DOI: http://dx.doi.org/10.22092/ijwpr.2015.11309

فصلنامهٔ علمی – پژوهشی تحقیقات علوم چوب و کاغذ ایران

جلد ۳۰، شماره ۱، صفحه ۷۱-۶۰، (۱۳۹۴)

تولید تخته چوب گچ تقویت‌شده با فیبر ضایعات هرس نخل (*Phoenix dactylifera L*)

حسین حسین‌خانی

– عضو هیئت‌علمی، بخش تحقیقات علوم چوب و فراورده‌های آن، مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، تهران

پست الکترونیک: hhosseinkhani@yahoo.com

تاریخ دریافت: مرداد ۱۳۹۳ تاریخ پذیرش: آذر ۱۳۹۳

چکیده

در این تحقیق خصوصیات فیزیکی چوب ضایعات هرس نخل بر اساس دستورالعمل‌های استاندارد ASTM :D-2395 انجام شد. همچنین خصوصیات شیمیایی آن با استفاده از استانداردهای مندرج در آیین‌نامه‌های TAPPI و ASTM مورد بررسی قرار گرفت. سپس تخته گچ (Gypsum board) با استفاده از ضایعات هرس نخل (خرده چوب و فیبر به‌عنوان تقویت‌کننده) و گچ (Gypsum) به نسبت ۷۵:۲۵ به‌عنوان ماده اولیه بکار گرفته شد و تخته‌ها با استفاده از فیبر به‌عنوان تقویت‌کننده و خرده چوب (ضایعات هرس نخل) و به نسبت ۱۰۰:۰، ۹۵:۵، ۹۰:۱۰، ۸۵:۱۵ و ۸۰:۲۰ در مقیاس آزمایشگاهی ساخته و ویژگی‌های مکانیکی و فیزیکی تخته‌ها از قبیل مدول‌گسیختگی، مدول‌الاستیسیته، چسبندگی داخلی، واکشیدگی ضخامتی و درصد جذب آب بر اساس استاندارد Japanese Industrial Standard - R9111 مورد آزمایش قرار گرفتند. بر اساس نتایج به‌دست‌آمده، تخته خرده چوب گچ دارای واکشیدگی ضخامتی، جذب آب بالا و ویژگی‌های مکانیکی کمتری نسبت به تخته چوب گچ تقویت‌شده با فیبر ضایعات هرس نخل است و با افزایش میزان مصرف فیبر کلیه ویژگی‌های فیزیکی و مکانیکی تخته‌ها بهبود می‌یابند. نتایج این تحقیق حکایت از رضایت‌بخش بودن اثر فیبر ضایعات هرس نخل (*Phoenix dactylifera L*) و به‌ویژه نقش آن به‌عنوان تقویت‌کننده بر روی خواص مکانیکی و فیزیکی یک محصول صنعتی (تخته چوب گچ) دارد.

واژه‌های کلیدی: تخته گچ، ضایعات هرس نخل، خواص شیمیایی، ویژگی‌های فیزیکی و مکانیکی

مقدمه

خرما از مهمترین گونه‌های خانواده پالماسه (Palmaceae) بوده و به جنس فینیکس (Phoenix) متعلق است. در این خانواده نزدیک به ۲۰۰ جنس و ۴۰۰۰ گونه وجود دارد (روحانی، ۱۳۶۷) که اغلب در مناطق گرم و مرطوب می‌رویند. نارگیل و نخل‌های روغنی و تزئینی در زمره این خانواده به‌حساب می‌آیند. تقسیم‌بندی نخل از نظر گیاه‌شناسی بشرح جدول ۱ است. برای برداشت خرما، محصول درخت نخل (*Phoenix dectylifera*) با کیفیت مناسب، نخل‌ها باید همه ساله هرس شوند. ضایعات حاصل از هرس هر نخل به‌طور متوسط در حدود ۱۷-۳۴ کیلو است که با احتساب ۲۰ تا ۲۷ میلیون تنه نخل موجود در کشور و با احتساب ضریب اطمینان، حداقل ۲۰۰ هزار تن ماده لیگنوسلولزی همه ساله در کشور قابل دسترس است که متأسفانه در حال حاضر استفاده صنعتی از این ضایعات (مواد) وجود ندارد. ذکر این نکته ضروریست که قیمت این

ماده (ضایعات هرس نخل) از قیمت ماده اولیه متداول (چوب) مورد استفاده در صنایع چوب بسیار پائین‌تر بوده و از جنبه اقتصادی بسیار مناسب‌تر است (Hosseinkhani, et al., 2008).

جدول ۱- تقسیم‌بندی گیاه‌شناسی نخل

- Group:	Spadiciflora
- Order:	Palmea
- Family:	Palmaceae
- Sub-family:	Coryphyoideae
- Tribe:	Phoeniceae
- Genus:	Phoenix
- Species:	Dactylifera L.

تولید انواع فراورده‌های مرکب چوبی از مواد چوبی و لیگنوسلولزی امکان‌پذیر بوده، اما کیفیت محصول تولیدی باید به‌دقت و بر اساس استانداردهای بین‌المللی مورد ارزیابی قرار گیرد (Hosseinkhani, 2013).

تخته گچ یکی از محصولات فراورده مرکب چوبی است که چوب‌های خارج از رده و یا ضایعاتی و همچنین پسماندهای کشاورزی به همراه گچ ($CaSO_4$) برای تولید تخته با مصارف ویژه استفاده می‌گردد. تولید این نوع تخته دارای مزایایی بشرح زیر است:

- تخته دوستدار طبیعت به لحاظ عدم تصعید فرمالدهید
- کند سوز بودن تخته به لحاظ استفاده از گچ به‌عنوان اتصال‌دهنده ذرات در مقابل آتش مستقیم تا ۲ ساعت
- قابلیت ابزارخوری بهتر این تخته نسبت به دیگر تخته‌های متعارف
- مقاوم در برابر زلزله
- کاهش وزن کلی ساختمان بر روی فونداسیون و سازه
- نصب سریع و آسان بر خلاف سیستم‌های سنتی (بنایی)
- قابلیت رنگ‌آمیزی بلافاصله پس از نصب
- سهولت دسترسی به تأسیسات
- قابلیت ترمیم و تعویض آسان
- امکان اتصال هرگونه تجهیزات در صورت پیش‌بینی
- تکنولوژی ساده‌تر تولید در مقایسه با دیگر تخته‌های متعارف
- حجم سرمایه‌گذاری کمتر در مقایسه با دیگر تخته‌های متعارف

در برخی موارد در تولید تخته گچ ۰.۰۳ تا ۰.۱۵ درصد اسید بوریک استفاده می‌شود که مزایای استفاده از آن بشرح زیر است:

- عامل کند سوز کننده
- کاهش وزن مخصوص تخته تا حدود ۱۰ درصد
- کاهش معایب (پیچیدگی) تخته
- افزایش مقاومت نگهداری میخ

سابقه تحقیق

Ezzat (۱۹۷۴) در یک بررسی برای تعیین کاربرد صنعتی این ضایعات، میزان سالانه آن را در شمال آفریقا و خاورمیانه در حدود ۱/۵ میلیون تن برآورد کرده است که با توجه به میزان این ضایعات و ارزش اقتصادی آنها و با در نظر داشتن این واقعیت که درختان نخل در مناطقی از دنیا قرار دارند که در این مناطق میزان چوب جنگلی کم است، تحقیقات گسترده‌ای در شناخت و موارد استفاده صنعتی از ضایعات نخل را که در حال حاضر استفاده صنعتی از آنها نمی‌شود، ضروری می‌داند.

Chittenden و همکاران (۱۹۶۹) با استفاده از چوب ساقه نارگیل (نخل روغنی) و ۸٪ رزین اوره- فرمالدهید و ۵٪ تا ۱ درصد پارافین و تراشه‌های با طول ۳۰ میلی‌متر و ضخامت ۰/۶ میلی‌متر تخته خرده چوب ساخته و عنوان می‌کنند که کیفیت تخته‌های ساخته‌شده بالاتر از استاندارد بریتانیا بوده است. Alston (۱۹۷۶) نیز استفاده از چوب نارگیل در تولید تخته خرده چوب را امکان‌پذیر دانسته، ولی تولید تخته چندلا به روش لوله بری را عملی نمی‌داند.

جهان لتیباری و همکاران (۱۳۷۵) در تحقیق خود گزارش کردند که امکان استفاده از ضایعات هرس نخل در تولید تخته خرده چوب امکان‌پذیر است. Mahdavi (۲۰۱۰) با استفاده از ضایعات هرس نخل مبادرت به ساخت کامپوزیت نمود. همچنین Hosseinkhani (۲۰۱۳) مبادرت به ساخت تخته فیبر با دانسیته متوسط از ضایعات نخل در مقیاس نیمه‌صنعتی نمود و تخته‌های ساخته‌شده را بر اساس استانداردهای بین‌المللی مورد ارزیابی قرار داد. نتایج حاصل از تحقیق ایشان، کاملاً رضایت‌بخش بود.

در ارتباط با تخته چوب گچ، Deng و Furuno (۲۰۰۲) در تحقیق خود اثر طول و مقدار الیاف کنف در ساخت تخته چوب گچ را مورد بررسی قرار داده و اثر آنها را بر روی خواص تخته چوب گچ معنی‌دار دانسته‌اند. این محققان در سال ۱۹۹۸ اثر سیمان بر روی تخته چوب گچ و در سال ۲۰۰۱ اثر پلی‌پروپیلن بر روی خواص تخته چوب گچ را مورد بررسی قرار دادند. نتایج تحقیق آنها مؤید آن است که مواد اضافه شده (سیمان و پلی‌پروپیلن) اثر معنی‌داری بر روی خواص تخته چوب گچ دارد. همچنین Lempfer (۱۹۹۰) در مطالعه خود توسعه تولید تخته چوب گچ در اروپا را مورد بررسی قرار داده است.

مواد و روش‌ها

در این بررسی نمونه‌برداری از ضایعات هرس نخل از استان خوزستان انجام و چون برای ساخت تخته گچ از ذرات خرده چوب و فیبر استفاده شد، از این رو آماده‌سازی خرده چوب‌ها و الیاف بشرح زیر انجام گردید.

تهیه خرده چوب

در این بررسی پس از حمل ضایعات هرس نخل از استان خوزستان به آزمایشگاه، با استفاده از یک خردکن غلتکی آزمایشگاهی از نوع Pallmann X 430 - 120PHT به قطعات کوچک‌تر تبدیل و بعد با استفاده از یک آسیاب حلقوی (Ring Flaker) آزمایشگاهی از نوع Pallmann PZ8 به خرده چوب قابل استفاده در ساخت تخته تبدیل شدند. سپس خرده چوب‌های مناسب ساخت تخته در کیسه‌های مقاوم و عایق رطوبت بسته‌بندی گردید.

آماده‌سازی الیاف

ضایعات هرس نخل از استان خوزستان تهیه و پس از حمل به آزمایشگاه، با استفاده از یک خردکن غلتکی آزمایشگاهی از نوع Pallmann X 430 - 120PHT، تبدیل به چیپس شدند. آنگاه چیپس‌ها در شرایط زیر (جدول شماره ۲) در Fraunhofer Wilhelm-Klauditz-Institut Holzforschung کشور آلمان پالایش و تبدیل به الیاف شدند. الیاف پالایش‌شده پس از خشک شدن (رطوبت حدود ۳ درصد)، در کیسه‌های پلاستیکی مقاوم به نفوذ رطوبت، بسته‌بندی و برای ساخت تخته نگهداری شدند.

جدول ۲- شرایط پخت ضایعات هرس نخل

دور در دقیقه (1/min)	۳۰۰۰
فشار (bar)	۳/۲
درجه حرارت (°C)	۱۳۵
زمان بخاردهی (دقیقه)	۵
ورود مواد (1/min)	۱۲/۷
فاصله صفحات ریفاینر (mm)	۰/۲

ساخت تخته‌های آزمایشگاهی

مواد به نسبت ۰/۲۵ (مواد لیگنوسلولزی به گچ) و عمل مخلوط‌سازی آب و مواد اولیه (مواد لیگنوسلولزی و گچ) به نسبت ۰/۳۵ و با اضافه کردن اسیدسیتریک ($C_6H_8O_7$) توسط دستگاه به همزن برقی انجام گردید. به‌منظور تشکیل کیک (Mat) از یک قالب چوبی با ابعاد ۴۰×۴۰ سانتی‌متر استفاده شد و کیک به‌وسیله ترازوی آزمایشگاهی توزین و به‌صورت یکنواخت در داخل قالب ریخته شد.

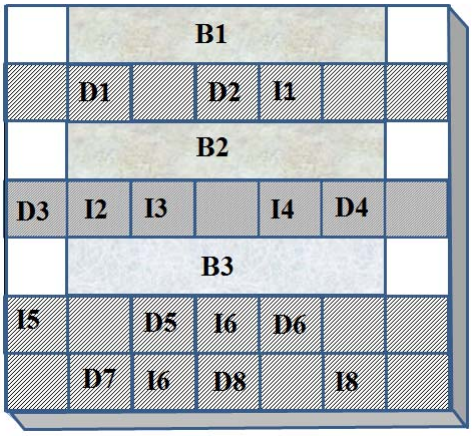
پس از تشکیل کیک (Mat)، با استفاده از یک پرس سرد آزمایشگاهی اقدام به فشردن کیک (Mat) و ساخت تخته گچ آزمایشگاهی گردید. در این بررسی نسبت مواد لیگنوسلولزی (خرده‌چوب به فیبر به‌ترتیب ۱۰۰:۰، ۹۵:۵،

۱۰:۹۰، ۱۵:۸۵ و ۲۰:۸۰) را به‌عنوان متغیر در نظر گرفته و در مجموع ۱۵ تخته آزمایشگاهی ساخته شد. دیگر عوامل ساخت شامل موارد زیر ثابت در نظر گرفته شد:

- نسبت مواد لیگنوسلولزی به گچ ۰/۲۵
- زمان مخلوط‌سازی مواد اولیه لیگنوسلولزی ۲ دقیقه
- ضخامت تخته‌ها (۱۰ میلی‌متر)
- فشار پرس ۳ MPa
- زمان پرس سرد (۴ ساعت)
- دانسیته تخته ۱۲۰۰ کیلوگرم بر مترمکعب

بعد از پایان مرحله پرس (۴ ساعت)، به‌منظور مشروط‌سازی و یکنواخت‌سازی رطوبت تخته‌ها و همچنین متعادل‌سازی تنش‌های داخلی، تخته‌های ساخته‌شده در یک خشک‌کن تا رسیدن به رطوبت دلخواه (۲–۳ درصد) نگهداری گردیدند.

تهیه نمونه‌های آزمونی برای تعیین ویژگی‌های فیزیکی و مکانیکی تخته‌ها با استفاده از یک دستگاه اره گرد انجام شد. تخته‌ها ابتدا کناره‌بری شده و بعد مطابق الگوی برش (شکل ۱)، نمونه‌های تعیین مقاومت‌خمشی (MOR) و مدول‌الاستیسیته (MOE)، مقاومت‌چسبندگی داخلی (IB) و واکشیدگی ضخامت بعد از ۲ و ۲۴ ساعت غوطه‌وری در آب ($T.S_{۲}$ و $T.S_{۲۴}$) تهیه شدند (جدول ۳).



شکل ۱– الگوی برش نمونه‌های آزمونی برای اندازه‌گیری خواص فیزیکی و مکانیکی تخته‌ها

(B1- B3، خمش استاتیک، D1-D8 دانسیته، واکشیدگی ضخامتی و جذب آب و I1-I8 چسبندگی داخلی)

جدول ۳– ابعاد و تعداد نمونه‌های آزمونی در هر تکرار و تیمار

نوع آزمایش	ابعاد (mm)			تعداد نمونه در هر تکرار	تعداد نمونه در هر تیمار
	طول	عرض	ضخامت		
مقاومت‌خمشی (MOR) و مدول‌الاستیسیته (MOE)	۲۵۰	۵۰	۱۰	۳	۹
مقاومت‌چسبندگی داخلی (IB)	۵۰	۵۰	۱۰	۸	۲۴
واکشیدگی ضخامتی (T.S) و جذب آب (W.A)	۵۰	۵۰	۱۰	۸	۲۴

اندازه‌گیری مقاومت‌خمشی (MOR)

برای انجام این آزمایش و دیگر آزمایش‌های مکانیکی از ماشین Zwick/Roell - T1 FR010TH A50 استفاده و مدول‌گسیختگی (MOR) هر نمونه با استفاده از روابط زیر محاسبه گردید.

$$MOR = \frac{3P.L}{2bd^{2}}$$

MOR= مدول گسیختگی (MPa)

B= عرض نمونه (mm) D= ضخامت نمونه (mm)

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

اندازه‌گیری مدول‌الاستیسیته (MOE)

با استفاده از فرمول زیر (MOE) محاسبه گردید.

$$MOE = \frac{P_2 - P_1}{D_2 - D_2} * \frac{L^3}{4bd^3}$$

P2= بار حد الاستیک (N)
P1= بار در نقطه دلخواه (N)
D2= تغییر مکان حد الاستیک (mm)
D1= تغییر مکان در نقطه دلخواه (mm)

اندازه‌گیری چسبندگی داخلی

همچنین با استفاده از روابط زیر میزان چسبندگی داخلی نمونه‌ها محاسبه شد.

$$IB = \frac{P}{A}$$

IB: چسبندگی داخلی (Mpa)
P: بار گسیختگی (N)
A: سطح نمونه (mm^2)

آزمایش اندازه‌گیری جذب آب و واکشیدگی ضخامتی

بعد از ۲ و ۲۴ ساعت غوطه‌وری نمونه‌ها در آب، آزمایش‌های فوق مطابق با استاندارد انجام و میزان واکشیدگی ضخامتی نمونه‌ها با استفاده از روابط زیر محاسبه گردید.

$$TS_2 = \frac{T2-T0}{To}\times 100 \quad TS_{24} = \frac{T24-T0}{To}\times 100$$

TS2= درصد واکشیدگی ضخامت پس از ۲ ساعت غوطه‌وری در آب
TS24= درصد واکشیدگی ضخامت پس از ۲۴ ساعت غوطه‌وری در آب
TO= ضخامت پیش از غوطه‌وری در آب
T2= ضخامت پس از ۲ ساعت غوطه‌وری در آب
T24= ضخامت پس از ۲۴ ساعت غوطه‌وری در آب

همچنین بعد از ۲ و ۲۴ ساعت غوطه‌وری نمونه‌ها در آب آزمایش‌های فوق مطابق با استاندارد انجام شد و میزان جذب آب نمونه‌ها با استفاده از روابط زیر محاسبه گردید.

$$WA_{24} = \frac{W24-W0}{W0}\times ۱۰۰$$

$$WA_2 = \frac{W2-W0}{Wo}\times ۱۰۰ \frac{W_{2-W_0}}{W}$$

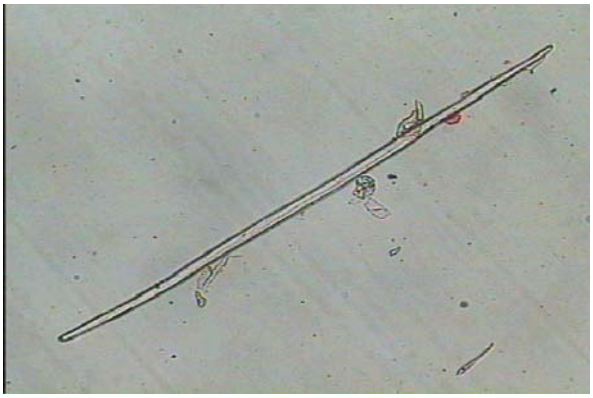
WA2= درصد جذب آب پس از ۲ ساعت غوطه‌وری در آب
WA 24= درصد جذب آب پس از ۲۴ ساعت غوطه‌وری در آب
WO= وزن پیش از غوطه‌وری در آب
W2= وزن پس از ۲ ساعت غوطه‌وری در آب
W24= وزن پس از ۲۴ ساعت غوطه‌وری در آب

نتایج

متوسط رطوبت نسبی ضایعات هرس نخل ۱۰/۸٪ تعیین گردید که این یک نکته مهم از نظر اقتصادی (کم بودن درصد رطوبت) در زمینه هزینه‌های تولید است. نتایج این تحقیق در ۳ قسمت مجزا ارائه خواهد شد.

بررسی بیومتری الیاف نخل

به‌منظور اندازه‌گیری الیاف نمونه‌هایی مطابق با روش فرانکلین (۱۹۵۴) تهیه شدند. طول، قطر، قطرحفره و ضخامت دیواره سلولی ۳۰ عدد فیبر سالم و بدون شکستگی اندازه‌گیری شد. با توجه به داده‌های به‌دست‌آمده میانگین طول فیبر ۱/۲۲ میلی‌متر، ضخامت دیواره سلولی ۵/۷۷ میکرون و ضریب لاغری ۳۸/۴ اندازه‌گیری شد (جدول ۴).



شکل ۲- فیبر نخل (با بزرگنمایی ۴۰×)

حسب نتایج به‌دست‌آمده، ضایعات نخل دارای الیافی کوتاه هستند، هرچند در مقایسه با دیگر مواد غیرچوبی (بامبو و شاه‌دانه) دارای ویژگی‌های پائین‌تری هستند، اما وضعیت آنها تا حدودی نزدیک به ویژگی‌های الیاف پهن‌برگان می‌باشند (جدول ۵). از این رو از لحاظ ویژگی‌های بیومتری الیاف، این ماده می‌تواند به‌عنوان ماده اولیه جایگزین **(Alternative)** برای صنایع فراورده‌های مرکب چوبی مطرح باشد.

جدول ۴- ابعاد فیبر نخل

ضریب لاغری (L/D)	ضخامت دیواره سلولی (µm) mean	Max.	Min.	حفره سلولی (µm) میانگین	بیشینه	کمینه	قطر فیبر (µm) میانگین	بیشینه	کمینه	طول فیبر (mm) میانگین	بیشینه	کمینه
۳۴/۴	۵/۷۷	۱۱/۵۳	۲/۵۶	۲۰/۵۸	۴۸/۷۲	۲/۵۷	۳۱/۸	۵۳/۴۸	۲۰/۵۱	۱/۲۲	۲/۳	۰/۷۲

جدول ۵- اندازه فیبر نخل و چند گونه چوبی

منبع	ضریب لاغری (L/D)	قطر فیبر (µm)	طول فیبر (mm)	گونه چوبی
تحقیق اخیر	۳۸/۴	۳۱/۸	۱/۲۲	نخل
Dransfield and Widjaja 1995	۲۰۰	۱۹	۳/۸	بامبو
Nikvash and Kharazipour 2010 **Schöpper and Kharazipour 2009**	۲۸۶/۲	۲۲	۵/۹	شاه‌دانه
Isenberg 1980 **Wagenfuhr 1980**	۱۰۲/۹	۳۵	۳/۶	سوزنی‌برگان
Isenberg 1980 **Wagenfuhr 1980**	۴۸	۲۵	۱/۲	پهن‌برگان

بررسی شیمیایی ضایعات هرس نخل:

سلولز، لیگنین، همی سلولز، مواد استخراجی و خاکستر عمده‌ترین مواد تشکیل‌دهنده کلیه مواد لیگنوسلولزی هستند. نسبت مواد تشکیل‌دهنده چوب به‌ترتیب سلولز ۴۰ – ۴۵ درصد (برای چوب‌های سوزنی‌برگان و پهن‌برگان)، لیگنین ۲۵–۳۵ درصد در سوزنی‌برگان و ۱۷–۲۵ درصد در پهن‌برگان، همی سلولز ۲۰ درصد در سوزنی‌برگان و ۱۵– ۳۵ در صد در پهن‌برگان و مقدار کمی پکتین (Fengel and Wegner, 1984) است. جدول ۶ مقدار مواد تشکیل‌دهنده در چوب سوزنی‌برگان و پهن‌برگان و برخی مواد لیگنوسلولزی (کتان، بامبو و کنف) را نشان می‌دهد و مبنای خوبی برای مقایسه مواد تشکیل‌دهنده چوب نخل با سایر مواد چوبی است.

جدول ۶- مقایسه ترکیبات شیمیایی مواد لیگنوسلولزی

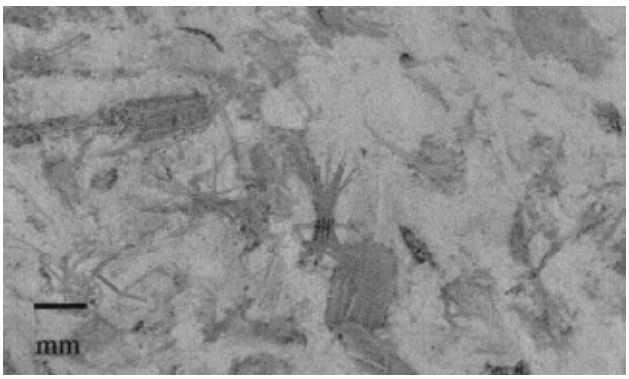
ماده لیگنوسلولزی	سلولز	همی سلولز	لیگنین	مواد استخراجی	خاکستر
کتان	۷۸/۵	۹/۲	۸/۵	۲/۳	۱/۵
شاه‌دانه	۶۸/۱	۱۵/۱	۱۰/۶	۳/۶	۲/۵
کنف	۶۰/۸	۲۰/۳	۱۱	۳/۲	۴/۷
سوزنی‌برگان	۴۸	۱۵	۲۵/۳	۱۱/۵	۰/۲
پهن‌برگان	۵۲/۸	۲۱/۸	۲۲/۳	۲/۷	۰/۴

منبع: Tschirner, U. and Jagannadh S. (1999)

در این تحقیق با استفاده از استانداردهای بین‌المللی مبادرت به اندازه‌گیری مواد شیمیایی موجود در چوب نخل گردید و نتایج به‌دست‌آمده در جدول ۷ آورده شده است. نتایج به‌دست‌آمده بیانگر آن است که ویژگی‌های شیمیایی نخل در برخی موارد مثل مقدار همی سلولز مشابه متوسط مقادیر پهن‌برگان بوده و از لحاظ میزان هولوسلولز مواد لیگنوسلولزی مندرج در جدول ۷ پائین‌تر است که برای استفاده در تولید تخته گچ با فرایند ویژه آن (فرآیند تر) مناسب بوده، مضافاً اینکه تخته تولید دارای درصد واکشیدگی ضخامتی و جذب آب کمتری خواهد داشت.

جدول ۷- ترکیبات شیمیایی نخل

	لیگنین (%)	سلولز (%)	همی سلولز (%)	مواد استخراجی (%)	خاکستر (%)
کمینه	۳۰/۶	۳۰/۹	۱۷/۴	۳/۶	۴/۷
بیشینه	۳۳/۷	۳۷/۱	۲۴/۷	۵/۶	۹/۴
متوسط	۳۲/۳	۳۴/۳	۲۱/۷	۴/۷	۷
انحراف از معیار	۱/۲۸	۲/۵۵	۳/۱۱	۰/۸۴	۱/۹۲



شکل ۳- تخته چوب گچ تقویت‌شده با فیبر ضایعات هرس نخل (عکس از نگارنده)

ویژگی‌های تخته

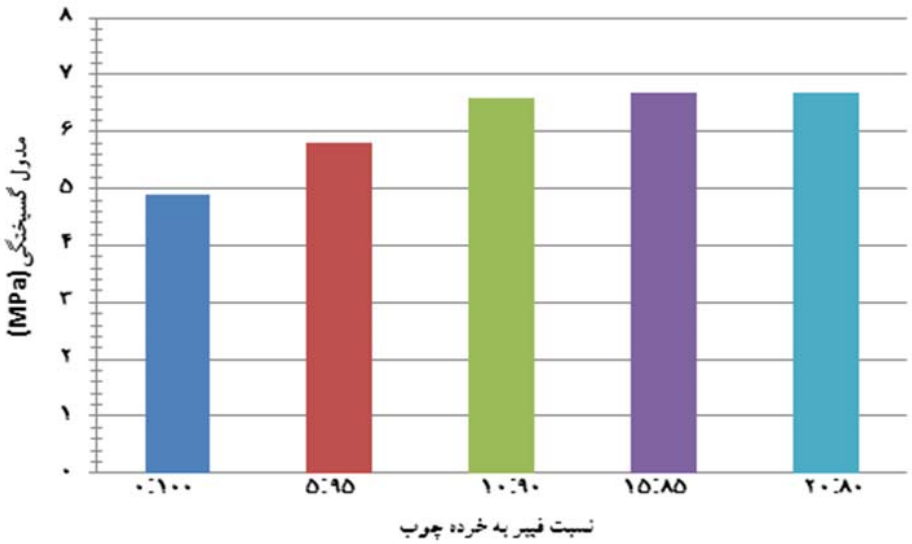
شکل زیر توزیع ذرات (خرده چوب و فیبر) در تخته چوب گچ تقویت‌شده با فیبر ضایعات هرس نخل را نشان می‌دهد و ویژگی‌های مکانیکی و فیزیکی تخته‌ها (جدول ۸) که بر

اساس روش Japanese Industrial Standard - R9111 اندازه‌گیری شده، مورد بررسی قرار گرفت. برای تجزیه و تحلیل نتایج حاصل از اندازه‌گیری ویژگی‌های مکانیکی و فیزیکی تخته‌های ساخته‌شده از طرح آماری آزمون فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی استفاده گردید.

جدول ۸- میانگین نتایج حاصل از آزمایش‌های مکانیکی و فیزیکی تخته‌های ساخته‌شده

جذب آب (٪)	واکشیدگی ضخامتی (٪)	چسبندگی داخلی Mpa)(	مدول‌الاستیسیته Mpa)(	مدول‌گسیختگی Mpa)(	نسبت فیبر به خرده چوب
۲۶/۹	۸/۵	۲/۸	۲۷۵۰	۴/۹	۰:۱۰۰
(۲/۱۱)	(۱/۶۰)	(۰/۱۳)	(۶۸۵)	(۱/۰۱)	
۲۶/۲	۸/۲	۳/۱	۲۹۹۳	۵/۸	۵:۹۵
(۱/۰۲)	(۱/۲۲)	(۰/۱۸)	(۳۸۱/۱)	(۰/۹۳)	
۲۵/۸	۶/۶	۳/۸	۳۱۰۸	۶/۶	۱۰:۹۰
(۱/۹۸)	(۱/۷۷)	(۰/۱۷)	(۶۴۵)	(۱/۷۱)	
۲۴/۷	۶/۵	۳/۵	۳۱۱۷	۶/۷	۱۵:۸۵
(۱/۸۳)	(۱/۰۹)	(۰/۲۸)	(۵۲۳/۶)	(۱/۳۳)	
۲۴/۳	۶/۴	۳/۵	۳۱۲۳	۶/۷	۲۰:۸۰
(۲/۲۵)	(۱/۱۷)	(۰/۱۲)	(۴۹۳/۸)	(۱/۵۹)	

* اعداد داخل پرانتز انحراف از معیار است.



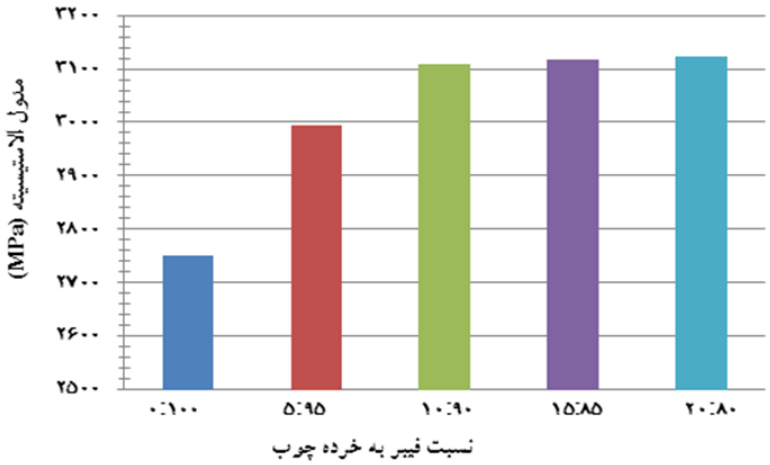
شکل ۴- مدول‌گسیختگی تخته‌های ساخته‌شده با نسبت مختلف فیبر به خرده چوب

ویژگی‌های مکانیکی تخته

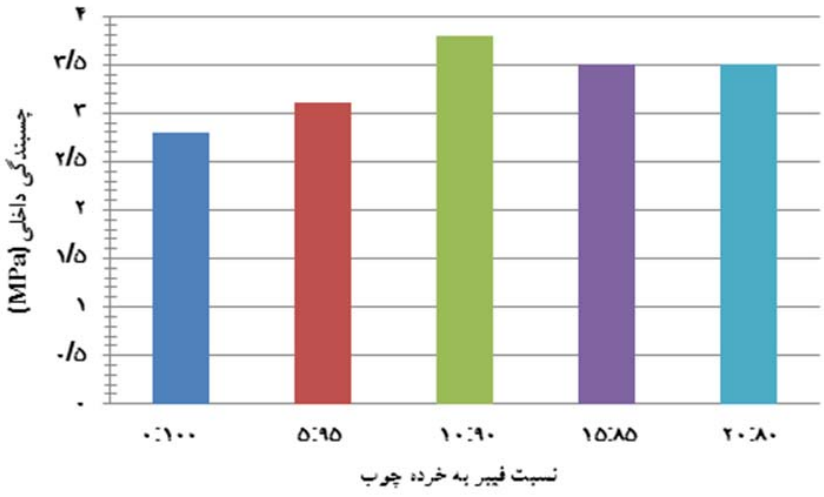
بیشترین مقدار مدول‌گسیختگی (MOR) مربوط به تخته ساخته‌شده با نسبت ۱۵:۸۵ و ۲۰:۸۰ فیبر به خرده چوب است و این در حالیست که اختلاف معنی‌داری بین مقادیر فوق با مقدار مدول‌گسیختگی مربوط به تخته ساخته‌شده با نسبت ۱۵:۸۵ فیبر به خرده چوب در سطح ۹۵٪ وجود

ندارد. همچنین کمترین مدول‌گسیختگی به‌دست‌آمده مربوط به تخته ساخته‌شده با نسبت ۰:۱۰۰ فیبر به خرده چوب است (شکل ۴). نتایج به‌دست‌آمده با نتایج تحقیق Deng (2002) مطابقت دارد.

بیشترین مقدار مدول‌الاستیسیته (MOE) مربوط به تخته ساخته‌شده با نسبت ۲۰:۸۰ فیبر به خرده چوب است و این در حالیست که اختلاف معنی‌داری بین مقادیر فوق با مقدار مدول‌الاستیسیته مربوط به تخته ساخته‌شده با نسبت ۱۵:۸۵ فیبر به خرده چوب در سطح ۹۵٪ وجود ندارد. کمترین مدول‌الاستیسیته به‌دست‌آمده مربوط به تخته ساخته‌شده با نسبت ۰:۱۰۰ فیبر به خرده چوب است (شکل ۵). بر طبق نتایج این بررسی، افزایش مقدار فیبر اثر معنی‌داری بر روی مدول‌الاستیسیته تخته‌های ساخته‌شده دارد که مطابق نتایج به‌دست‌آمده توسط Furrune and Deng (۲۰۰۲) است.



شکل ۵- مدول‌الاستیسیته تخته‌های ساخته‌شده با نسبت مختلف فیبر به خرده چوب



شکل ۶- چسبندگی داخلی تخته‌های ساخته‌شده با نسبت مختلف فیبر به خرده چوب

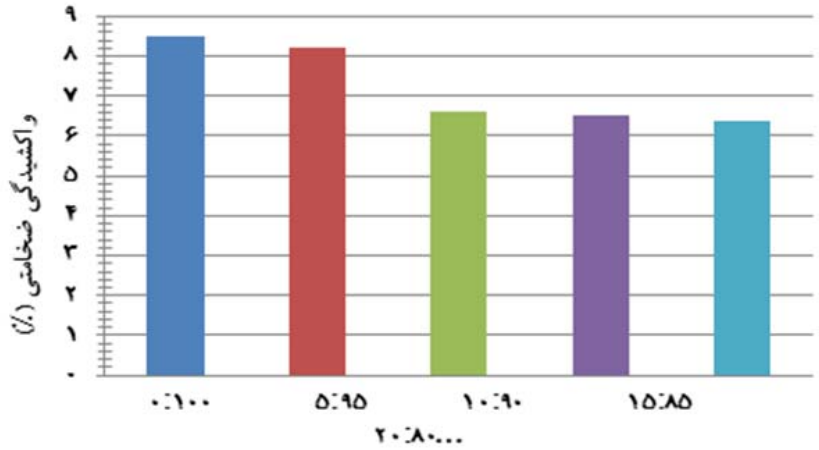
در خصوص چسبندگی داخلی تخته‌ها (IB) نتایج حاصل بیانگر آن است که میزان فیبر بر چسبندگی داخلی تخته‌ها (IB) تأثیر داشته و بیشترین مقدار چسبندگی داخلی تخته‌ها (IB) مربوط به تخته ساخته‌شده از نسبت ۱۰:۹۰ فیبر به خرده چوب

و کمترین مقادیر به‌دست‌آمده مربوط به تخته ساخته‌شده با نسبت ۰:۱۰۰ فیبر به خرده چوب است (شکل ۶). این نتایج با نتایج Zhang Y. 1989 مطابقت داشته، همچنین مقادیر به‌دست‌آمده بیانگر آن است که تفاوت معنی‌داری بین مقادیر ۱۵:۸۵ و ۲۰:۸۰ فیبر به ذرات وجود ندارد.

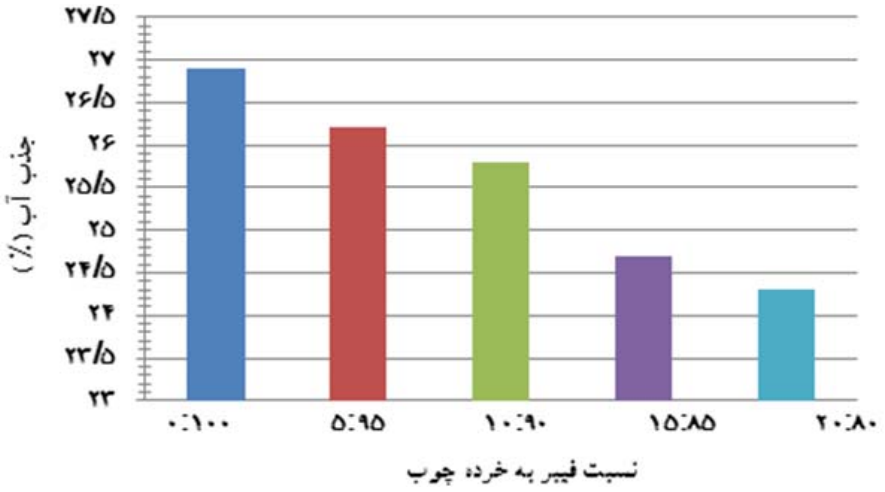
معنی‌داری کاهش می‌یابد. این نتایج با نتایج به‌دست‌آمده توسط Sattler (۱۹۸۹) مطابقت داشته و میانگین مقادیر به‌دست‌آمده بیانگر آن است که تخته‌های ساخته‌شده از فیبر مقدار

ویژگی‌های فیزیکی تخته

نمونه‌های آزمونی برای اندازه‌گیری ویژگی‌های فیزیکی شامل اندازه‌گیری واکشیدگی ضخامتی و درصد جذب آب، اندازه‌گیری شد (شکل‌های ۷ و ۸). نتایج به‌دست‌آمده حکایت از آن دارد که با افزایش نسبت فیبر به خرده چوب میزان درصد واکشیدگی ضخامتی و درصد جذب آب تخته‌ها با اختلاف واکشیدگی ضخامتی و درصد جذب آب کمتری نسبت به تخته‌های مشابه ساخته‌شده از خرده چوب دارند. البته این مقادیر با افزایش نسبت مصرف فیبر نیز کاهش می‌یابند.



شکل ۷- میزان واکشیدگی تخته‌های ساخته‌شده پس از ۲۴ ساعت غوطه‌وری در آب با نسبت مختلف فیبر به خرده چوب



شکل ۸- میزان جذب آب تخته‌های ساخته‌شده پس از ۲۴ ساعت غوطه‌وری در آب با نسبت مختلف فیبر به خرده چوب

بحث

با توجه به نتایج به‌دست‌آمده از این تحقیق، می‌توان نتیجه گرفت که با افزایش نسبت مصرف فیبر به خرده چوب، ویژگی‌های مکانیکی و فیزیکی تخته‌ها بهبود یافته و استفاده از فیبر ضایعات هرس نخل در ساخت تخته گچ به‌عنوان تقویت‌کننده خواص مکانیکی و فیزیکی را می‌توان قویاً توصیه نمود.

پیشنهادها

براساس نتایج مطلوب به‌دست‌آمده در این تحقیق و از آنجایی که استفاده از اتصال‌دهنده‌های سنتزی مثل چسب‌های رایج (اوره فرمالدهید و فنل فرمالدهید) تصعید فرمالدهید را در بردارد، از این رو انجام مطالعه بر روی دیگر اتصال‌دهنده‌های غیر سنتزی (سیمان و خاک رس و.) که از لحاظ مسائل زیست‌محیطی دارای اهمیت بسزایی هستند و دوستدار طبیعت نامیده می‌شوند، می‌تواند به‌عنوان یک پیشنهاد برای تحقیقات آینده مطرح گردد. همچنین به لحاظ اینکه این نوع تخته‌ها در منازل و اماکن عمومی مورد استفاده قرار می‌گیرند، از این رو انجام مطالعه بر روی ضریب هدایت حرارتی برای صرفه‌جویی در مصرف انرژی و مطالعه بر روی ضریب جذب صوت برای این نوع تخته پیشنهاد می‌گردد.

منابع مورد استفاده

-Alston, A. S. 1976. Potential use of cocounut wood for particleboard and other panel products. Proccedings coconut stem utilization seminar. Tango 1976.
-Bygy, B. and Jafari, F. A., 1989. Research Report on the use of palm products in the industry. First step is to identify areas prone palm. Industry Directorate General of Kerman province.
-Chiltendon, A. E. J. L. Flaws, A. J. Hawkes. 1969. Particleboard from coconut palm timber. Tropical Produtes Institute U. K. G. 43: 9:
-Deng,Y.H. and T. Furuno. 2001. Properties of gypsum particleboard reinforced with polypropylene fibers. J Wood Sci. 47(6), 445–450.
-Deng,Y.H. and T. Furuno. 2002. Study on Gypsum-Bonded Particleboard Reinforced with Jute Fibers. Holzforschung / Vol. 56 / 2002 / No.
-Deng,Y.H.T. Furuno and T.Uehara.1998.Improvement on the properties of gypsum particleboard by adding cement. J. Wood Sci. 44(2), 98–102.
-Dransfield, S. and Widjaja, E. A. 1995. Plant resources of Soth-east- Asia No. 7: Bamboos. Leiden, Netherlands.
-Ezzat, S. 1974. Leaves of date palm tree (Phoenix dactylifera L.) as a technical feasible source of raw material for paper production, cellulose Chemistry Tech. 8: 627-34.
-Fengel, D. and G. Wegner. 1984. Wood: chemistry, Ultrastructutre, Reactions. New York: Walter de Gruyter.
-Franklin, G. L. 1954. A rapid method of softening wood for microtome sectioning. tropical woods. P: 36 – 88.
-Hosseinkhani, H. 2013. Studies on Date Palm (Phoenix dactylifera L.) Pruning Residues and its suitability for MDF production. Sierke VERLAG. ISBN-13:978-3-86844-6
-Hosseinkhani, H., Golbabaei, F. and Nourbakhsh, A., 2009. Use pruning palm waste as feedstock in the production of medium density particleboard. Research Institute of Forests and Rangelands
-Japanese Industry Standard. 1977. JIS Standard Gypsum. JIS R9111.
-Latibary Jahan, A., Hosseinzadeh, A. and. Noorbakhsh, A., 1988. To investigate the properties of particleboard made from palm waste. Research Institute of Forests and Rangelands. Wood and Paper Research Journal Publication 1. 148-1988.
-Lempfer, K.T. Hilbert and H. Günzerodt. 1990. Development of gypsum-bonded particleboard manufacture in Europe. Forest Prod. J. 40(6), 37–40.
-Mahdavi, S. Kermanian, H. 2010. Comparison of mechanical properties of date palm fiber-polyethyelene composite. North Carolina state university. Bio-resources journal. No. 5 (4). 2010.
-Nikvash, N. Kraft, R., Kharazipour, A. and Euring, M. 2010. Comparative properties of bagasse, canola and hemp particle boards. Eur. J. Wood Prod., Volume 68, Issue 3, 323PP.
-Rvhany, I., 1989. Dates. 292 pages. Press Publishing Centre University, Tehran
-Sattler H, Lempfer K. 1989. Gypsum-bonded particleboards and fiberboards. In: Moslemi AA, Hamel MP (eds) Proceedings of the Fiber and Particleboards Bonded with Inorganic Binders. Idaho, USA, pp 91–93.
-Schöpper, C., Kharazipour, A., Bohn C. 2009. Production of innovative hemp based three-layered particleborads with reduced raw densities and low formaldehyde emissions, International Conference on Innovative Natural Fiber Composites for Industrial Applications, Rom, 10.-13. Oktober 2007, International Journal of Materials and Product Technology, Vol. 36, Issue: 1-4, pp. 358-371
-Tschirner, U. and Jagannadh S. 1999. Use of Canadian Oil Seed Flax Fiber in Traditional Kraft Pulping. TAPPI Pulping Conference, October 1999
-Zhang Y. 1989. Preliminary studies on relationship between density wood-gypsum ratio and water-gypsum ratio of gypsum-bonded particleboard. (in Chinese) Wood Ind. 3(2), 9–13.

Gypsum bounded board production reinfoced with Date Palm (*Phoenix dactylifera L.)* pruning residues fibers

H. Hosseinkhani

-Faculty member, M.Sc., Department of Wood Science and its products, Research Institute of Forests and Rangelands, Tehran, Iran, Email: hhosseinkhani@yahoo.com

Received: Aug., 2014 Accepted: Dec., 2014

Abstract

In this study, chemical properties of Date Palm residues including cellulose and hemi cellulose content, Lignin content, Extractive and Ash content were determined, and also its physical properties including fiber dimension were measured according to D-2395 ASTM method. The boards made for this study contained 25% lignocellolosic material, Date Palm pruning residues (both fibers and chips) and 75% Gypsum powder. Variable factors were lignocellolosic materials (fibers and chips at different proprotion (0:100, 5:95, 10:90, 15:85, and 20:80). Totally, 15 boards were manufactured, and samples of all boards made were tested after curing for 14 days by the methods of Japanese Industrial Standard - R9111 to obtain mean values of Bending strength (MOR), Bending stiffness (MOE), Internal bond strength (I.B), thickness swelling (TS) and water absorption (WA). Gypsum particleboard (GPB) has high thickness swelling (TS), high water absorption (WA), and low mechanical properties compared with GPB reinforced fibers. The properties of GPB were improved by adding fibers. The experimental results showed that GPB with the added fibers had good physical and mechanical properties compared with those of gypsum particleboard with no added fibers. On the other hand, based on the achieved results both mechanical and physical properties of boards increarse with increasing the fiber proprotion. It can be concluded that Date palm fibers are a good material as reinforcement for the manufacture of Gypsum bounded board.

Keywords: Gypsum board, date plam, reinforcement, physical and mechanical properties.