

## بررسی ویژگی‌های مکانیکی چندسازه کنف-سیمان

سامان قهری<sup>۱\*</sup>، رضا حاجی حسنی<sup>۲</sup>، کامیار صالحی<sup>۳</sup> و فرداد گلبابایی<sup>۳</sup>

\*- نویسنده مسئول، استادیار، بخش تحقیقات علوم چوب و فراورده‌های آن، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران، پست‌الکترونیک: Sghahri@gmail.com

۲- استادیار، بخش تحقیقات علوم چوب و فراورده‌های آن، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران

۳- کارشناس ارشد، بخش تحقیقات علوم چوب و فراورده‌های آن، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران

تاریخ دریافت: دی ۱۴۰۰ تاریخ پذیرش: اسفند ۱۴۰۰

### چکیده

در این تحقیق برای به دست آوردن بهترین درصد‌های مورد استفاده در ساخت فراورده سیمانی، از مغز کنف و مخلوط مغز و پوست کنف با درصد‌های (۱۰، ۱۵ و ۲۰) چندسازه چوب سیمان ساخته شد. از کلریدکلسیم به‌عنوان تسریع‌کننده و سیمان پرتلند تیپ ۲ برای ساخت چندسازه سیمانی استفاده گردید. کلرید کلسیم و آب باهم مخلوط شدند و بعد ذرات کنف (مغز کنف و مخلوط مغز و پوست کنف) با درصد‌های مختلف به آن اضافه شدند. در مرحله بعد، سیمان به این ترکیب اضافه شد و مواد کاملاً باهم مخلوط و یکنواخت گردیدند. ترکیب آماده شده داخل قالب‌های چوبی ریخته شد و نمونه‌های کنف-سیمان ساخته شدند. نتایج به‌دست آمده از ارزیابی مکانیکی فراورده‌های کنف-سیمان نشان دادند که بیشترین مقاومت خمشی مربوط به نمونه‌های ساخته شده با ۱۰ درصد مخلوط مغز و پوست کنف و بیشترین مدول الاستیسیته نیز مربوط به نمونه‌های ساخته شده با ۱۰ درصد مغز کنف است. نتایج این پژوهش، قابلیت استفاده از ذرات کنف را در تولید فراورده‌های سیمانی نشان می‌دهد.

واژه‌های کلیدی: فراورده‌های سیمانی، مقاومت خمشی، سیمان پرتلند، مواد لیگنوسلولزی

### مقدمه

تولید و استفاده از بتن‌های سبک وزن و میان وزن علاوه بر کاهش بار مرده ساختمان، از نیروی وارد به سازه در اثر شتاب زلزله می‌کاهد و در صورت تخریب، خسارت‌های جانی و مالی را کاهش می‌دهد (Golbabaei et al., 2019). یکی از روش‌های سبک‌سازی بتن استفاده از پرکننده‌های لیگنوسلولزی در ترکیب آن است. با توجه به تولید

فراورده‌های جانبی در فرایند تولید محصولات کشاورزی، این مواد قابلیت خوبی برای استفاده در ساخت نمونه‌های سیمانی دارند. یکی از موادی که قابلیت بالایی برای استفاده در ساخت بتن‌های سبک‌سازی شده دارد، کنف با نام علمی *Hibiscus cannabinus* گیاهی یکساله از تیره پنیرک (*Malvacea*) است (شاخص و همکاران، ۲۰۰۹).



ب (b)

الف (a)

شکل ۱- فلیک‌های مغز کنف (الف) و مخلوط مغز و پوست کنف (ب)

Figure 1. Kenaf core (a) and kenaf core and bark mixture (b) flakes

از این رو یکی از کاربردهای مهم کنف در صنعت خمیر و کاغذ است (Taylor, 2003). طول الیاف مغز کنف به مراتب کمتر از الیاف پوست ( $0/6-0/8$  میلی‌متر) آن است (Ververis *et al.*, 2003). از آنجایی که استفاده صنعتی از کنف تنها محدود به پوست کنف بوده است، در نتیجه مغز که بخش اعظم ساقه را تشکیل می‌دهد به عنوان پسماند، بدون کاربری باقی می‌ماند (Paridah *et al.*, 2009). از این رو تحقیقات متعددی در مورد کاربرد آن در ساخت دیگر محصولات چوبی مانند تخته خرده چوب و MDF انجام شده است. در ارزیابی خواص مهندسی تخته‌های MDF ساخته شده از الیاف مغز و پوست کنف نشان داده شد که تخته‌های ساخته شده از الیاف مغز کنف دارای خواص فیزیکی و مکانیکی مطلوب‌تری هستند؛ به طوری که استفاده از الیاف مغز کنف به ویژه در سطح تخته سبب افزایش قابل توجه خواص مکانیکی خصوصاً مقاومت خمشی شده است (Paridah *et al.*, 2009). در بررسی‌ای که تولید تخته خرده چوب با دانسیته کم با استفاده از مغز کنف و بدون کاربرد عامل اتصال‌دهنده مورد ارزیابی قرار گرفت، نشان داده شد که مغز کنف دارای قابلیت مناسب

تاریخچه کشت این گیاه مربوط به ۴۰۰۰ سال قبل از میلاد مسیح در غرب سودان است (Lemahieu *et al.*, 2003). کنف دارای دو بخش پوست و مغز است و بیشتر در مناطق گرمسیری با آب و هوای معتدل تا ارتفاع ۵-۶ متر رشد می‌کند و در مدت ۶-۸ ماه، تولید بر اساس وزن خشک به ۳۰ تن در هکتار می‌رسد (Webber *et al.*, 2003). بیشترین بخش ساقه کنف قسمت چوبی مغز آن است که حدود ۷۷ درصد مقطع عرضی یا ۶۰ درصد وزنی آن را تشکیل می‌دهد. دانسیته خشک کل ساقه  $0/27$  تا  $0/31$  گرم بر سانتی‌متر مکعب می‌باشد، در حالی که دانسیته بخش چوبی مغز ساقه از  $0/22$  تا  $0/43$  گرم بر سانتی‌متر مکعب در امتداد طول ساقه نوسان دارد (Voulgaridis *et al.*, 2000). در مقایسه با چوب دارای درصد سلولز و لیگنین تقریباً برابر با چوب است ولی همی‌سلولز بالاتری دارد (۴۴-۵۰٪ همی سلولز، ۳۱-۳۳٪ سلولز و ۲۳-۲۷٪ لیگنین) (Okuda *et al.*, 2004). پوست کنف دارای الیاف نسبتاً بلند و با طول ۲ تا ۴ میلی‌متر است و قطر الیاف آن کوچک‌تر از الیاف سوزنی‌برگان می‌باشد و مقاومت کششی بالایی دارد.

تحقیقات نشان می‌دهند که استفاده از مواد لیگنوسلولزی حاصل از ضایعات کشاورزی در صنعت چوب و کاغذ بسیار حائز اهمیت هستند، به طوری که استفاده از این مواد می‌تواند از یکسو باعث ایجاد ارزش افزوده بیشتر و تأمین بخشی از نیازهای صنایع داخلی گردد و از سوی دیگر کاهش فشار بهره‌برداری از منابع جنگلی را به همراه داشته باشد. امروزه تحقیقات ارزشمندی در زمینه تولید و بهینه‌سازی چندسازه‌های سیمانی با پرکننده‌های لیگنوسلولزی انجام شده است (Ghofrani et al., 2020; Shayestehkia et al., 2019; Hasanpoor Tichi et al., 2020). در سال‌های اخیر افزایش بیش از اندازه تقاضا برای فرآورده‌های مرکب چوبی و کاغذ باعث شده است که کشورهای مختلف جهان حتی با دارا بودن پوشش گیاهی و جنگل‌های صنعتی مناسب، به استفاده از مواد لیگنوسلولزی حاصل از کشت درختان و گیاهان تندرشد روی آورند.

در این رابطه گیاه کنف از بازدهی بسیار مناسبی در مواد چوبی و الیاف برخوردار است و در سال‌های اخیر مورد توجه بسیاری از محققان قرار گرفته است و تحقیقاتی نیز در زمینه استفاده از مغز و پوست کنف در تولید فرآورده‌های مرکب چوبی انجام شده‌است. گیاه کنف می‌تواند به‌عنوان یک ماده سلولزی مناسب در بخش صنعت چوب و صنایع نساجی مورد توجه قرار گیرد و کشت آن بخشی از نیازهای داخلی کشور را تأمین کند. از این رو، این بررسی سعی دارد تا با به‌کارگیری مغز کنف و مخلوط مغز و پوست کنف در ساخت فرآورده سیمانی، ضمن تلاش برای معرفی محصول جدید، ارزش این ماده لیگنوسلولزی و قابلیت کاربرد آن را در بخش صنعت نشان دهد.

### مواد و روش‌ها

در این پژوهش نمونه‌های کنف از گونه‌های کاشته شده در خوزستان تهیه شدند. ابتدا کنف‌ها جمع‌آوری و پوست‌کنی و بعد توسط یک خردکن غلطکی به چپس تبدیل گردیدند. در مرحله بعد چپس‌ها توسط پوشال‌کن حلقوی به ذرات فلیک تبدیل شدند. ذرات فلیک توسط خشک‌کن دوار خشک شد، به طوری که رطوبت نهایی خرده‌های کنف (مغز کنف و مخلوط

برای ساخت پانل‌های آکوستیک با دانسیته کم (جاذب صوت) و نیز عایق حرارتی است (Jianying et al., 2003).

Jamaludin و همکاران (۲۰۰۷) امکان ساخت MDF از دو گونه کنف و نخل روغنی (پالم) را بررسی کردند. نتایج آنان نشان داد که از هر دو گونه می‌توان در ساخت این نوع تخته استفاده کرد، ضمن اینکه مقاومت چسبندگی داخلی تخته‌های ساخته شده از کنف بالاتر بودند. Hulya و همکاران (۲۰۰۶) در یک بررسی عوامل مؤثر بر ساخت تخته خرده چوب از کنف شامل شرایط پرس، دانسیته و میزان پوست کنف را ارزیابی کردند. نتایج پژوهش آنان نشان داد که تمامی عوامل ذکر شده به جز فشار پرس بر خواص فیزیکی و مکانیکی تخته خرده چوب حاصل از کنف تأثیر معنی‌داری داشتند. واکنشیدگی ضخامت ۲ ساعت تخته‌های ساخته شده کمی بالا و حدود ۱۰ تا ۲۸ درصد برآورد شد که دلیل آن را آب‌دوست بودن کنف بیان کردند. همچنین میانگین مقاومت خمشی در دامنه ۱۳ تا ۱۷ مگاپاسکال بود.

Sedan (۲۰۰۸) در بررسی مقاومت مکانیکی الیاف شاهدانه تقویت شده با سیمان، بیان کرد با افزودن الیاف تا حد معینی مقاومت خمشی افزایش یافت. از سوی دیگر تیمار قلیایی الیاف باعث بهبود مقاومت خمشی و بهبود چسبندگی شبکه-الیاف شد.

نتایج مطالعات Bilba و همکاران (۲۰۰۳) فرآورده باگاس-سیمان نشان داد که در مقایسه نمونه‌های کنترل با نمونه‌های حاوی الیاف، اندازه ترک‌هایی که در اثر هم‌کشیدگی ناشی از خشک شدن مشاهده شدند باریک‌تر بودند. از سوی دیگر، الیاف باگاس بدون تیمار باعث کاهش دمای هیدراتاسیون و افزایش زمان گیرایی سیمان می‌شوند، اما استفاده از تیمار حرارتی، به علت حذف اثرهای منفی فندهای محلول در آب، همی سلولز و لیگنین، زمان گیرایی سیمان را کاهش می‌دهد. در این رابطه تحقیقات انجام شده نشان داد که باگاس تحت تیمار حرارتی قرار گرفته به دلیل دارا بودن مواد قندی و همی سلولز کمتر نسبت به باگاس خام، در ایجاد اتصال با سیمان، دمای هیدراتاسیون کمتری را نیاز دارد که نتایج این تحقیق را مورد تأیید قرار می‌دهد (Bilba et al., 2003).

ساخت آنها، مطابق با استاندارد DIN آلمان به شماره ۶۸۷۶۳ انجام گردید. تهیه نمونه‌های آزمونی نیز با استفاده از یک دستگاه اره گرد نجاری انجام شد.

### نتایج

ویژگی‌های مکانیکی چندسازه کنف-سیمان

خواص خمشی چندسازه کنف-سیمان

جدول ۱ خواص خمشی چندسازه کنف-سیمان در رابطه با مؤلفه‌های نیرو-جابجایی را نشان می‌دهد. نتایج نشان می‌دهند که در حد الاستیک با افزایش نسبت استفاده از مغز کنف از ۱۰ تا ۲۰ درصد در ترکیب چندسازه سیمانی، مقادیر نیرو و افزایش و تغییر طول الاستیک کاهش می‌یابند؛ اما مقادیر نیروی حداکثر و تغییر طول حداکثر با افزایش نسبت استفاده از مغز کنف افزایش نشان می‌دهند. همچنین روند تقریباً مشابهی برای چندسازه‌های سیمانی ساخته شده از مخلوط مغز و پوست کنف مشاهده می‌گردد.

مغز و پوست کنف) به حدود ۱ درصد رسید. در این تحقیق برای ساخت تخته‌های کنف-سیمان از قالب چوبی و پرس سرد استفاده شد. در ادامه، کلرید کلسیم (۳ درصد وزن خشک سیمان) و آب باهم مخلوط شدند و بعد ذرات کنف (مغز کنف و مخلوط مغز و پوست کنف) با درصدهای مختلف به آنها اضافه شدند. در مرحله بعد سیمان به این ترکیب اضافه شد و کاملاً باهم مخلوط و یکنواخت گردید. پس از مخلوط شدن کامل مواد و اطمینان از مجتمع نشدن ذرات، مخلوط در داخل قالب چوبی ریخته شده و پس از پخش شدن آن به صورت یکسان توسط یک صفحه چوبی پیش‌پرس شده و تحت پرس سرد قرار گرفتند. پس از طی مدت ۱۲ ساعت از زمان پرس، تخته‌های ساخته شده از زیر پرس سرد خارج و به مدت ۲۸ روز آب‌دهی شدند تا مقاومت نهایی آنها ایجاد گردد. بعد از این مدت تخته‌ها به ابعاد اسمی ۲۰×۲۰×۷ سانتی‌متر مکعب در شرایطی با دمای ثابت قرار داده شدند تا کاملاً خشک شوند. از هر تیمار سه تکرار در نظر گرفته شد. کلیه اندازه‌گیری‌های خواص مکانیکی تخته‌ها بعد از گذشت ۲۸ روز از زمان

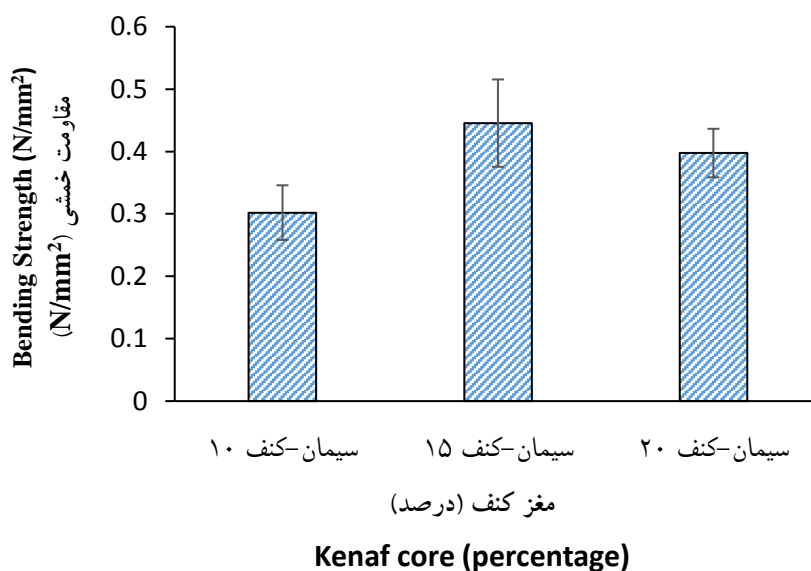
جدول ۱- ویژگی‌های خمشی چندسازه‌های کنف-سیمان

Table 1. Bending properties of kenaf-cement composites

کنف-سیمان Kenaf-cement	نیروی الاستیک (نیوتن) Elastic force (N)	تغییر طول الاستیک (میلی‌متر) Elastic displacement (mm)	نیروی حداکثر (نیوتن) Maximum force (N)	تغییر طول حداکثر (میلی‌متر) Maximum displacement (mm)
۱۰ درصد مغز کنف-سیمان 10% kenaf core-cement	266.57	0.45	414.43	0.70
۱۵ درصد مغز کنف-سیمان 15% kenaf core-cement	239.74	0.68	611.19	1.18
۲۰ درصد مغز کنف-سیمان 20% kenaf core-cement	135.02	0.61	545.12	2.48
۱۰ درصد مغز و پوست کنف-سیمان 10% kenaf core and bark-cement	410.54	0.63	1370.23	2.03
۱۵ درصد مغز و پوست کنف-سیمان 15% kenaf core and bark-cement	106.446	0.41	286.77	1.09
۲۰ درصد مغز و پوست کنف-سیمان 20% kenaf core and bark-cement	111.22	0.60	379.38	1.41

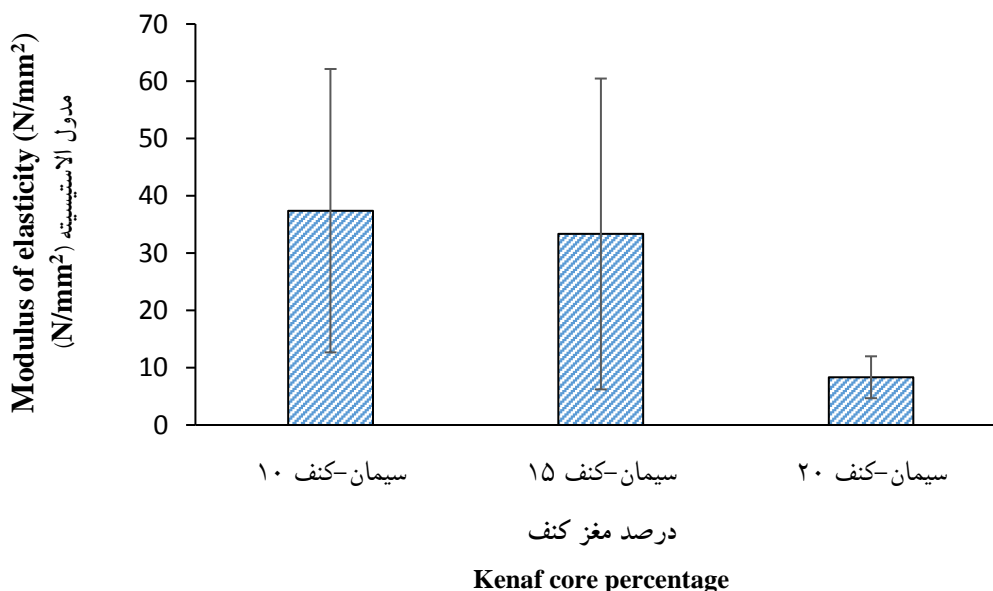
همان طور که مشاهده می گردد با افزایش نسبت مغز کنف از ۱۰ درصد به ۱۵ و ۲۰ درصد مقادیر مقاومت خمشی نمونه ها به طور جزئی افزایش می یابد ولی با افزایش نسبت مغز کنف در چندسازه سیمانی، از مقدار مدول الاستیسیته کاسته می شود.

ویژگی های مقاومت خمشی و مدول الاستیسیته چندسازه مغز کنف-سیمان شکل های ۲ و ۳ مقاومت خمشی و مدول الاستیسیته نمونه های سیمانی ساخته شده با مغز کنف را نشان می دهند.



شکل ۲- مقاومت خمشی چندسازه مغز کنف-سیمان

Figure 2. Bending strength of kenaf core –cement composite

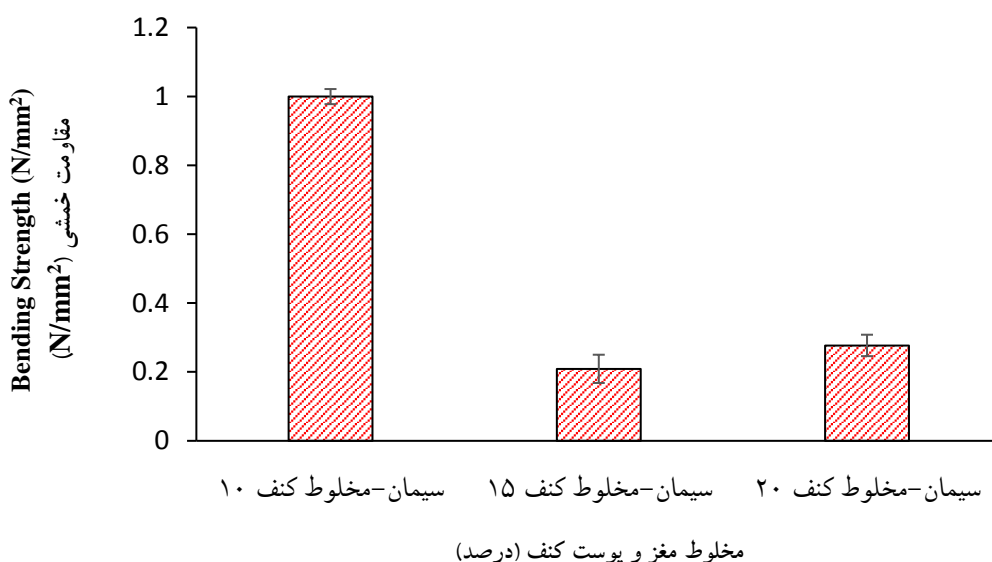


شکل ۳- مدول الاستیسیته چندسازه مغز کنف-سیمان

Figure 3. Modulus of elasticity of kenaf core –cement composite

را نشان می‌دهند. نتایج نشان دادند که با افزایش نسبت استفاده از مخلوط مغز و پوست کنف در ترکیب فرآورده سیمانی، مقادیر مقاومت خمشی و مدول الاستیسیته کاهش می‌یابند.

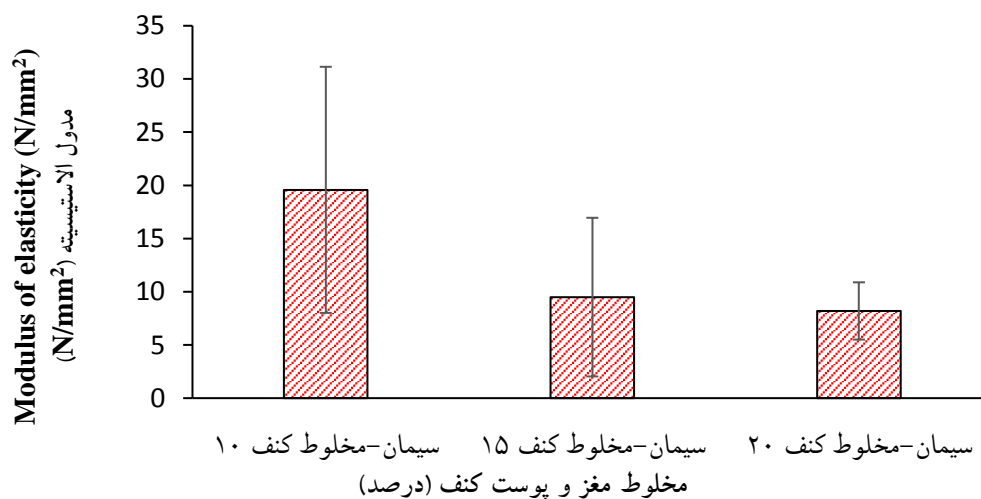
ویژگی‌های مقاومت خمشی و مدول الاستیسیته چندسازه مخلوط مغز و پوست کنف-سیمان شکل‌های ۴ و ۵ و مقاومت خمشی و مدول الاستیسیته نمونه‌های سیمانی ساخته شده با مخلوط مغز و پوست کنف



Kenaf core and bark mixture (percentage)

شکل ۴- مقاومت خمشی چندسازه مخلوط مغز و پوست کنف-سیمان

Figure 4. Bending strength of kenaf core and bark mixture –cement composite



Kenaf core and bark mixture (percentage)

شکل ۵- مدول الاستیسیته چندسازه مخلوط مغز و پوست کنف-سیمان

Figure 5. Modulus of elasticity of kenaf core and bark mixture –cement composite

مقاومت در برابر عوامل مخرب بیولوژیک، سبکی، مقاومت در برابر تغییرات جوی، عایق صوت بودن، سبک تر بودن در مقایسه با سایر مصالح ساختمانی مانند آجر و بتون و صفحات سیمانی دیگر مانند آزیست-سیمان، از دانسیته کمتری برخوردار است. ولی این نوع فراورده‌ها در کشور ما به دلیل عدم شناخت از خصوصیات آن کاربرد محدودتری دارد. نتایج این پژوهش نشان داد که می‌توان از قابلیت بالای کف در تولید محصولات جدید سیمانی استفاده کرد.

### منابع مورد استفاده

- Bilba, K., Arsene, M.A. and Ouensanga, A., 2003, sugar cane bagasse fiber reinforced cement composites. Part I. Influence of the botanical components of bagasse on the setting of bagasse/cement composite. *Cement and Concrete composites*, 25: 91-96.
- Golbabaie F., Salehi K. and Hajihassani R., 2019. The use of bagasse in the manufacture of reinforced composite reinforced cement-fiber. *Iranian Journal of Wood and Paper Science Research*, 34: 302-311.
- Ghofrani, M. and Fazeli, A., 2020, 'Effect of density and industrial wood particles to cement ratio on mechanical and physical properties of wood cement composites, *Iranian Journal of Wood and Paper Science Research*, 35: 362-375.
- Hasanpoor tichi, A., Golbabaie, F., Ghasemi, H. and Rezanezhad, M., 2019, 'Effect of nano gel wollastonite on physical, mechanical and morphological properties of bagasse-cement composites, *Iranian Journal of Wood and Paper Science Research*, 34: 397-408.
- Hulya, K. and Gokay, N., 2006. Producing composite particle board from kenaf (*Hibiscus Canabinus L.*) stalks. *Industrial crops and products*, volume 24, issue 2, September, pages 177-180.
- Jamaludin, M., Nodin, K. and Ahmad, M., 2007. The bending strength of medium density fiberboard from different ratios of kenaf and oil palm empty fruit bunches admixture for light weight construction. *Key Engineering materials journal*. Vol. 334: pp. 77-80.
- Jianying, X., Guang, P.H., Wong, E. D. and Kawai, S., 2003. Development of binderless particle board from kenaf core using steam-injection pressing. *J Wood Sci*. 49:327-332.
- Lemahieu, P.J., Oplinger, E.S. and Putnam, D.H., 2003. Kenaf In Alternative Field. <http://www.corn.wisc.edu/FISC/Alternatives/Kenaf.htm>. Crops Manual. Viewed

از مقایسه شکل‌های ۲ تا ۵ نیز مشاهده می‌گردد که استفاده از ۱۰ درصد مخلوط مغز و پوست کف در مقایسه با مغز کف در تولید فراورده سیمانی مقادیر مقاومت‌های خمشی بالاتری ایجاد می‌گردد. همچنین مقایسه شکل‌ها نشان می‌دهد که فراورده ۱۰ درصد مغز کف-سیمان از بالاترین مدول الاستیسیته برخوردار است.

### بحث

در این تحقیق هدف اصلی از افزودن الیاف مغز و پوست کف به سیمان، تولید محصول سبک‌تر با مقاومت‌های بالاتر بود. در بررسی نتایج به دست آمده از این تحقیق، مشاهده شد که در بین فراورده‌های تولید شده نمونه‌های تهیه شده با ۱۰ درصد مخلوط مغز و پوست از سایر نمونه‌ها مقاومت خمشی بالاتری داشتند. همچنین نمونه‌های ساخته شده با ۱۰ درصد مغز کف نیز بالاترین مدول الاستیسیته را نشان دادند. بالا بودن مقاومت خمشی در نمونه‌های ساخته شده با ۱۰ درصد مخلوط مغز و پوست کف در مقایسه با نمونه‌های ساخته شده با مغز کف نیز می‌تواند ناشی از ضریب کشیدگی بالاتر ذرات پوست نسبت به ذرات مغز کف باشد. کاهش مقاومت‌های فراورده سیمانی با افزایش مواد لیگنوسلولزی نیز ناشی از کاهش دانسیته محصول در نتیجه دانسیته پایین‌تر پرکننده لیگنوسلولزی است. همچنین افزایش میزان پرکننده لیگنوسلولزی نیز می‌تواند موجب تغییر در دمای هیدراتاسیون و اشکال در گیرایی سیمان گردد که این عوامل از دلایل افت مقاومت‌ها در فراورده‌های سیمانی هستند (Golbabaie et al., 2019). در کل نمونه‌های کف سیمان تهیه شده در این پژوهش از استحکام مکانیکی بالایی برخوردار نیستند اما میزان تحمل بار دلیل بر نامناسب بودن محصول نیست و نوع کاربرد فراورده مرغوب بودن کالا را تعیین می‌کند.

### نتیجه‌گیری

با جایگزینی ضایعات موجود در کشور و استفاده از آنها به‌جای چوب می‌توان هزینه تولید را کاهش داد. با توجه به خصوصیات کاربردی الیاف لیگنوسلولزی-سیمان، مانند

- using Cellulose Nanocrystal as wood cement Composite admixture on strength of physical and Mechanical poroperties of wood cement board, Iranian Journal of Wood and Paper Science Research, 35: 271-282.
- Taylor, C.S., 2003. Kenaf. <http://www.hort.purdue.edu/newcrop/Crop Factsheets/Kenaf.Htm>
- Ververis, C., Georghios, K., Chistodoulakis, N. and Santos, R., 2003. Fiber, dimension, lignin and cellulose content of various plant materials and their suitability for paper production, Athens G.R., 1(1):57-84.
- Voulgaridis, E., Passiallis, C. and Grigorious, A., 2000. Anatomical Characteristic and Properties of Kenaf Steams (*Hibiscus cannabinus*). IAWA Journal. Vol 21(4): 435-442.
- Webber, C.L., Bhardwaj, H.L. and Bledsoe, V.K., 2002. Kenaf production: fiber, feed, and seed. In Janick, J. and Whip key, A(eds). Trends in New Crops and New Uses. ASHS Press. Alexandria, VA. pp. 327-339.
- September.
- Okuda, N. and Sato, M., 2004; Manufacture and mechanical properties of binderless boards from kenaf core. Journal of wood science. Vol. 50: pp. 53 – 66.
- Paridah, MT., Hafizah, AW. and Azmi, I., 2009. Banding properties and preformance of multi-layerd kenaf board. Journal of tropical forest science. Vol. 21(2): pp. 122 -133.
- Sedan, D., Pagnoux, C., Smith, A. and Chotard, T., 2008 Mechanical properties of hemp fibre reinforced cement: Influence of the fibre/matrix interaction. Journal of the European Ceramic Society, 28: 183-192.
- Shakhes, J., Dehghani Firouzabadi, M., Pahlavani, M.H. and Zeinali, E., 2009. Effect of genotype and harvest time on relative perameter to yield in kenaf. Electronic Journal of crop production. Vol. 2(1): pp. 91-103.
- Shayestehkia, M., Khademi Eslam, H., Baziyar, B., Rangavar, H. and Taghiyari, H., 2020, 'Effects of



## Study on mechanical properties of Kenaf-Cement composite

S. Ghahri <sup>1\*</sup>, R. Hajihassani <sup>2</sup>, K. Salehi <sup>3</sup> and F. Golbabaei<sup>3</sup>

1\*-Corresponding author, Assistant Prof., Wood and Forest Products Science Research division, Research Institute of Forests and Rangelands, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran, Email: [Sghahri@gmail.com](mailto:Sghahri@gmail.com)

2-Assistant Prof., Wood and Forest Products Science Research division, Research Institute of Forests and Rangelands, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran

3-M.Sc., Wood and Forest Products Science Research division, Research Institute of Forests and Rangelands, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran

Received: Jan., 2022

Accepted: March, 2022

### Abstract

In this study, the mechanical properties of kenaf cement composite were investigated using different amounts of kenaf particles (mixture of kenaf core and bark and kenaf core particles). Kenaf-cement composites were manufactured at different levels (10, 15 and 20%) of different kenaf particles. Also, Portland cement and calcium chloride (as cement accelerating additive) were used in this research. Calcium chloride and water were mixed well and then kenaf particles were added to the mixture. At next stage, cement was added to the prepared mixture and all component were mixed well. Prepared mixture was molded to the wooden mold and kenaf cement composites were produced. The results obtained from mechanical evaluation of kenaf-cement composites showed the highest bending strength in 10% kenaf bark-cement composites. Also results revealed that highest modulus of elasticity of 10% kenaf core-cement products were obtained. The results of this research revealed the potential of kenaf particles as reinforcement in cement composite production.

**Keywords:** Cement-based products, bending strength, Portland cement, lignocellulosic materials.