۵
۱۰	۱۴۰	۱۲/۱۲۶	۱۳/۹۳۵	۱۴/۵۰۴	۱۰/۹۸۱	۸/۴۱۸
	۱۶۰	۱۳/۲۱۳	۱۴/۹۰۶	۱۶/۵۴۴	۱۳/۶۸	۸/۵۱۸

Archive of SID
www.SID.ir

این مطالعه گونهٔ سنگین (بادام) و گونه سبک (صنوبر) با هم مخلوط شده‌اند و درصد اختلاط آنها به‌عنوان یک فاکتور مهم در این بررسی تلقی می‌شود . بنابراین تأثیر درصد اختلاط بر روی مقاومت خمشی را در ابتدا و سپس تأثیر فشار پرس و حرارت پرس بر روی مقاومت خمشی بررسی می‌شود .

در جدول ۱ میانگین مقاومت خمشی تخته های ساخته شده با شرایط متفاوت تیمار ، درصد اختلاط گونه‌ها ، فشار پرس و حرارت پرس آمده است و همچنین برای تجزیه و تحلیل و بررسی میانگین‌ها ، جدول تجزیه واریانس در جدول۲ ، داده شده است و با توجه به معنی‌دار بودن سطوح مختلف ،گروه‌بندی میانگین‌ها صورت گرفته است .

تأثیر مستقل درصد اختلاط گونه‌ها بر مقاومت خمشی تخته (MOR)

با توجه به جدول۲ ، درمی‌یابیم که تأثیر این فاکتور بر روی مقاومت خمشی تخته از لحاظ تجزیه واریانس در سطح ۹۹ درصد، دارای تفاوت معنی‌داری می‌باشد . از این نتایج می‌توان فهمید که میزان مصرف هر گونه در مخلوط نقش بسیار تعیین کننده‌ای در میزان مقاومت خمشی تخته ایفا می‌کنند ، یعنی با افزایش و یا کاهش نسبت هر مادهٔ اولیه در مخلوط مواد اولیه مقاومت خمشی تخته هم تغییر می‌کند .با توجه به جدول ۱ (جدول میانگین‌ها) مشاهده می‌کنیم که با افزایش میزان بادام تا میزان۱۵٪ در مخلوط، میزان مقاومت خمشی افزایش پیدا کرده و پس از آن با توجه به دانسیتهٔ بالای بادام ، و کاهش میزان ضریب فشردگی تخته ؛ کاهش مقاومت خمشی را شاهد هستیم . مسلمی۱۹۷۴نیز نتیجه گرفت که با افزایش جرم ویژهٔ مواد اولیه مقاومت خمشی تخته خرده چوب کاهش می‌یابد(۸).

در جدول ۳ ، بالاترین میزان مقاومت خمشی مربوط به درصد اختلاط ۱۰۰ درصد صنوبر و ۸۵ و ۱۵ درصد می‌باشد . صنوبر به‌علت داشتن دانسیتهٔ پایین و با داشتن درصد تخلخل فراوان از جملهٔ گونه‌هایی محسوب می‌شود که در اثر فشار دارای ضریب فشردگی بسیار بالایی می‌باشد .از طرف دیگر با افزایش میزان بادام از صفر تا ۱۵٪ مقاومت خمشی تخته‌های ساخته شده افزایش میابد که دلیل آن را می‌توان در دانسیتهٔ بالای بادام دانست که افزایش آن تا حد ۱۵ درصد به صنوبر ، دانسیتهٔ کلی تخته را افزایش می‌دهد ،از طرف دیگر با افزایش دانسیتهٔ کلی تخته ، و با افزایش ایجاد اتصال بین خرده چوبهای نرم صنوبر با خرده چوبهای محکم و سخت بادام ، مقاومت خمشی تخته هم افزایش می‌یابد .وقتی نسبت خرده چوبهای بادام در مخلوط از ۱۵٪ بیشتر می‌شود ، مقاومت خمشی کاهش میابد که علت آن کاهش فشردگی کیک خرده چوب هنگام پرس می‌باشد . پایین ترین میزان MOR مربوط به تخته صددرصد بادام می‌باشد که می‌توان دلیل آن را در همان دانسیته بالای چوب بادام و ضریب فشردگی کم آن دانست . نمودار هیستوگرام جدول ۳ در شکل ۱ آمده است .

تأثیر مستقل فشار پرس بر روی مقاومت خمشی تخته (MOR)

با توجه به جدول ۲ ، درمی‌یابیم که تأثیر این فاکتور بر روی مقاومت خمشی تخته ، از لحاظ تجزیه واریانس و در سطح اعتماد ۹۹ درصد دارای تفاوت معنی داری می‌باشد . این بدان معنی است که با اختلاف ۶ مگاپاسکال بین حداقل و حداکثر فشار پرس ، تأثیرات زیاد و با اختلاف زیادی در میزان مقاومت خمشی تخته ایجاد خواهد شد .

با توجه به جدول میانگین‌های ۱ می‌توانیم دریابیم که با افزایش میزان فشار پرس از ۴ به ۱۰ مگاپاسکال میزان مقاومت خمشی تخته به میزان ۸۱ درصد افزایش یافته است که علت آن افزایش فشردگی خرده چوبها و افزایش کلی دانسیتهٔ تخته می‌باشد .

با توجه به جدول ۴ متوجه می‌شویم که در فشار ۴ مگاپاسکال میزان مقاومت خمشی تخته بسیار پایین تر از حد استاندارد آن یعنی در حدود ۱۵ مگاپاسکال می‌باشد(۷) . در فشار ۴ مگاپاسکال فشارکمی بر روی بادام و فشار زیادی بر روی صنوبر وارد می‌شود . فشار زیاد بر روی صنوبر باعث خرد شدن الیاف صنوبر می‌شود و فشار کم بر روی بادام باعث می‌شود که هیچگونه اتصال محکمی‌بین خرده چوبها بوجود نیاید . بنابراین تخته با ضخامت زیاد و وزن مخصوص پایین دارای مقاومت خمشی پایین خواهد بود . اما در فشار ۱۰ مگاپاسکال ، تا حد زیادی فشار بر روی خرده چوبهای بادام افزایش یافته و بنابراین باعث افزایش فشردگی و ایجاد اتصالات محکم تر بین خرده چوبهای بادام و صنوبر می‌شود . ضخامت

جدول ۲ : تجزیه واریانس مقاومت خمشی (MOR)

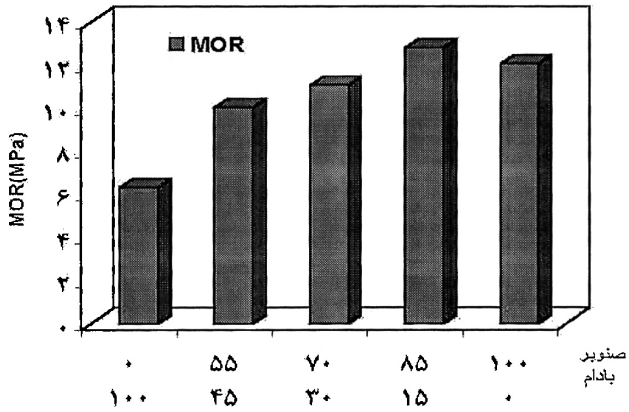
منابع تغییر	درجه آزادی (df)	مجموع مربعات (s.s)	میانگین مربعات(m.s)	F
فاکتور A	۱	۵۵۵/۵۶۱	۵۵۵/۵۶۱	۱۴۶/۱۸۳**
فاکتور C	۴	۳۳۳/۷۵۴	۸۳/۴۳۸	۲۱/۹۵۵**
فاکتور AB	۱	۶۷/۷۵۴	۶۷/۷۵۴	۱۷/۸۲۸**
فاکتور AC	۴	۱۱۴/۷۱۷	۲۸/۶۷۹	۷/۵۴۶**
فاکتور BC	۴	۱۵۵/۹۵۱	۳۸/۹۸۸	۱۰/۲۵۹**
فاکتور ABC	۴	۹۳/۳۴۲	۲۳/۳۳۶	۶/۱۴۰**

** : در سطح ۱ درصد معنی دار است.

جدول ۳ : آ زمون مقایسه میانگین‌ها برای تأثیر مستقل درصد اختلاط گونه‌ها بر مقاومت خمشی (Mpa)

درصد اختلاط صنوبر و بادام				
۱۰۰ و ۰	۸۵ و ۱۵	۷۰ و ۳۰	۸۵ و ۴۵	۰ و ۱۰۰
۱۲/۰۴۳۲	۱۲/۸۰۴۹	۱۱/۰۶۷۷	۱۰/۰۲۰۵	۶/۲۸۳

Archive of SID
www.SID.ir



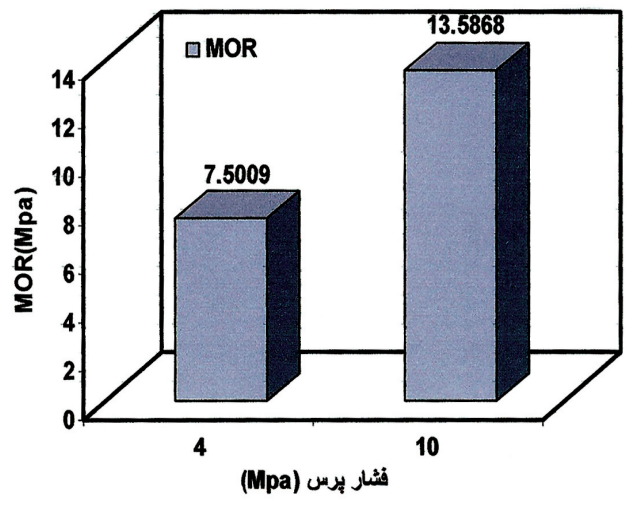
شکل ۱- هیستوگرام تأثیر درصد اختلاط گونه‌ها بر روی مقاومت خمشی (MPa)

تخته کاهش یافته و وزن مخصوص تخته و در نتیجه مقاومت خمشی آن افزایش می‌یابد .

پس به‌طور کلی با افزایش فشار ، افزایش فشردگی خرده چوبها حاصل می‌شود و با افزایش فشردگی ، افرایش دانسیتهٔ تخته را خواهیم داشت و با افزایش دانسیته ما دارای افزایش مقاومت خمشی تخته خواهیم بود . نمودار هیستوگرام جدول ۴ ، در شکل ۲ آمده است .

تأثیر مستقل حرارت پرس بر روی مقاومت خمشی تخته (MOR)

همانطور که از جدول ۲ ، درمی‌یابیم تأثیر این فاکتور بر روی مقاومت خمشی تخته دارای تفاوت معنی‌داری نمی‌باشد . شاید علت آن فاصلهٔ کم درجه حرارتی بین ۱۴۰درجه سانتی گراد باشد .



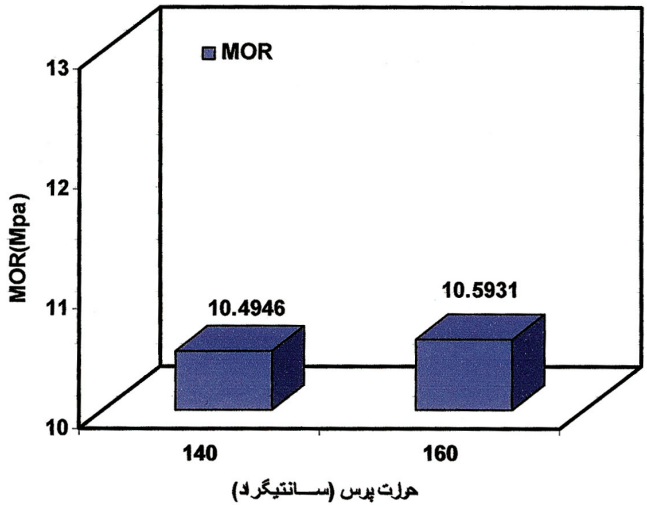
شکل ۲- تأثیر مستقل فشار پرس بر روی مقاومت خمشی(Mpa)

درجدول ۱ (جدول میانگین ها) مشاهده می‌گردد که با افزایش درجه حرارت افزایش کمی در میزان مقاومت خمشی حاصل شده است . این تغییرات در نمودار هیستوگرام جدول ۴ ، در شکل ۴ مشاهده نمود .

تأثیر متقابل فشار پرس و درصد اختلاط گونه‌ها بر مقاومت خمشی (MOR)

همانطور که در جدول ۲ مشاهده می‌کنیم تأثیر متقابل فشار پرس و درصد اختلاط گونه‌ها بر روی مقاومت خمشی تخته دارای تفاوت معنی‌داری می‌باشد و این نشانگر آن است که با تغییرات فشار و همچنین تغییر درصد اختلاط گونه‌ها؛ تفاوتهای قابل ملاحظه‌ای را در میزان مقاومت خمشی خواهیم داشت .

در جدول ۶ ؛ نتایج آزمون دانکن برای گروه‌بندی میانگین مقاومت خمشی تخته‌های ساخته شده با نسبت‌های مختلف صنوبر و بادام در دو فشار ۴ و ۱۰ مگا پاسکال نشان داده شده است .به‌طور کلی مقاومت خمشی تخته‌های ساخته شده در فشار ۴ مگاپاسکال پائین بوده و در گروه C قرار گرفته‌اند . مقاومت خمشی تخته‌های ساخته شده در فشار ۱۰ مگاپاسکال عمدتاً بالا بوده و غیر از تخته‌های ساخته شده از صنوبر خالص بقیه در یک گروه قرار می‌گیرند. با توجه به نتایج فوق می‌توان اثر مثبت متقابل فشار پرس و درصد مخلوط را مشاهده نمود .به‌طوری‌که با افزایش فشار پرس افزایش خرده چوبهای بادام به خرده چوبهای صنوبر تا حد ۴۵ درصد هم امکان‌پذیر می‌گردد .این بدان معنی است که اثر منفی گونهٔ بادام با افزایش فشار پرس بهبود میابد و می‌توان با افزایش فشار پرس مقدار بیشتری خرده چوب بادام وارد سیستم تولید نمود . علت این امر را می‌توان در فشرده شدن بیشترخرده چوبهای بادام و افزایش دانسیتهٔ تخته‌های ساخته شده ربط داد . با مشاهدهٔ هیستوگرام ۴ اثر مثبت فشار پرس بر روی خنثی کردن اثر منفی چوب بادام کاملا



شکل ۳- نمودار تأثیر متقابل فشار پرس و درصد اختلاط گونه‌ها بر روی مقاومت خمشی (Mpa)

www.SID.ir

جدول ۴ : آزمون مقایسهٔ میانگین‌ها برای تأثیر مستقل فشار پرس برمقاومت خمشی (Mpa)

فشار پرس (Mpa)	
۴	۱۰
۷/۵۰۰۹	۱۳/۵۸۶۸

جدول ۵ : آزمون مقایسهٔ میانگین ها برای تأثیر مستقل حرارت پرس بر مقاومت خمشی (Mpa)

حرارت پرس (درجهٔ سانتیگراد)	
۱۴۰	۱۶۰
۱۰/۴۹۴۶	۱۰/۵۹۳۱

روشن می‌شود .

تأثیر متقابل درجه حرارت پرس و درصد اختلاط گونه‌ها بر مقاومت خمشی (MOR)

در جـدول ۲ ، (جدول تجزیه واریانـس) معنی دار بودن تفاوت تأثیر این دو متغیر بر روی مقاومت خمشـی در سطح اعتماد ۹۹ درصد مشخص می‌شـود . در واقع این امر نشـان‌دهندهٔ نقش مهم حرارت در بهبود خواص تخته های ساخته شده از مخلوط صنوبر و بادام می‌باشد .

بـا توجه بـه جدول ۷ ، جدول آزمـون دانکن مربوطـه درمی‌یابیم که بیشـترین میزان مقاومت خمشـی مربوط به تأثیـر متقابل صنوبر خالص و درجه حرارت می‌باشـد . در جدول ۷ مشـخص می‌شود که همهٔ تخته‌های سـاخته شده در حرارت ۱۴۰ درجهٔ سـانتیگراد دارای مقاومت خمشی کم و همهٔ تخته‌های سـاخته شـده در ۱۶۰ درجهٔ سـانتیگراد دارای مقاومت خمشی بالائی می‌باشند .در گروه‌بندی جدول نیز این مهم دیده می‌شودکه تخته‌های ساخته شـده در ۱۴۰ درجهٔ سانتیگراد در یک گروه و تخته‌های سـاخته شده در ۱۶۰ درجهٔ سـانتیگراد در دو گروه قرار می‌گیرند .مقاومت خمشی بالای تخته‌های ساخته شده از مخلوط صنوبر و بادام در ۱۶۰ درجه سانتیگراد نشانهٔ اثر مثبت حرارت بر روی خنثی کردن اثر منفی چوب بادام می‌باشـد که علت آن نرم شـدن خرده چوبها و بالا رفتن ضریب فشردگی بوسیلهٔ حرارت می‌باشد که نتیجهٔ آن افزایش دانسیتهٔ کلی تخته و مقاومت خمشـی تخته می‌باشـد. بنابراین نقش اصلی حـرارت در افزایش مقاومت خمشی را می‌توان در نرم کردن خرده چوبها و افزایش فشردگی آنها عنوان نمود . Tabarsa و Chui نیز اثر نرم شدن چوب بر اثر حرارت را در مطالعات خود مشاهده نموده‌اند(۹،۱۰) .

در هیسـتوگرام ۵ اثر متقابل حرارت و درصد اختلاط گونه‌ها مشـاهده می‌شود . همانطور که ملاحظه می‌شود همه تخته‌های ساخته شده صنوبر و بادام در حرارت بالاتر مقاومت خمشی بالاتری را از خود نشان می‌دهند که نشان‌دهندهٔ اثر مثبت متقابل حرارت و درصد مخلوط می‌باشد .

بـا توجه بـه جدول ۲ (جدول تجزیه واریانـس) درمی‌یابیم که تأثیر متقابل این دو عامل بر روی یکدیگر ، دارای تفاوت معنی‌داری می‌باشـد و این نشـان‌دهنده این موضوع اسـت که با افزایش و یا کاهش هریک از دو عامل فشار و حرارت ، تغییرات محسوسی را در میزان مقاومت خمشی تخته شاهد خواهیم بود .

با توجـه به جدول ۸ ، جدول آزمون دانکن بـرای تأثیر متقابل این دو فاکتـور بر روی یکدیگر درمی‌یابیم که در این گروه‌بندی ؛ داده‌ها در دو گروه A و B قرار گرفته‌اند . مقاومت خمشـی تخته‌های سـاخته شده درفشـار ۴ مگاپاسـکال در گروه B و مقاومت خمشی تخته های ساخته شده در فشـار ۱۰ مگاپاسـکال در گروه A قرار می‌گیرند و این موضوع دلیل روشـنی بر تأثیر بسیار بالای فشار پرس در افزایش میزان مقاومت خمشـی می‌باشـد . دلیـل آن را می‌تـوان در افزایش میزان فشـردگی تختـه و افزایش اتصالات موجود در تخته دانسـت که ایـن باعث ایجاد اسـتحکام در تخته و همچنین افزایش فشـردگی تختـه باعث بالا رفتن میـزان جرم ویژهٔ تخته شـده و همین امر باعـث افزایش میزان مقاومت خمشـی تخته می‌گردد . نقش حرارت هرچند نسبت به نقش فشار پرس در درجـه دوم قرار می‌گیرد ولی در اصل حرارت عامل اصلی نرم شـدن خـرده چوبها و افزایش میزان فشـردگی تخته و افزایش اتصالات موجود در تختـه می‌باشـد و به همین دلیـل میزان مقاومت خمشـی در ۱۶۰ درجه سـانتی‌گراد بالاتر از ۱۴۰ درجه سـانتیگراد قرار می‌گیرد . نمودار

جدول ۶ : آزمون دانکن برای تأثیر متقابل فشار پرس و درصد اختلاط گونه‌ها بر مقاومت خمشی (Mpa)

فشار پرس (MPA)	درصد اختلاط صنوبر و بادام				
	۱۰۰ و ۰	۸۵ و ۱۵	۷۰ و ۳۰	۵۵ و ۴۵	۰ و ۱۰۰
۴	۷/۲۰۱۲(C)	۷/۴۵۱۵(C)	۶/۴۱۹۵(C)	۷/۸۷۲۷(C)	۸/۵۵۹۷(C)
۱۰	۱۹/۰۳۰(A)	۱۳/۲۶۰(B)	۱۰/۸۱(BC)	۱۳/۷۲۵(B)	۱۱/۱۰(BC)

Archive of SID
www.SID.ir

هیستوگرام جدول ۸ را در شکل ۶ مشاهده فرمائید .

تأثیر متقابل درصد اختلاط گونه‌ها و فشارو حرارت پرس چ بر روی مقاومت خمشی (MOR)

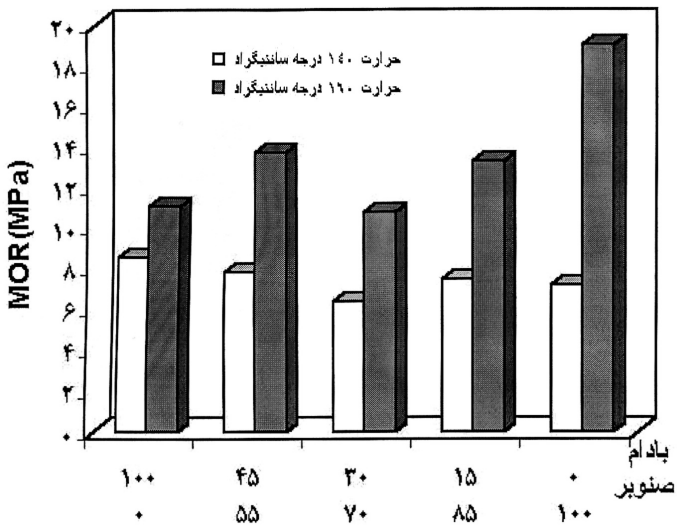
با توجه به جدول ۲ درمی‌یابیم که تأثیر متقابل هر سه فاکتور مذکور بر روی مقاومت خمشی دارای تفاوت معنی‌دار بوده و این به معنی آن است که هریک از این سه عامل می‌توانند در کاهش و افزایش مقاومت خمشی نقش مؤثری را ایفاء کنند .با توجه به جدول ۱ ، بیشترین میزان ممکن مربوط به شرایط تیمار درصد اختلاط ۷۰ و ۳۰ و فشار پرس ۱۰ مگاپاسکال و درجه حرارت می‌باشد و کمترین میزان مقاومت خمشی مربوط به شرایط تیمار درصد اختلاط ۰ و ۱۰۰ و فشار پرس ۴ مگاپاسکال و درجه حرارت می‌باشد .

بحث

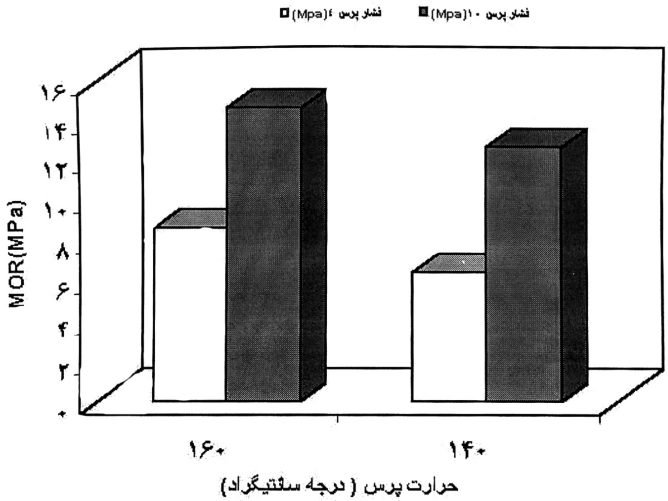
در این تحقیق امکان استفاده از سرشاخه‌های بادام به‌صورت مخلوط با خرده چوبهای صنوبر مورد بررسی قرار گرفت .مراحل آزمایشگاهی این تحقیق با سه عامل متغیر صورت گرفت . یکی از این عاملهای متغیر، درصد مصرف خرده چوبهای بادام به‌صورت مخلوط با خرده چوبهای صنوبر بوده و دو عامل متغیر دیگر مربوط به شرایط پرس کردن ، یعنی حرارت پرس و فشار پرس بودند .فرض شده بود که این دو عامل می‌توانند اثر منفی افزودن خرده چوب بادام (گونهٔ سنگین) را تخفیف دهند.نتایج بدست آمده ، نشان داد که تخته های ساخته شده از صنوبر خالص بهترین خواص کاربردی را ارائه می‌دهند . بنابراین این گونه به‌عنوان یک گونهٔ بهبود دهندهٔ خواص تخته خرده چوب باید در صنعت مورد توجه قرار گیرد .از آنجا که هدف اصلی این بررسی کاربرد سرشاخه‌های حاصل از هرس درختان بادام در صنعت تخته خرده چوب می‌باشد ، خرده چوب بادام با درصدهای مختلف به خرده چوب صنوبر اضافه شد . نتایج نشان داد که خواص کاربردی تخته‌های حاصله از تیمارهائی‌که در آنها از سرشاخه های بادام به نسبت ۱۵ و ۳۰ درصد استفاده شده است بستگی به شرایط پرس کردن از جمله فشار پرس و حرارت پرس دارد، به‌طوریکه با افزایش فشار پرس از ۴ مگاپاسکال به ۱۰ مگاپاسکال میزان مقاومت خمشی تخته‌ها به‌حدی بهبود یافت که با تخته‌های ساخته شده از خرده چوب صنوبرخالص قابل مقایسه بود .از میان تیمارهای موردمطالعه تیمارهائی‌که دارای فشار پرس ۱۰ مگاپاسکال هستند قابل توصیه می‌باشد .

از طرف دیگربه نظر می‌رسد که افزایش حرارت پرس در نرم کردن خرده چوبها ، انتقال بهتر حرارت و در نتیجهٔ آن پلی مریزاسیون بهتر و سریعتر چسب و بالا بردن میزان ضریب فشردگی و تراکم تخته می‌تواند نقش بسیار مهمی‌را ایفاء نماید . لذا تیمارهائی‌که دارای حرارت پرس ۱۶۰ درجه سانتی گراد می‌باشند ، قابل توصیه می‌باشد .بنابراین با جمع‌بندی مطالب ایراد شده ،مناسب‌ترین شرایط ساخت تخته‌ها را می‌توان به شرح زیر خلاصه نمود :

- نسبت گونه‌ها (سرشاخه‌های بادام - صنوبر) ۱۵،۸۵ و ۳۰،۷۰ درصد
- فشار پرس ۱۰ مگاپاسکال



شکل ۴- تأثیر متقابل حرارت پرس و درصد اختلاط گونه‌ها بر روی مقاومت خمشی (Mpa)



شکل ۵- تأثیر متقابل فشار و حرارت پرس بر روی مقاومت خمشی (Mpa)

- حرارت پرس ۱۶۰ درجه سانتیگراد

پیشنهادات

با توجه به نتایج حاصله در این بررسی ، مواد زیر را در مطالعات بعدی می‌توان مورد توجه قرار داد :

۱ - با توجه به کمبود منابع جنگلی ، لازم است در طرحهای تحقیقاتی مشابه ، استفاده از سایر مواد لیگنوسلولزی و همچنین ضایعات کارخانجات صنایع چوب مورد توجه قرار گیرد .

۲ - ویژگی مواد اولیه مورد استفاده در این تحقیق خصوصاً بادام ،

www.SID.ir

جدول۷ : آزمون دانکن برای تأثیر متقابل حرارت پرس و درصد اختلاط گونه ها بر مقاومت خمشی (Mpa)

حرارت پرس (درجه سانتیگراد)	درصد اختلاط صنوبر و بادام ٪				
	۱۰۰ و ۰	۸۵ و ۱۵	۷۰ و ۳۰	۵۵ و ۴۵	۰ و ۱۰۰
۱۴۰	۷/۲۰۱۲(C)	۷/۴۵۱۵(C)	۶/۴۱۹۵(C)	۷/۸۷۲۷(C)	۸/۵۵۹۷(C)
۱۶۰	۱۹/۰۳۰(A)	۱۳/۲۶۰(B)	۱۰/۸۱(BC)	۱۳/۷۲۵(B)	۱۱/۱۰(BC)

جدول ۸ : آزمون دانکن برای تأثیر متقابل فشار و حرارت پرس بر مقاومت خمشی (Mpa)

فشار پرس (MPa)	حرارت پرس (درجهٔ سانتیگراد)	
	۱۴۰	۱۶۰
۴	۶/۳۸۹۱(B)	۸/۶۱۲۸(B)
۱۰	۱۲/۶۰۰(A)	۱۴/۵۷۳(A)

مطالعـات جامع اقتصادی را از نظر میـزان پراکنش و نحوهٔ جمع‌آوری را از طرف محققین طلب می‌کند ، ضمن اینکه ضرورت چنین مطالعاتی در سایر استانهای ایران اجتناب ناپذیر است .

۳ - پیشـنهاد می‌گـردد که مطالعـات جامعی در زمینهٔ تأثیر پوسـت گونه‌هـای مصرفی به صـورت مجزا بر خواص کاربـردی تخته خرده چوب صورت پذیرد .

۴ - با توجه به موارد بحث شـده در این مطالعه و اسـتدلال اینکه در فشـار کم خرده چوبهای گونه‌های سنگین فشرده نمی‌شوند و در فشارهای بالا خرده چوبهای گونه‌های سـبک موجود در مخلوط بیش از اندازه فشرده می‌شوند ، پیشنهاد می‌شود مطالعات میکروسکوپیک روی خرده چوب‌های موجود در تخته‌های سـاخته شـده ، انجـام گیرد و میزان تغییر شـکل و فشردگی آنها بررسی شود .

سپاسگزاری

از آقایان دکتر همیام، مسئول مرکز بیوتکنولوژی کشاورزی منطقه مرکزی کشـور، دکتر لتیباری، دکتر حسـین زاده ، دکتر کارگرفرد و مهندس شـیخ الملوکی دوست و همکار عزیزم و مهندس دانشور مسئول واحد جنگل و صنوبر مرکز تحقیقات منابع طبیعی استان اصفهان و همچنین سایر همکاران در مرکز تحقیقات که من را در این راه تشویق نموده‌اند ،کمال تشکر را دارم.

پاورقی ها

1-Blackboard
2-Waferboard
3-Particleboard
4-Modules of Rupture
5-White spurce

منابع مورد استفاده

۱ -ابراهیمی، قنبر . ۱۳۶۷؛ مقاومت‌های مکانیکی چوب . انتشـارات دانشگاه تهران ، ۶۸۶ صفحه

۲ -ابراهیمـی، ق ، ۱۳۶۸؛ کتاب مقاومت‌های مکانیکی چوب و عناصر آن و تحلیل تاب اوراق لایه‌ای چوب. انتشارات دانشگاه تهران،۲۰۰ صفحه

۳ -پارسـا پژوه ، داوود . ۱۳۶۳؛ تکنولوژی چوب . انتشـارات دانشگاه تهران ، ۴۰۰ صفحه

۴ -خادمی‌اسـلامی، حبیـب الله . ۱۳۶۹ . بررسـی عوامـل مهم تولیـد بر خواص کاربردی تخته خرده چوب حاصل از سرشـاخه‌های باغی و چوب صنوبر. پایان نامهٔ کارشناسی ارشد ، دانشگاه تهران ، ۱۳۰ صفحه

۵ -دوست حسینی ، کاظم . ۱۳۶۵؛ پدیدهٔ چسبندگی طبیعی مواد لیگنوسلولزی ، مجلهٔ منابع طبیعی دانشکدهٔ منابع طبیعی تهران ، شمارهٔ ۴۲ : ص ۷۱-۶۳

۶ -روشـنی ، علی . ۱۳۶۸؛ بررسـی اسـتفاده از گونه تاغ و گونه صنوبر در ساخت تخته خرده چوب . پایان‌نامهٔ کارشناسی ارشد ، دانشگاه تهران ، ۱۲۰ صفحه

7- Din . 1980 ., Standards methods of evaluating the properties of wood base fiber and particle board pannel materials . Germany society for testing and materials . Norm . D . 1037 – 78.

8 - Moslemi, AA, 1974., particleboard. Volume 1: Materials. Volume 2: technology.

9-Tabarsa, T and Y.H. Chui.,2000. Wood behavior in transvery compression . Part 1:Apparatus and preliminary results. Wood and fiber science. No. 32 (2): 144-152

10-Tabarsa, T and Y.H . Chui. 2000., Wood behavior in transvery compression. Part2: Effect of species and loading direction. Wood and fiber science. No. 33 (2): 223-232

Archive of SID
www.SID.ir