فصلنامهٔ علمی – پژوهشی تحقیقات علوم چوب و کاغذ ایران
جلد ۲۸، شمارهٔ ۳، صفحهٔ ۵۹۶-۵۸۳، (۱۳۹۲)

بررسی ویژگی‌های چوب سیمان تهیه شده از پسماندهای کشاورزی

فرداد گلبابائی[۱*]، حسین حسینخانی[۲]، رضا حاجی حسنی[۳] و آرش رشنو[٤]

۱*- نویسنده مسئول، عضو هیئت علمی، کارشناس ارشد، بخش تحقیقات علوم چوب و فرآورده‌های آن، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، تهران، پست‌الکترونیک: golbabaei@rifr.ir

۲- عضو هیئت علمی، کارشناس ارشد، بخش تحقیقات علوم چوب و فرآورده‌های آن، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، تهران

۳- دانشجوی دکترا، بخش تحقیقات علوم چوب و فرآورده‌های آن، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، تهران

٤- کارشناس ارشد، صنایع چوب و کاغذ، دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج

تاریخ دریافت: اسفند ۱۳۹۱ تاریخ پذیرش: مرداد ۱۳۹۲

چکیده

هدف اصلی از تولید پانل‌های چوب سیمان یا فرآورده‌های کامپوزیت با اتصال معدنی، ترکیب ذرات آلی مانند چوب و مواد لیگنوسلولزی با اتصال دهنده‌های معدنی از قبیل سیمان، گچ و غیره است. فرآورده‌های چوب سیمان که امروزه در بیشتر کشورهای جهان تولید می‌گردد دارای خواص کاربردی مطلوبی مانند مقاومت به عوامل جوی، آتش و عوامل بیولوژیک و سبکی وزن در مقایسه با سایر مصالح ساختمانی بوده و از پایداری ابعاد بالایی برخوردار است. علاوه بر تولید پانل‌های مسطح در پرسه‌ای معمولی، با استفاده از قالب‌های مناسب می‌توان محصولات دیگری از قبیل بلوک‌های سیمانی، آجر و قطعات فرم‌دار را نیز تولید نمود. امروزه پانل‌های چوب سیمان که به صورت صفحات بزرگی تولید می‌شوند، در حد وسیعی در احداث واحدهای مسکونی و تجاری مورد استفاده قرار می‌گیرند. توسعه فناوری پانل‌های چوب‌سیمان در هر منطقه، به مواد اولیه مورد نیاز آن یعنی چوب یا مواد لیگنوسلولزی و سیمان مربوط می‌شود. در این تحقیق با توجه به مواد موجود هر منطقه به‌عنوان فاکتور متغیر (نوع ماده اولیه لیگنوسلولزی (ضایعات کشاورزی همانند کلش برنج، کاه‌گندم، ساقه چوبی پنبه از استان‌های گیلان، مازندران و گلستان)) و مقدار ماده افزودنی (همانند کلرید کلسیم ($Cacl_2$) تخته‌هایی با شرایط ساخت یکسان (ضخامت تخته، فشار پرس) تولید شده و ویژگی مقاومت به خمش استاتیک، مدول‌الاستیسیته و مقاومت به خمش در حد الاستیک اندازه‌گیری و نتایج بدست‌آمده با استفاده از نرم‌افزار MSTATC و طرح آماری فاکتوریل در قالب کاملاً تصادفی مورد تحلیل آماری قرار گرفتند. در نتیجه پانل‌های ساخته شده از نظر مقاومت مکانیکی در حداکثر بار، تخته سیمان تهیه شده از صنوبر به‌عنوان شاهد (٤/٤١٤٦ مگاپاسکال) بیشترین مقدار و ساقه‌پنبه (۲/٤٦۳ مگاپاسکال)، کاه‌گندم (۱/٦۷۷٦ مگاپاسکال) و کلش‌برنج (۰/۸٦۲۲ مگاپاسکال) به‌ترتیب در مرتبه‌های پایین‌تری قرار گرفته‌اند. البته نتایج کامل این تحقیق نشان‌دهنده این است که می‌توان از ضایعات کشاورزی در زمین‌های کشاورزی با رعایت نسبت‌های مناسب، به‌عنوان ماده اولیه برای ساخت دیوار و انباری استفاده نمود.

واژه‌های کلیدی: چوب سیمان، مواد لیگنوسلولزی، اتصال معدنی، کامپوزیت، ساقه پنبه، کاه گندم، کلش برنج.

Archive of SID

www.SID.ir

مقدمه

هدف اصلی از تولید پانل‌های چوب سیمان یا فرآورده‌های کامپوزیت با اتصال معدنی، ترکیب ذرات آلی مانند چوب و مواد لیگنوسلولزی با اتصال دهنده‌های معدنی از قبیل سیمان، گچ و غیره است. فرآورده‌های چوب سیمان که امروزه در بیشتر کشورهای جهان تولید می‌گردد دارای خواص کاربردی مطلوبی مانند مقاومت به عوامل جوی، آتش و عوامل بیولوژیک و سبکی وزن در مقایسه با سایر مصالح ساختمانی بوده و از پایداری ابعاد بالایی برخوردار هستند. علاوه بر تولید پانل‌های مسطح در پرس‌های معمولی، با استفاده از قالب‌های مناسب می‌توان محصولات دیگری از قبیل بلوک‌های سیمانی، آجر و قطعات فرم‌دار را نیز تولید نمود. امروزه پانل‌های چوب‌سیمان که به صورت صفحات بزرگی تولید می‌گردند، در حد وسیعی در احداث واحدهای مسکونی و تجاری مورد استفاده قرار می‌گیرند. در زمینه استفاده از ضایعات کشاورزی در ساخت چوب‌سیمان تحقیقات وسیعی صورت گرفته که در زیر به تعدادی از آنها اشاره می‌گردد.

آموسی و همکاران (۱۳۸۵) در بررسی امکان استفاده از کامپوزیت‌های سبک چوب – سیمان در مقاوم‌سازی ساختمان‌ها در برابر سوانح طبیعی به این نتیجه رسیدند که کامپوزیت‌های تهیه شده دارای مقاومت‌هایی در حد مطلوب می‌باشند که علت این مسئله به علت ایجاد هیدراتاسیون سیمان با چوب و احاطه شدن کامل الیاف با اتصالات کریستالی سیمان و ایجاد استحکام بیشتر در این کامپوزیت‌ها می‌باشد، به همین دلیل مناسب برای کاربرد ساختمان‌ها به‌ویژه برای پوشش‌های خارجی هستند.

رنگ‌آور (۱۹۹٤) در یک تحقیق از گونه‌های جنگلی راش، ممرز و توسکا در ساخت پانل‌های چوب – سیمان و تأثیر شستشوی خرده‌چوب‌ها بر گیرایی سیمان پرتلند و اتصالات آن به این نتیجه رسید که شستشوی خرده چوب‌ها با کاهش مواد استخراجی چوب، هیدراتاسیون و گیرایی سیمان را تحت تأثیر قرار داده و گرمای هیدراتاسیون سیمان را افزایش داده و با ایجاد اتصالات قوی‌تر، مقاومت‌های خمشی و کششی عمود بر سطح (چسبندگی داخلی) پانل‌های چوب ـ سیمان را بهبود می‌بخشد.

طبرسا و همکاران (۱۳۸۷) در یک تحقیق بررسی خواص فیزیکی و مکانیکی تخته خرده چوب سیمان ساخته شده از تراورس بازیافتی راه آهن را مورد بررسی قرار دادند، در این بررسی شش تیمار که شامل تأثیر دو سطح درجه حرارت (۲۵ و ٦۰ درجه سانتی‌گراد) و سه سطح ماده افزودنی کلرید کلسیم (۳، ۵ و ۷ درصد وزن خشک سیمان) به‌عنوان جفت‌کننده‌ی سیمان بر خواص صفحات چوب سیمان بود، مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که تخته‌های ساخته شده در تیمارهای مختلف دارای اختلاف معنی‌داری در سطح اطمینان ۹۵ درصد می‌باشند. با توجه به تیمارهای مختلف، تخته‌های ساخته شده در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد و ۷ درصد ماده‌ی افزودنی کلریدکلسیم، مقاومت‌های مکانیکی بالاتر و جذب آب و واکشیدگی ضخامتی کمتر نسبت به تخته‌های ساخته شده در دمای ٦۰ درجه سانتی‌گراد و ماده‌ی افزودنی۳ درصد کلریدکلسیم داشتند.

دوست‌حسینی و یزدی (۱۳۷۵) نتایج حاصل از بررسی اثر چهار نوع ماده افزودنی شامل کلریدکلسیم، آب‌شیشه، سولفات‌آلومینیوم و سولفات‌آهن بر خواص کاربردی پانل‌های سیمانی ساخته‌شده از چوب صنوبر نشان داد که خواص کاربردی تخته‌هایی که در ساخت آنها از کلریدکلسیم به‌عنوان کاتالیزور استفاده شده نسبت به سایر

Archive of SID

www.SID.ir

تخته‌ها بهبود قابل‌توجهی یافته است. از طرف دیگر افزایش مقدار ماده افزودنی از ۳ به ۵ درصد، کیفیت و خواص کاربردی این پانل‌ها را بهبود بخشیده است.

ولی‌زاده (۲۰۰۲) الیاف بازیافتی را در ۳ سطح ۱۰،۲۰ و۳۰ درصد بر اساس وزن تخته مورد استفاده قرار داد. این محقق به این نتیجه رسید که بهترین درصد اختلاط الیاف به سیمان ۱۰ به ۹۰ می‌باشد.

یزدی (۱۳۷۲) تأثیر مواد افزودنی بر خواص کاربردی صفحات چوب – سیمان را مورد مطالعه قرارداده است، نامبرده از گونه صنوبر به‌عنوان ماده چوبی استفاده کرده و با افزودن ۵٪ ماده افزودنی، به نتایج بسیار مناسبی در خواص مکانیکی دست یافته است.

Esneralda و همکاران (۲۰۰٤) ٦ گونه اکالیپتوس و دو پایه گونه (Hevea brasiliensis) و تأثیر ماده افزودنی کلریدکلسیم را در تولید تخته‌های چوب سیمان مورد بررسی قرار دادند. مخلوط ۵۰ درصد از هر کدام از گونه‌های اکالیپتوس با ۲۵ درصد از هر یک از پایه‌های (H.brasiliensis) و افزودن کلرید کلسیم سبب بروز ویژگی‌های قابل قبولی بر اساس استانداردهای ۹٦– ASTM D۱۰۳۷ (خواص فیزیکی و مکانیکی) و ۸۱– ASTM D۲۰۱۷ (دوام طبیعی) شد.

Wei (۲۰۰۳) رفتار هیدراتاسیون و مقاومت فشاری تخته الیاف سیمان را مورد بررسی قرارداد، نتایج بررسی او نشان داد که الیاف اثر منفی زیادی بر روی هیدراتاسیون سیمان دارند و مقاومت فشاری تخته‌ها را به شدت پایین می‌آورند. همچنین دریافت که بدون افزودن مواد شیمیایی مناسب نباید انتظار داشت که نتیجه مطلوب بدست آید.

Asasutjarit (۲۰۰۷) تلاش‌هایی برای بهره‌گیری از الیاف غلاف نارگیل جهت تولید تخته‌های سبک سیمانی نمود. پس از گذشت ۲۸ روز، ویژگی‌های فیزیکی و مکانیکی و حرارتی تخته‌ها اندازه‌گیری شد. نتایج این تحقیق بیانگر این مطلب بود که جوشاندن و شستن الیاف بهترین پیش تیمار بوده و خواص مثبتی بر ویژگی‌های مکانیکی الیاف غلاف نارگیل داشته است.

Sandermann (۱۹٦٤) در تحقیقی عنوان نمود زمانی که آب به سیمان اضافه می‌شود طی واکنش‌های هیدراتاسیون، حرارت تولید می‌شود. در مراحل اولیه هیدراتاسیون، دی و تری‌سیلیکات‌کلسیم به ژل $Ca_3Si_2O_7.3H_2O$ و هیدروکسیدکلسیم [$Ca(OH)_2$] تبدیل می‌شوند. هنگامی‌که آب و چوب به سیمان افزوده می‌شوند pH مخلوط چوب و سیمان تقریباً تا ۱۲/۵ افزایش می‌یابد که تجزیه و انحلال اجزای تشکیل‌دهنده چوب به‌ویژه کربوهیدرات‌های با وزن مولکولی پایین و مواد استخراجی درون چوب را امکان‌پذیر می‌کند. این ترکیبات مانع گیرایی و هیدراتاسیون سیمان شده و باعث کاهش مقاومت در کامپوزیت‌های چوب–سیمان می‌شوند.

Fuwape (۲۰۰۷) به منظور بهبود خواص کاربردی صفحات چوب– سیمان و افزایش سازگاری مواد لیگنوسلولزی با سیمان پرتلند مطالعات گسترده‌ای انجام داده است. در یک بررسی خواص تخته‌های چوب–سیمان سه لایه ساخته شده از کاغذ باطله و خاک اره مطالعه شده است. بر اساس نتایج بدست‌آمده مدول‌گسیختگی و مدول‌الاستیسیته با افزایش دانسیته تخته‌ها افزایش می‌یابد، اما با افزایش نسبت سیمان به خرده‌چوب مدول‌گسیختگی کاهش می‌یابد. البته جذب آب و واکشیدگی‌ضخامت نیز با افزایش دانسیته تخته و نسبت سیمان به خرده‌چوب کاهش می‌یابد.

Archive of SID

www.SID.ir

Karada (۲۰۱۰) در تحقیقی خواص تخته‌های چوب‌سیمان ساخته شده از ضایعات لیگنوسلولزی ازجمله ساقه‌برنج، ساقه‌گندم، نارگیل، پوسته‌فندوق، باگاس، ضایعاتMDF و صنایع مبلمان را بررسی کرد. نتایج او نشان داد که این ضایعات می‌توانند در ساخت فراورده‌های سیمانی به‌کار روند ولی استفاده از آنها به پیش‌تیمار یا تسریع‌کننده‌های شیمیایی نیاز دارد.

Wen (۲۰۰٦) بر اساس نتایج حاصل از بررسی خواص مکانیکی تخته خرده چوب-گچ تقویت‌شده با نانوسیلیس، افزودن ۳ درصد نانوسیلیس برای بهبود مدول‌گسیختگی و مدل‌الاستیسیته تخته‌ها در ۳۰ یا ٤۰ درجه سانتی‌گراد را بهترین مقدار می‌داند. همچنین این مقدار برای بهبود مقاومت چسبندگی‌داخلی تخته‌ها در $30^{\circ}c$ و مقدار ۵ درصد نانوسیلیس در $40^{\circ}c$ بهترین مقادیر بودند.

Lee (۱۹۹۳) در بررسی تخته‌های اکسلسیور- سیمان از چوب عنبر سائل، چوب لاله و کاج جنوبی، عنوان داشته از مخلوط گونه‌ها با سیمان پرتلند نوع ۳ که سریع سخت و مقاوم می‌شود و مقایسه مقاومت‌های آنها تخته ساخته شده از مخلوط عنبر سائل دارای مقاومت بالاتری بوده است.

مواد و روشها

در این بررسی از ضایعات کشاورزی همانند کلش برنج، کاه گندم و ساقه چوبی پنبه از استان‌های گیلان، مازندران و گلستان نمونه‌برداری شده و خصوصیات شیمیایی آنها که به لحاظ اتصال با سیمان دارای اهمیت بوده مورد بررسی قرار گرفته است. در این تحقیق سیمان مورد نیاز از نوع سیمان پرتلند-۲ کارخانه آبیک قزوین استفاده شد. در این تحقیق در ساخت چوب سیمان جهت خنثی نمودن اثر موادی که گیرایی سیمان را کاهش می‌دهند و همچنین برای سرعت بخشیدن به گیرایی آن از ماده افزودنی کلرید کلسیم (Cacl2) استفاده شده است، این مواد باعث تأخیر تشکیل یک محیط قلیایی در پیرامون ذرات لیگنوسلولزی می‌گردد که این تأخیر باعث تبدیل مواد قندی به اسید ساخارین شده که سبب درگیر شدن سیمان خواهد شد. با توجه به استانداردهای موجود و سابقه تحقیقات در این زمینه نسبت سیمان ـ چوب ـ آب به‌ترتیب برابر ٥٤-۲۰- ۲٦ درصد انتخاب شده است. ابتدا رطوبت مواد لیگنوسلولزی اندازه‌گیری شده و بعد میزان دقیق آب مورد نیاز محاسبه گردید و مواد افزودنی به صورت درصد وزن خشک سیمان اندازه‌گیری و به آب افزوده شد و در مرحله بعد مواد لیگنوسلولزی با آب مخلوط شده، سپس سیمان به آن افزوده شد و مدت ۵ دقیقه مخلوط هم زده شده و بعد در یک قالب مخصوص به‌صورت یکنواخت و یک لایه فرم داده شد و بعد با پرس آزمایشگاهی به مدت ۵ دقیقه با فشار حدود ٤۳ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع فشرده شده و به مدت ۲۰ ساعت تحت فشار قید قرار گرفت تا اینکه تخته به سختی اولیه برسد؛ در مرحله بعدی نمونه از قالب خارج و در شرایط کلیماتیزه به منظور کاهش سرعت خشک‌شدن، مدت ٤ هفته در این شرایط قرار داده شد. در این تحقیق از هر شرایط تعداد ٤ تخته ساخته خواهد شد. بعد از ساختن چوب ـ سیمان‌های مورد نیاز با مواد لیگنوسلولزی (شامل کاه‌گندم، کلش‌برنج، ساقه چوبی‌پنبه و چوب صنوبر به‌عنوان نمونه شاهد) بنابر استاندارد Bs 5669:part 4:1989 نمونه آزمونی تهیه و مقاومت‌های آنها اندازه‌گیری و نتایج با استفاده از نرم‌افزار MSTATC و

Archive of SID

www.SID.ir

طرح آماری فاکتوریل در قالب کاملاً تصادفی مورد مقایسه قرار گرفتند. در این تحقیق با توجه بـه فاکتورهـای متغیـر مورد مطالعه (نـوع مـاده اولیـه لیگنوسـلولزی (ضـایعات کشاورزی همانند کلش برنج، کاه گندم و ساقه چوبی پنبـه از استان‌های گیلان، مازندران و گلستان) و به‌عنوان شـاهد از چوب صنوبر و مقـدار مـاده افزودنـی (کلریـد کلسـیم (Cacl2))، تخته‌های تولید شده با شرایط سـاخت یکسـان (ضخامت تخته و فشار پرس) مورد ارزیابی قرار گرفتند.

طرح آماری

برای تجزیـه و تحلیـل نتـایج حاصـل از انـدازه‌گیـری مکانیکی، تخته چوب ـ سیمان‌های سـاخته شـده از طـرح آماری به صورت آزمون فاکتوریـل در قالـب طـرح کـاملاً تصادفی استفاده گردید. به‌طوری‌که تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از روش تجزیه واریانس انجام شد.

نتایج

جدول ۱- ترکیبات شیمیایی گونه‌های مورد آزمایش

ردیف	منبع	سلولز	هولوسلولز	لیگنین	خاکستر	سلیس
۱	ساقه پنبه	٤٥/٥	٧٥/٦	١٨/٢	٢/٥٢	٠/٤٨
٢	کاه گندم	٥٢/١	٧٧/٠	١٨/١	٧/٠٤	٥/٤٣
٣	کلش برنج	٤٨/٢	٧٠/٩	١٧/٢	١٦/٦	١٤/٩

- Ahmet Tutus, Ahmet Cenk Ezici and Saim Ates, 2010

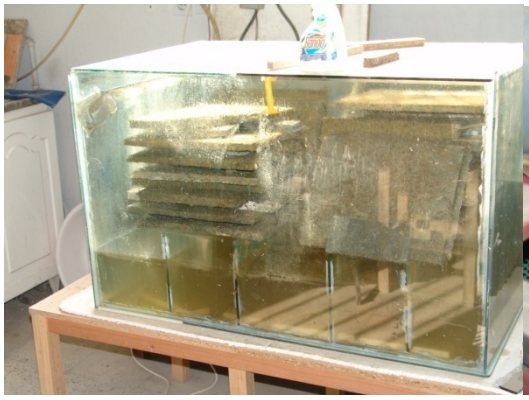
جدول ۲- ترکیبات شیمیایی کاه گندم

ردیف	منبع	سلولز	هولوسلولز	لیگنین	خاکستر	سلیس
١	Ali et al. (1991)Pakstan	٣٣/٧	٥٨/٥	١٦-١٧	٧/٥-٨/٥	٤/٥-٥/٥
٢	Aronovsky et al. (1948) Illinois	-	٣٤/٨	٢٣/٠	٩/٩٩	٦/٣
٣	Misra (1987) Denmark	٤١/٦	٧٢/٩	٢٠/٥	٣/٧	٢/٠

Archive of SID

www.SID.ir

شکل ۱- الک برقی اتوماتیک سایزبندی



شکل۲- اتاقک شیشه‌ای اشباع

شکل۳- مقطع ضخامت تخته چوب سیمان ساخته شده

شکل ٤- نمونه‌های چوب سیمان ساخته شده و به ابعاد مناسب بریده شده

جدول ۳- خواص خمشی چوب سیمان از صنوبر

ردیف	تغییر طول حد الاستیک mm.	بار حد الاستیک KN	تنش حد الاستیک MPa	تغییر طول حداکثر بار mm.	بار حداکثر KN	تنش حداکثر MPa	مدول الاستیسته MPa
۱	۰/۳۹۸۸	۰/۰۵۱۲	۱/۹۱۱	۱/٤۳۱	۰/۱۲۹٦	٤/۸۳۸	۵۳۳۸
۲	۰/٤۹۳۳	۰/۰۵۲۵	۱/۹٦۱	۱/۰۰۳	۰/۰۷۹۹	۲/۹۸۳	۵۰۲۸
۳	۰/۵٦۰۹	۰/۰۷۷۰	۲/۸۷٦	۱/۱٤۹	۰/۱۱٦۷	٤/۳۵٦	٤۷۳۲
٤	۰/۷۷۸۱	۰/۱۰۷۲	٤/۰۰۱	۱/۳۵۷	۰/۱٤۹۱	۵/۵٦٦	٤٦٤٤
۵	۰/۸۱۲۰	۰/۰۹۵۲	۳/۵۵۵	۱/۱٦٤	۰/۱۱٦۰	٤/۳۳۰	۳۹۳۵
میانگین	**۰/٦۰۸٦**	**۰/۰۷٦٦**	**۲/۸٦۱**	**۱/۲۲۱**	**۰/۱۱۸۲**	**٤/٤۱٤٦**	**٤۷۳۵/٤**
حداکثر	۰/۸۱۲	۰/۱۰۷۲	٤/۰۰۱	۱/٤۳۱	۰/۱٤۹۱	۵/۵٦٦	۵۳۳۸
حداقل	۰/۳۹۹	۰/۰۵۱۲	۱/۹۱۱	۱/۰۰۳	۰/۰۷۹۹	۲/۹۸۳	۳۹۳۵
انحراف از معیار	۰/۱۸۰	۰/۰۲۵۰	۰/۹۳۵	۰/۱۷۲	۰/۰۲۵	۰/۹٤٤	۵۲۳/۸٦

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ٤- خواص خمشی چوب سیمان از ساقه پنبه

ردیف	تغییر طول حد الاستیک mm.	بار حد الاستیک KN	تنش حد الاستیک MPa	تغییر طول حداکثر بار mm.	بار حداکثر KN	تنش حداکثر MPa	مدول الاستیسته MPa
۱	۰/۷۱۰۳	۰/۰٤۱۲	۱/۵۳۸	۱/۵٤۳	۰/۰٦۳۵	۲/۳۷۱	۱۸۹۵
۲	۰/۲۷۸۰	۰/۰۳۳٤	۱/۲٤٦۰	۱/۰۲۹	۰/۰٦۵۸	۲/٤۵٦	۳۱۰٤
۳	۰/۳۹۰٦	۰/۰٤۸۹	۱/۸۲۷	۰/۷٦۳	۰/۰۷۳۸	۲/۷۵٤	۳۵۲۱
٤	۰/٦۰٤۷	۰/۰٤۸۷	۱/۸۲۰	۰/۸۷۱	۰/۰٦۲۸	۲/۳٤۳	۲۸۳۷
۵	۰/٤۳۸۰	۰/۰٤٤۲	۱/٦۵۱	۰/۷۰۷	۰/۰٦٤۰	۲/۳۹۱	۳۳۸٦
میانگین	**۰/٤۸٤۳**	**۰/۰٤۳۳**	**۱/٦۱٦٤**	**۰/۹۸۳**	**۰/۰٦۵۹**	**۲/٤٦۳**	**۲۹٤۸/٦**
حداکثر	۰/۷۱۰۳	۰/۰٤۸۹	۱/۸۲۷	۱/۵٤۳	۰/۰۷۳۸	۲/۷۵٤	۳۵۲۱
حداقل	۰/۲۷۸	۰/۰۳۳٤	۱/۲٤٦	۰/۷۰۷	۰/۰٦۲۸	۲/۳٤۳	۱۸۹۵
انحراف از معیار	۰/۱۷۲	۰/۰۰٦	۰/۲۳۹	۰/۳۳٦	۰/۰۰٤	۰/۱٦۷	٦٤۵

جدول ۵- خواص خمشی چوب سیمان از کاه گندم

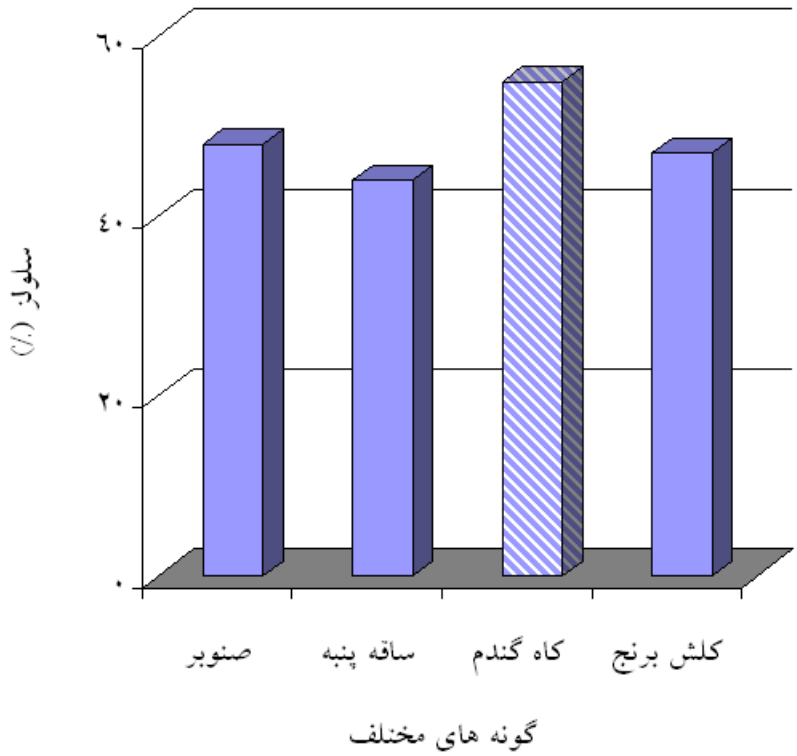
ردیف	تغییر طول حد الاستیک mm.	بار حد الاستیک KN	تنش حد الاستیک MPa	تغییر طول حداکثر بار mm.	بار حداکثر KN	تنش حداکثر MPa	مدول الاستیسته MPa
۱	۰/۲۹٤۰	۰/۰۲۹۵	۱/۱۰۳۰	۰/۹٤۸٦	۰/۰٤۸۸	۱/۸۲۳	۲۹۰۰
۲	۰/۰۸٦۰	۰/۰۱٤٤	۰/۵۳۹٤	۰/۵۷۳٦	۰/۰۳۲۳	۱/۲۰۸	۳۳۸٦
۳	۰/٤۱٦۱	۰/۰۳۵۷	۱/۳۳۲۰	۰/۹۰۰۵	۰/۰۵۳۲	۱/۹۸۷	۲٤۱۸
٤	۰/٤٤۷۷	۰/۰٤۲۸	۱/٦۰۰	۰/٦۵۹۷	۰/۰٤۹۵	۱/۸٤۸	۲۵۵۲
۵	۰/۰٦۲۷	۰/۰۲٤٦	۰/۹۱۹۷	۰/٦۱۵۵	۰/۰٤۰۸	۱/۵۲۲	۲٦۵۲
میانگین	**۰/۲٦۱**	**۰/۰۲۹٤**	**۱/۰۹۸۸**	**۰/۷۳۹۷**	**۰/۰٤٤۹**	**۱/٦۷۷٦**	**۲۷۸۱/٦**
حداکثر	۰/٤٤۷۷	۰/۰٤۵۸	۱/٦	۰/۹٤۹	۰/۰۵۳۲	۱/۹۸۷	۳۳۸٦
حداقل	۰/۰٦۲۷	۰/۰۱٤٤	۰/۵۳۹٤	۰/۵۷۳٦	۰/۰۳۲۳	۱/۲۰۸	۲٤۱۸
انحراف از معیار	۰/۱۸۰	۰/۰۱۰	۰/٤۰۳	۰/۱۷۲	۰/۰۰۸	۰/۳۱۲	۳۸۱/۱۲

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ٦- خواص خمشی چوب سیمان از کلش برنج

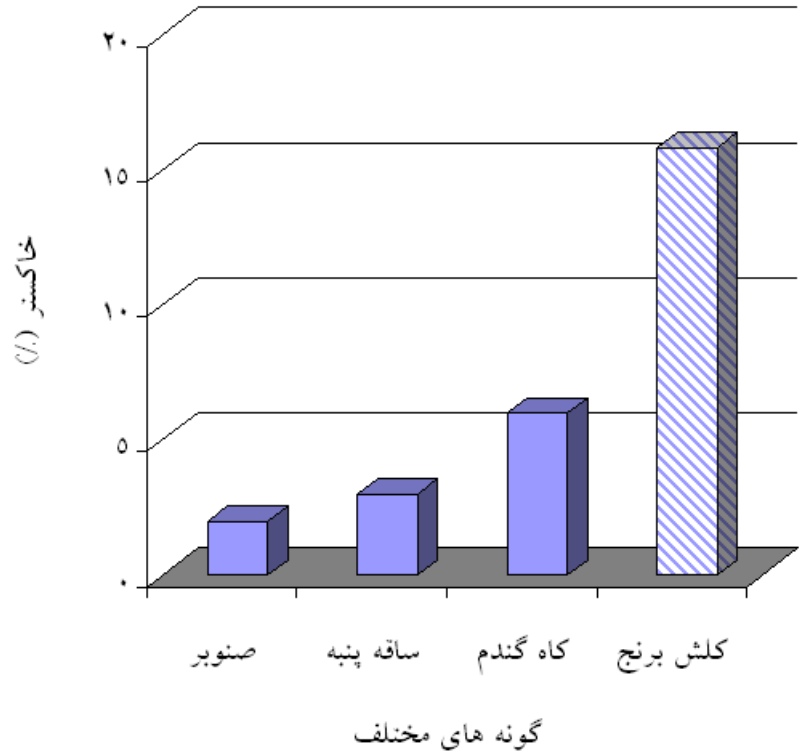
ردیف	تغییر طول حد الاستیک mm.	بار حد الاستیک KN	تنش حد الاستیک MPa	تغییر طول حداکثر بار mm.	بار حداکثر KN	تنش حداکثر MPa	مدول الاستیسته MPa
۱	۰/۱٦۵۱	۰/۰۱۲۱	۰/٤۵۳۲	۰/۵۳۷۷	۰/۰۵۱۹	۰/۸۱۷۳	٤۱۱۲
۲	۰/٤۳۱۷	۰/۰۱۳۸	۰/۵۱٦٤	۱/٤۰۲	۰/۰۲۷۰	۱/۰۰٦	۱۲۹۹
۳	۰/۱۹۷۷	۰/۰۱٦۲	۰/٦۰۳۲	۰/۸۳۳۰	۰/۰۳۱۸	۱/۱۸۹	۲۷۵۲
٤	۰/۳٦۹۱	۰/۰۲۰۰	۰/۷٤۵۲	۰/٦٤۲۷	۰/۰۲۵۰	۰/٦۳٤۵	۲۸۵۵
۵	۰/۱۹۷۹	۰/۰۱۱	۰/٤۱۱۸	۰/٦۹۳٦	۰/۰۱۷۸	۰/٦٦٤۲	۱۷۹۲
میانگین	**۰/۲۷۲۳**	**۰/۰۱٤٦**	**۰/۵٤٦۰**	**۰/۸۲۱۸**	**۰/۰۳۰۷**	**۰/۸٦۲۲**	**۲۵٦۲**
حداکثر	۰/٤۳۱۷	۰/۰۲	۰/۷٤۵۲	۱/٤۰۲	۰/۰۵۱۹	۱/۱۸۹	٤۱۱۲
حداقل	۰/۱٦۵۱	۰/۰۱۱	۰/٤۱۱۸	۰/۵۳۷۷	۰/۰۱۷۸	۰/٦۳٤۵	۱۲۹۹
انحراف از معیار	۰/۱۱۹	۰/۰۰۳	۰/۱۳۲	۰/۳٤۱	۰/۰۱۲۸	۰/۲۳٤	۱۰۸۵



نمودار ۱- تغییرات درصد سلولز در گونه‌های مورد آزمایش

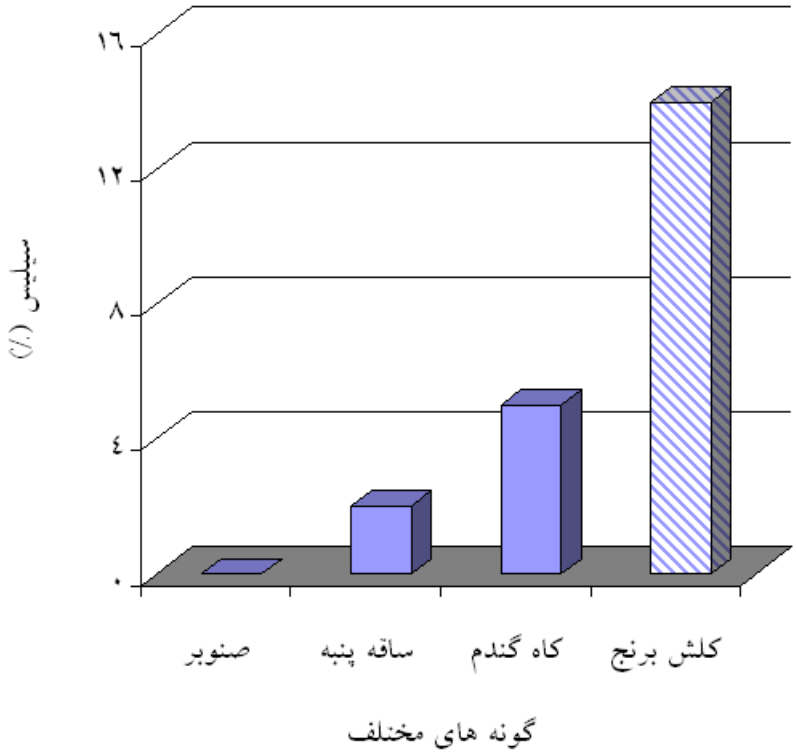
www.SID.ir

نمودار۲- تغییرات درصد لیگنین در گونه‌های مورد آزمایش

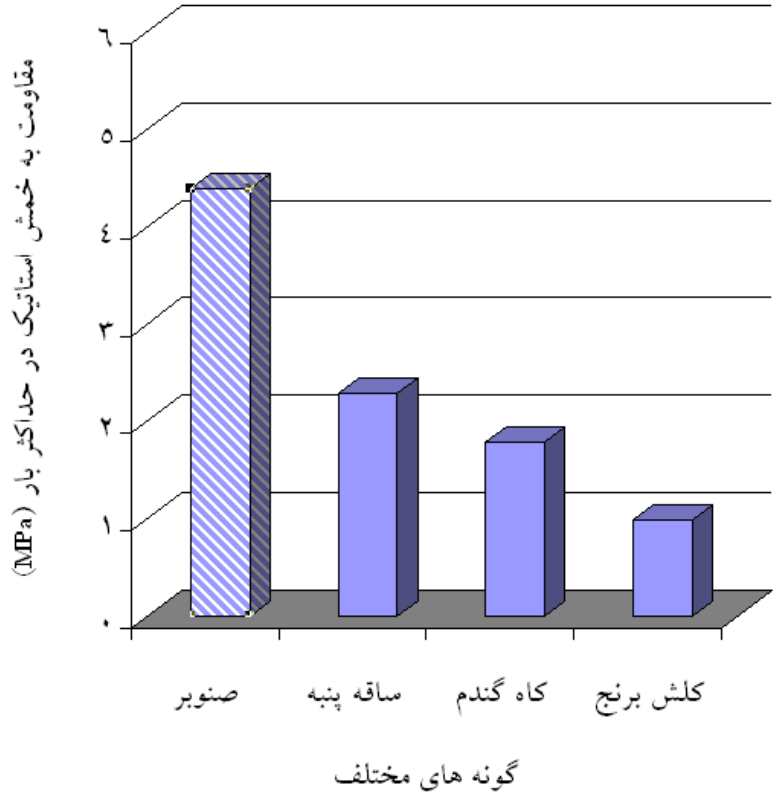


نمودار۳- تغییرات درصد خاکستر در گونه‌های مورد آزمایش

www.SID.ir

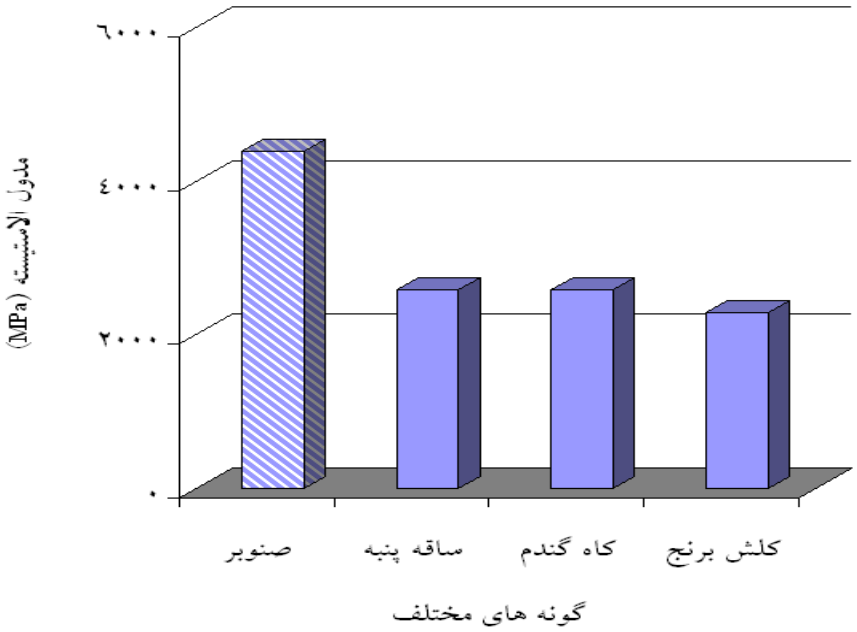


نمودار ٤-تغییرات درصد سیلیس در گونه‌های مورد آزمایش

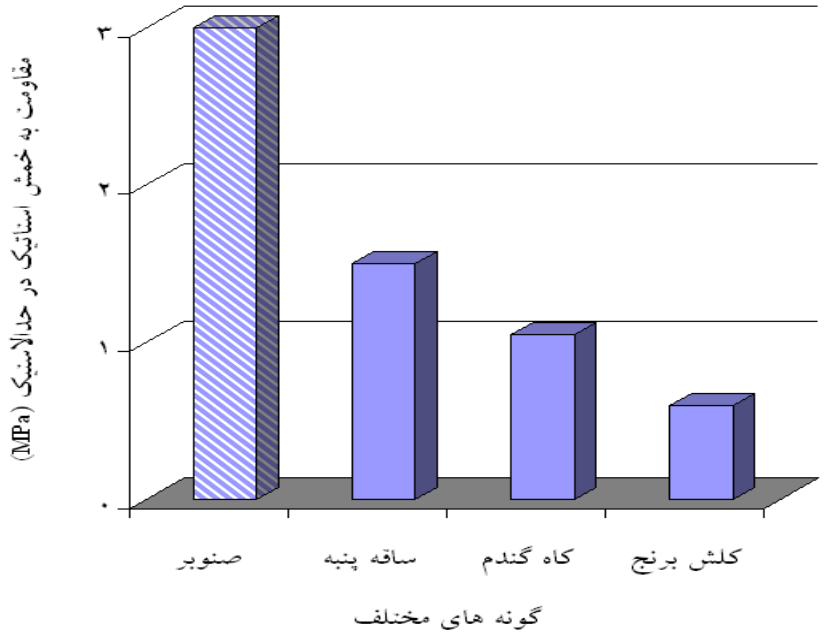


نمودار ٥- مقاومت به خمش استاتیک در حداکثر بار

www.SID.ir



نمودار ٦- مدول‌الاستیسیته



نمودار ۷- مقاومت به خمش در حد الاستیک

بحث

در بررسی گرافها و نتایج بدست‌آمده از این تحقیق، همان طوری که ملاحظه می‌شود از نظر ترکیبات شیمیایی تغییرات زیادی بین این مواد وجود دارد، میزان سلولز، هولوسلولز و لیگنین در بین گونه‌ها تقریباً برابر بوده و از نظر آماری اختلاف معنی‌داری ندارند، اما درصد مواد

www.SID.ir

استخراجی و سیلیس که از عوامل بسیار مهم در گیرایی سیمان هستند در این گونه‌ها (مواد دیگر) با هم اختلاف بسیاری دارند. ساقه پنبه با داشتن درصد خاکستر ۲/۵۲٪ و سیلیس ۰/٤۸٪ کمترین مقدار و کلش برنج با درصد خاکستر ۱٦/٦٪ و سیلیس ۱٤/۹٪ بیشترین مقدار را داشته‌اند (Ahmet Tutus, 2010)؛ و از نظر مقاومت خمشی بعکس بیشترین مقدار را چوب سیمان صنوبر و بعد چوب سیمان ساقه‌پنبه داشته و کمترین مقدار را چوب سیمان کلش برنج دارد و چوب سیمان کاه کندم با ترکیبات خاکستر ۷/۰٤٪ و سیلیس ۵/٤۳٪ (Ahmet Tutus, 2010) از نظر مقاومت در پایین این دو گونه قرار دارد که نمودارها نشان‌دهنده این واقعیت هستند. اما مسئله این است که آیا با این مقاومت‌ها این محصول قابل پیشنهاد به مصرف کننده است یا نه؟ پاسخ سؤال این است که در واقع هدف از اجرای این طرح کمک به کشاورزان برای ساخت یک سازه کوچک در زمین‌های کشاورزی جهت حفظ امنیت نگهبانان وسایل آنها بوده است و اینکه چرا از تیمار کردن خرده‌چوب‌ها استفاده نشده بدلیل ساده‌سازی استفاده از این ضایعات بوده است؛ همان‌طوری که برای بیشتر محققان روشن است در زمین‌های کشاورزی شن و ماسه مناسب برای مخلوط کردن با سیمان وجود ندارد و خواستیم با استفاده از این ضایعات با حداقل هزینه یک سازه کوچک بسازیم که با توجه به مقاومت‌های به‌دست آمده از نظر استفاده از چوب سیمان ساقه‌پنبه مشکل خاصی در استفاده از آن وجود نداشته و قابل پیشنهاد می‌باشد؛ اما در مورد کاه گندم و کلش برنج با توجه به مقاومت‌های کم و قابل پیش‌بینی آنها، باید عنوان نمود که در قسمت‌هایی از سازه که نیاز به مقاومت‌های خمشی زیاد نیست، مثلاً قسمت پارتیشن‌ها استفاده از این محصول بلامانع است و برای قسمت‌هایی که نیاز به مقاومت خمشی بالا است از محصولاتی با مقاومت خمشی بالاتر باید استفاده نمود.

سپاسگزاری

لازم می‌دانم در اجرای این طرح تحقیقاتی از همکاری دست‌اندرکاران بخش تحقیقات سیمان کارخانه آبیک قزوین و محققان بخش تحقیقات علوم چوب و فرآورده‌های آن (از مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور) سپاسگزاری نمایم.

منابع مورد استفاده

- آموسی، ف.، مرادی، ع، و مظفری، ع. ۱۳۸۵، بررسی امکان استفاده از کامپوزیت‌های سبک چوب- سیمان در مقاوم سازی ساختمان‌ها در برابر سوانح طبیعی. دومین کنفرانس بین‌المللی مدیریت جامع بحران در حوادث غیر مترقبه طبیعی
- دوست‌حسینی، ک. و یزدی، م.، ۱۳۷۵، تأثیر مواد افزودی بر کیفیت اتصال سیمان پرتلند با خرده‌چوب صنوبر. مجله منابع طبیعی ایران، ٤۸: ٤۷-۵۸.
- رنگ آور، ح.، ۱۳۷٦، بررسی تأثیر نوع گونه و تیمار خرده چوب بر خواص کاربردی صفحات چوب-سیمان و امکانات استفاده از آن در ایران.
- طبرسا، ت.، آموسی، ف. و خزاعیان، ا.، ۱۳۸۷، بررسی خواص فیزیکی مکانیکی تخته خرده چوب سیمان ساخته شده از تراورس بازیافتی راه آهن، مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی جلد پانزدهم، شماره سوم. ۲۸-۲۱.
- ولی زاده، ا.، ۱۳۸۳، بررسی ساخت پانل‌های الیاف-سیمان با استفاده از کاغذ باطله، پایان نامه کارشناسی ارشد،دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
- Ahmet Tutus, Ahmet Cenk Ezici1 and Saim Ates , 2010. Chemical, morphological and anatomical properties and evaluation of cotton stalks (*Gossypium hirsutum* l.) in pulp industry, Scientific Research and Essays Vol. 5(12), pp. 1553-1560, 18 June, 2010

Archive of SID

www.SID.ir

- Misra, D. K. 1987. Cereal Straw: Chapter VI in Pulp and Paper Manufacture; Secondary Fibers and Non-Wood Fibers, F. Hamilton and B. Leopold, eds. TAPPI, Atlanta, GA
- Mohan, R., R. Prasad, R. Yadav, K. K. Ray, and N. J. Rao, "Pulping Studies of Wheat Straw Using Soda and Soda-Anthraquinone Processes", First International Nonwood Pulping Conference, Bejing, 1988, p. 339.
- Mohamed A. El-Sayed, Taher M. El-Samni, "Physical and Chemical Properties of Rice Straw Ash and Its Effect on the Cement Paste Produced from Different Cement Types" *J. King Saud Univ.*, Vol. 19, *Eng. Sci*. (1), pp. 21-30, Riyadh (1427H./2006)
- Wei, Y M and Tomita, B., 2001. Effects of five additive materials on mechanical and dimensional properties of wood cement-bonded boards. Wood Science, 47: 437-444.
- Wen, L., Yu-he, D., Mei, Z., Ling, X., and Qian, F., 2006. Mechanical properties of nano-sio_2 filled gypsum particleboard. Trans. Nonferrous Metals Society of China 16s. 361-364
- Ali, S. H., S. M. Asghar, A. U. Shabbir, "Neutral Sulphite Pulping of Wheat Straw", 1991
- Department of Forest Industrial Engineering, Faculty of Forestry, KSU, Kahramanmaras-Turkey.
-Tappi Pulping Conference Proceedings, Tappi Press, Atlanta, GA. p.
- Asasutjarit, C.,&. Hirunlabh. J(In Persian). 2007. Development of coconut coir – based lightweight cement board. J Construction and Building Materials
- DIN EN standard, NO. 634, 1995. Cement-bonded particleboards. Specifications- general requirements; German version.
- Esneralda, Y.. Okino. A and Souza, D. 2004. Cement – bonded wood particleboard with a mixture of eucalyptus and Rubberwood cement & concrete composited. 26: 729-734.
- Fuwape, J A., Fabiyi, J S., Osuntuyi, E O., 2007. Technical assessment of three layered cement-bonded boards produced from wastepaper and sawdust. Waste Management, 27: 1611–1616.
- Karada, S R., 2010. Cement bonded composites from lignocellulosic wastes. Construction and Building Materials, 24: 1323-1330.

Archive of SID

www.SID.ir

Investigation on properties of wood-cement panels based on Agricultural residues

Golbabaei, F.[1*], Hosseinkhani, H.[2], Hajihassani, R.[3] and Rashnv, A.[4]

1* - Author, faculty member, M.Sc., Department of Wood Science and its products, Research Institute of Forests and Rangelands, Tehran, Iran, Email: golbabaei@rifr-ac.ir
2 - Faculty member, M.Sc., Department of Wood Science and its products, Research Institute of Forests and Rangelands, Tehran, Iran
3 – Ph.D. student, Department of Wood Science and its Products, Research Institute of Forests and Rangelands, Tehran, Iran
4 – M.Sc., wood and paper industry, Islamic Azad University, Karaj, Iran

Received: Aug., 2012 Accepted: March, 2013

Abstract

The main objective of the production of cement - wood products or mineral-bounded composite panels is to combine the mineral components of lignocellulosic materials such as wood and organic particles with inorganic binders such as cement, plaster, etc. Wood cement products which are presently produced in most countries possess desirable functional properties such as good weather ability, resistance to atmospheric, biological agents and fire and are lighter weight as compared with other building materials, and provides improved dimensional stability. The flat panels using conventional presses can be produced, and also other products such as concrete blocks, bricks and pieces of different forms can be produced using appropriate frames. Large wood cement- based panels are widely used in construction of residential and commercial buildings. In this research, with respect to the availability of lignocellulosic material (agricultural residues such as rice straw, wheat straw, cotton stalk) in various areas (Gilan, Mazandaran and Golestan Provinces)) and the additive material (as calcium chloride), boards with similar structural was produced. Mechanical strength values including static bending strength, modulus of elasticity and elastic bending strength were measured. MSTATC based computer package was used to analyze the data. In terms of the maximum load strength, wood cement board made of poplar wood as the control boards (4.4146 MPa) had the highest mechanical strength followed by cotton stalks (2.463 MPa), wheat straw (1. 6776 MPa) and rice straw (0. 8622 MPa), respectively. In general, the study has indicated the suitability (given the appropriate ratio) of the agricultural residues in construction of wall and warehouse in farmlands.

Key words: Wood cement, lignocellulosic materials, inorganic connections, composite, cotton stalks, wheat straw, rice straw.

Archive of SID

www.SID.ir