دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
مجله پژوهش‌های علوم و فناوری چوب و جنگل
جلد هجدهم، شماره چهارم، ۱۳۹۰
http://jwsc.gau.ac.ir

بررسی ویژگی‌های مکانیکی چندسازه پلی‌اتیلن/ آرد چوب نخل خرما: تاثیر مقدار و نوع پرکننده

***سیدمحمد میرمهدی[۱]، اصغر امیدوار[۲]، محراب مدهوشی[۳] و علیرضا شاکری[۴]**

[۱]دانشجوی کارشناسی‌ارشد فرآورده‌های چندسازه چوبی، [۲]استاد گروه فناوری چوب و کاغذ، [۳]دانشیار گروه تکنولوژی و مهندسی چوب دانشگاه علوم کشاورزی و منابع‌طبیعی گرگان، [۴]دانشیار گروه شیمی دانشگاه گلستان

تاریخ دریافت: ۸۸/۳/۳۰ ؛ تاریخ پذیرش: ۹۰/۳/۱۱

چکیده

در این پژوهش تاثیر مقدار پرکننده و انوع مختلف آرد چوب بر ویژگی‌های مکانیکی چندسازه پلی‌اتیلن- آرد چوب نخل خرما حاصل از هرس سالانه درخت نخل خرما مطالعه شد. انواع مختلف چوب نخل شامل: ساقه، برگ، و مخلوط ساقه و برگ بود. چندسازه‌ها با ٤٥، ٦٠ و ٧٥ درصد وزنی از این پرکننده‌ها ساخته شدند. اندازه ذرات در حد مش٤٠-٢٥ بود و ماده جفت‌کننده مالئیک انیدرید پلی‌اتیلن هم به میزان ۲ درصد وزن نهایی هر تخته، اضافه شد. پلی‌اتیلن خطی سبک به‌عنوان شاهد در این پژوهش استفاده شد. ابتدا ماده گرانول ترکیبی از آرد چوب نخل و پلاستیک توسط یک اکسترودر دو ماردونه تهیه و سپس پلت‌های ترکیبی آسیاب شده و تخته‌های نهایی توسط یک پرس گرم ساخته شدند. مشاهده شد که با افزایش مقدار پرکننده، ویژگی‌های مکانیکی یعنی مدول گسیختگی و مقاومت کششی نمونه‌ها کاهش و مدول الاستیسیته خمشی افزایش یافت. مقادیر مقاومت کششی اختلافات معناداری به لحاظ عملکرد نوع ماده نداشتند. مدول الاستیسیته خمشی تخته‌های ساخته شده از آرد برگ به‌ترتیب با اختلاف معناداری از تخته‌های ساخته شده از آرد مخلوط و ساقه بیشتر بود درحالی‌که

*مسئول مکاتبه: mohamadmirmehdi@yahoo.com

Archive of SID
www.SID.ir

اختلاف معناداری بین این دو تیمار وجود نداشت. مدول گسیختگی تخته‌های ساخته شده از ذرات آرد مخلوط بیشتر از تخته‌های ساخته شده از ذرات آرد برگ بود ولی اختلاف معناداری بین آن‌ها وجود نداشت درحالی‌که اختلاف معناداری بین مدول گسیختگی تخته‌های ساخته شده از ذرات آرد ساقه با دو تیمار دیگر وجود داشت.

واژه‌های کلیدی: چندسازه چوب- پلاستیک، آردچوب نخل، پلی‌اتیلن خطی سبک، ویژگی‌های

مقدمه

چندسازه‌های رایج چوب- پلاستیک از آرد یا الیاف چوب یا دیگر مواد لیگنوسلولزی و همچنین پلاستیک‌های گرمانرم خام یا ضایعاتی ساخته می‌شوند. مواد لیگنوسلولزی به شکل آرد یا الیاف با پلاستیک مخلوط شده و به‌صورت ماده خمیری شکلی از درون قالبی تحت فشار به شکل نهایی خارج و یا به‌صورت اشکال دلخواه قالب‌گیری می‌شوند. افزودنی‌هایی مانند رنگدانه، مواد جفت‌کننده، پایدارکننده، کف‌زا، تقویت‌کننده و مواد روان‌ساز به‌منظور کسب ویژگی‌های دلخواه در محصول نهایی استفاده می‌شوند. این محصول با چندسازه‌های چوبی سنتی که در آن‌ها از یک چسب ترموست[1] برای اتصال ذرات چوب به یکدیگر استفاده می‌شود، متفاوت است (سندی و همکاران، ۱۹۹۵).

هر ماده‌ای که شامل هر دو جزء سلولز و لیگنین باشد، ماده لیگنوسلولزی نامیده می‌شود (گیلبرت و ریچارد، ۱۹۹٤). مواد لیگنوسلولزی شامل ضایعات بخش کشاورزی مانند کنف، پسماندهای کشاورزی مثل باگاس یا ساقه ذرت، ضایعات هرس بخش کشاورزی مثل ضایعات حاصل از هرس سالیانه نخل خرما و یا سایر قسمت‌های بافت‌های گیاهی می‌باشد (سندی و همکاران، ۱۹۹۵). به‌طور کلی آنچه که در مورد چوب صدق می‌کند در مورد دیگر مواد لیگنوسلولزی با اندکی تفاوت در درصد مواد تشکیل‌دهنده و همچنین ساختار فیزیولوژی با یکدیگر صادق است. در حقیقت الیاف طبیعی به اشکال گوناگونی در دسترس بوده و مشخصات متفاوتی را نیز هنگام افزودن به ترموپلاستیک‌ها ایجاد می‌کنند (زاینی و همکاران، ۱۹۹٦).

در سال‌های اخیر استفاده از آرد چوب یعنی متداول‌ترین پرکننده در ترموپلاستیک‌ها در ساخت چندسازه‌های چوب- پلاستیک و در مقایسه با الیاف چوبی موضوع بسیار جالبی برای بیشتر تحقیقات

1- Thermoset

www.SID.ir

شده است. به‌طور کلی از آرد چوب به‌عنوان پرکننده در پلاستیک‌ها استفاده می‌شود که باعث افـزایش سفتی چندسازه شده ولی مقاومت‌های آن را افزایش نمی‌دهد. الیاف چوبی یا دیگر مواد لیگنوسلولزی معمولا ضریب لاغری بیشتری از آرد مواد لیگنوسلولزی دارند. به‌علاوه، ضریب لاغری الیـاف در بـین گونه‌های مختلف و یا در بین قسمت‌های مختلف یک گیاه متفاوت است. در یک طـول مشخـصی از الیاف تنش از ماتریکس[1] یا فاز زمینه به الیاف انتقال پیدا کرده و در نتیجه چندسازه مقاوم‌تـری سـاخته خواهد شد (اسوالد، ۱۹۹۹). اگرچه بیشتر محصولات چوب- پلاستیک به‌طـور قابـل تـوجهی سـفتی کمتری از چوب ماسیو دارند، اما در عوض افزودن آرد چوب به پلاستیک مـی‌توانـد بـه میـزان قابـل ملاحظه‌ای سفتی پلاستیک را افزایش دهد ولی اغلب آن را نسبت به پلاستیک خالص شکننده‌تـر نیـز می‌کند (هاتوتوا و همکاران، ۲۰۰۲).

مزیت این گونه چندسازه‌ها در واقع در این نکته نهفته است که یکی از اجزا آن‌ها (یعنی ماده چـوبی یـا لیگنوسلولزی) به راحتی از منابع طبیعی به‌دست آمده و این منابع می‌توانند مرتب در طبیعـت تجدیـد شـوند (یانگ و همکاران، ۲۰۰٤). استفاده بیشتر از مواد لیگنوسلولزی ممکن است به حفاظت بیشتر از منابع چـوبی محدود نیز منجر شود. علاوه‌بر این عدم حضور مواد سمی در مواد طبیعی مزیت دیگری است که در الیـاف شیشه، الیاف کربن، تالک، رس، الیاف مصنوعی و ... وجود ندارد (لی و همکـاران، ۲۰۰٤). مزایـا زیـادی در مورد اسـتفاده از پرکننـده‌هـای چـوبی نـسبت بـه پرکننـده‌هـای معـدنی در ترموپلاسـتیک‌هـا وجـود دارد. انعطاف‌پذیری و قابلیت انطباق پرکننده‌های چوبی از پرکننده‌های معدنی بیشتر است کـه ایـن مـساله هنگـام تولید بیشتر مشهود می‌باشد، به طوری‌که پرکننده‌های چوبی خطـر کمتـری بـرای ماشـین آلات خـط تولیـد داشته و آسیب کمتری نیز به تجهیزات خط تولید وارد می‌کنند (میرس و همکـاران، ۱۹۹۱). یکـی دیگـر از مزایا آرد چوب نسبت به پرکننده‌های معدنی متداول مانند تالک، کم‌تر بودن وزن مخـصوص چـوب نـسبت به آن‌ها است (درحدود حداکثر $1/4\ g/cm^3$ برای چوب در مقایـسه بـا $2/7\ g/cm^3$ بـرای تالـک و کربنـات کلسیم). همچنین از نقطه نظر مسائل اقتصادی پرکننده‌های چوبی از منابع قابل تجدید در محیط حاصل شده که معمولا قیمت کمتری از پرکننده‌های مصنوعی دارند (اکرت، ۲۰۰۰).

خاورمیانه بزرگ‌ترین تولیدکننده خرما در جهان است و پس از عراق، عربستان سعودی و مصر، ایران در مقام چهارم تولید این ماده غذایی در این ناحیه قرار دارد. بر اساس آمار منتشر شده بیش از ۲

1- Matrix

www.SID.ir

درصد از اراضی قابل کشت کشور یعنی چیزی در حدود ۲۱۸.۰۰۰ هکتار به نخلستان‌ها تعلق داشته و در هر هکتار رقمی در حدود ۱۵۰ اصله درخت موجود است. در طول یک سال قریب به ۱۵ تا ۲۵ برگ از یک درخت می‌باید هرس شود. وزن متوسط هر برگ خرما ۲ تا ۳ کیلوگرم می‌باشد. بنابراین تعمیم این مقدار به چند میلیون اصله، حجم زیادی خواهد بود که در حال حاضر مدیریت صحیح و بهینه‌ای در بهره‌برداری از این بقایا وجود ندارد (خادمی و همکاران، ۲۰۰٦).

زاینی و همکاران (۱۹۹٦) دریافتند که با افزایش مقدار آرد چوب، ویژگی‌های مکانیکی افت پیدا می‌کنند. در پژوهشی دیگری توسط حنفی و همکاران (۱۹۹٦)، تاثیر مقدار آرد نخل روغنی بر ویژگی‌های مکانیکی چندسازه آرد چوب نخل روغنی و لاستیک طبیعی مطالعه شد. آن‌ها دریافتند افزایش مقدارآرد نخل روغنی در لاستیک طبیعی باعث کاهش مقاومت کششی و در مقابل باعث افزایش مقاومت برشی و سفتی می‌شود.

همچنین در پژوهش دیگری روزمان و همکاران (۱۹۹۸) ویژگی‌های مکانیکی چندسازه ساخته شده از پلی‌اتیلن با دانسیته بالا و آرد نخل روغنی را مورد بررسی قرار دادند. آرد نخل در سه سطح اختلاط در یک اکسترودر تک ماردونه با پلی‌اتیلن ترکیب شد. مدول گسیختگی چندسازه‌های حاصل با افزایش مقدار آرد نخل کاهش یافت. ترکیب آرد نخل روغنی با پلی‌اتیلن، ویژگی‌های کششی و فشاری نمونه‌ها را نیز کاهش داد.

شاکری و هاشمی (۲۰۰۲) با بررسی خواص مکانیکی فراورده مرکب الیاف کاغذ- پلی اتیلن سنگین در چهار سطح ۱۰، ۲۰، ۲۵ و ۳۰ درصد به این نتیجه رسیدند که افزایش پرکننده تا حد ۳۰ درصد باعث افزایش مقاومت‌ها می‌شود و همچنین وجود لیگنین را عاملی برای افزایش مقاومت‌ها ذکر کردند.

در پژوهش دیگری توسط گرجانی و امیدوار (۲۰۰۵) با بررسی خواص مکانیکی چندسازه پلی اتیلن بازیافتی- کاه گندم ساخته شده با ۱۵، ۳۰ و ٤۰ درصد آرد کاه گندم و با استفاده از ۲ درصد مالئیک انیدرید دریافتند که افزایش کاه گندم تا حد ۳۰ درصد باعث افزایش مقاومت کششی و خمشی شده و پس از آن مقاومت‌ها کاهش می‌یابند. هدف از انجام این مطالعه تعیین ویژگی‌های مکانیکی چندسازه‌های ساخته شده از آرد چوب درخت نخل و پلی‌اتیلن سبک خطی ($LLDPE$[1]) و تعیین تاثیر مقدار پرکننده و شکل‌های متفاوت آرد نخل بر این ویژگی‌ها بود.

1- Linear Low Density Polyethylene

www.SID.ir

مواد و روش‌ها

در این پژوهش از پلی‌اتیلن خطی سبک، محصول پتروشیمی اراک با درجه روانی ۲/۵-۲ گرم در ۱۰ دقیقه (۱۹۰ درجه سانتی‌گراد، ۲/۱۶ کیلوگرم)، وزن مخصوص g/cm^3 ۰/۹۱۷-۰/۹۲۰ و نقطه ذوب ۱۵۰ درجه سانتی‌گراد به‌عنوان ماده زمینه و از ماده پرکننده به شکل آرد لیگنوسلولزی درخت نخل خرما از سه قسمت متفاوت شاخه‌های این درخت که از هرس سالانه حاصل می‌شوند استفاده شد (رقم استعمران از استان خوزستان). همچنین از مالئیک انیدرید پلی‌پروپیلن به‌عنوان ماده جفت‌کننده استفاده گردید (میزان مالئیک موجود در این ماده ٦ درصد بود).

در این پژوهش برای گرانول‌سازی از دستگاه اکسترودر[1] مدل ٤٨١٥، برای ساخت تخته‌های چندسازه از دستگاه پرس گرم مدل اوت[2] و برای اندازه‌گیری مقاومت‌های کششی و خمشی از دستگاه شرنک تریبل[3] استفاده شد. پلیمر، پرکننده و ماده سازگارکننده وزن شده و مطابق با مقادیر متفاوت پرکننده نشان داده شده در جدول ۱ با هم مخلوط شدند.

جدول ۱- میزان و درصد مواد مورد استفاده در تیمارها.

نمونه	بافت گیاهی	آرد نخل(درصد)	پلیمر (درصد)	مالئیک انیدرید پلی‌اتیلن (درصد)
۱	ساقه	٤٥	٥٣	۲
۲	ساقه	٦٠	۳۸	۲
۳	ساقه	۷٥	۲۳	۲
٤	برگ	٤٥	٥٣	۲
٥	برگ	٦٠	۳۸	۲
٦	برگ	۷٥	۲۳	۲
۷	ساقه و برگ	٤٥	٥٣	۲
۸	ساقه و برگ	٦٠	۳۸	۲
۹	ساقه و برگ	۷٥	۲۳	۲
۱۰	------	۰	۱۰۰	۰

1- Extruder
2- OTT
3- Schenck Trebel

Archive of SID
www.SID.ir

پس از آسیاب مواد لیگنوسلولزی و گذراندن ذرات از الک، آرد حاصل با مش ٤٠-۲۵ داخل آون به مدت ۲٤ ساعت و در دما ۳±۱۰۰ درجه سانتی‌گراد قرار گرفت. در مرحله بعد مواد توسط یک همزن به خوبی مخلوط و سپس داخل اکسترو در ریخته شدند. پس از خروج مواد از انتها دستگاه، توسط یک کاردک و به‌صورت دستی مرتبا مواد خارج شده قطع و گرانول‌سازی به این ترتیب صورت گرفت. در مرحله بعد گرانول‌های به‌دست آمده توسط آسیاب تیغه‌ای به پلت[1] تبدیل شدند.

سپس برای هر تیمار سه تخته توسط پرس گرم از پلت‌ها ساخته شد. ابعاد تخته‌ها ٦×۱۵×۲۰ میلی‌متربود. ابتدا کیک آماده شده به‌مدت یک دقیقه تحت فشار ۳۰ تا ۳۵ بار و دما ۱٦۰ سانتی‌گراد قرار گرفت و سپس به مدت ٤ دقیقه فشار حذف و دما ثابت باقی ماند. پس از این زمان مجددا کیک تحت فشار ۳۰ تا ۳۵ بار و دما ۱٦۰ درجه سانتی‌گراد قرار گرفته و سپس تخته از پرس خارج و تحت فشار ۳۰ تا ۳۵ بار و بدون حرارت به‌مدت ۵ دقیقه قرار داده شد. برای پرس سرد تخته‌ها از یک دستگاه پرس سرد استفاده شد. سپس تخته‌های ساخته شده با پرس به‌مدت ٤۸ ساعت در دما ۲۵ درجه سانتی‌گراد و رطوبت ۲۵ درصد قبل از انجام آزمون‌های مکانیکی قرار گرفتند.

در این پژوهش از استاندارد ASTM D٤۷٦۱-۲۰۰۵ برای مقاومت کششی و D٦۱۰۹-۲۰۰۵ ASTM برای مقاومت خمشی استفاده گردید. آزمایش‌ها در دما اتاق صورت گرفته و نتایج ارائه شده، میانگین محاسبه شده برای هر تیمار با توجه به سه تکرار بود. پژوهش موردنظر به‌صورت آزمون فاکتوریل در قالب طرح پایه کاملا تصادفی با ۲ فاکتور (آرد نخل در سه سطح و بافت گیاهی در سه سطح) در سه تکرار صورت گرفت. برای تجزیه واریانس و معنی‌داری F در آزمون فاکتوریل از نرم‌افزارهای SAS وSPSS استفاده شد .

برای تعیین درصد ترکیبات شیمیایی موجود در ساقه و برگ نخل از استاندارد تاپی[2] برای تعیین مقدار لیگنین (۹۸- *om* -T۲۲۲)، سلولز (۸۸- *om* -T۲٦٤)، خاکستر (۹۳- *om* -T۲۱۱) و مواد استخراجی (۹۹- *pm* -T۲۸۰) استفاده شد. جدول ۲ مقادیر میانگین ترکیبات تشکیل‌دهنده قسمت‌های مختلف شاخه‌های درخت نخل را نشان می‌دهد.

1- Pellet
2- TAPPI

www.SID.ir

جدول ۲- مقدار میانگین ترکیبات شیمیایی موجود در برگ، ساقه و مخلوط هردو در درخت نخل، رقم استعمران.

	سلولز	همی سلولز	لیگنین	خاکستر	مواد استخراجی
برگ	٤٠/٢١^{a}(١/٠١١)	١٢/٨^{c}(٠/٦)	٣٢/٢^{a}(٠/٥٢٩)	١٠/٥٤^{a}(٠/٢٩٤)	٤/٢٥^{b}(٠/٦١٠)
ساقه	٣٨/٢٦^{b}(٠/٨١٢)	٢٨/١٧^{a}(٠/١٧٠)	٢٢/٥٣^{c}(١/٠٦٩)	٥/٩٦^{c}(٠/٢٣١)	٥/٠٨^{a}(٠/٣٣٢)
مخلوط	٣٩/٣٨^{a}(٠/٩٨٣)	١٨/٨٣^{b}(٠/٣٨)	٢٨/١٤^{b}(٠/٧٢٣)	٨/٦^{b}(٠/٢٤١)	٤/٥٩^{b}(٠/٣)

اعداد داخل پرانتز نشان‌دهنده انحراف معیار می‌باشند.

ابعاد ۱۰۰ ذره انتخاب شده به صورت تصادفی از آرد برگ، ساقه و مخلوط اندازه‌گیری شده و میانگین آن‌ها در جدول ۳ آمده است.

جدول ۳- ابعاد ذرات آرد برگ، ساقه و مخلوط.

	طول (میکرون)	قطر (میکرون)	ضریب لاغری
برگ	٣٤٢٧^{a}(٤٣٠)	٤٥٨^{c}(٥٨)	٧/٤٨^{a}
ساقه	١٦٩١ ^{a}(٢٣٩)	٥١٢^{a}(٦٩)	٣/٣٠^{c}
مخلوط	٢٧٣٠^{b}(٢٤٥)	٤٧٢^{b}(٥٣)	٥/٧٨^{b}

اعداد موجود در هر یک از ستون‌های دارای حروف غیرمشابه معنی‌دار می‌باشند ($P< ٠/٠١$).

نتایج و بحث

مدول گسیختگی: نتایج تجزیه واریانس مدول گسیختگی و معنی‌دار بودن عوامل مختلف در جدول ٤ آمده است.

جدول ٤- تجزیه واریانس مقادیر مدول گسیختگی.

منبع تغییرات	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	F	معنی داری
تیمار	١١٤٠/٥٤٨	٨	١٤٢/٥٦٨	٦١/٧٨٧	*
نوع ماده (a)	٥٨/٧٦٣	٢	٢٩/٣٨٢	١٢/٧٣٤	*
درصد اختلاط (b)	١٠٠٧/٤٧٠	٢	٥٠٣/٧٣٥	٢١٨/٣١٣	*
اثر متقابل ab	٧٤/٣١٤	٤	١٨/٥٧٨	٨/٠٥٢	*
خطا	٤١/٥٣٣	١٨	٢/٣٠٧		
کل	١١٨٢/٠٨١	٢٦			

* معنی‌داری در سطح ۱ درصد.

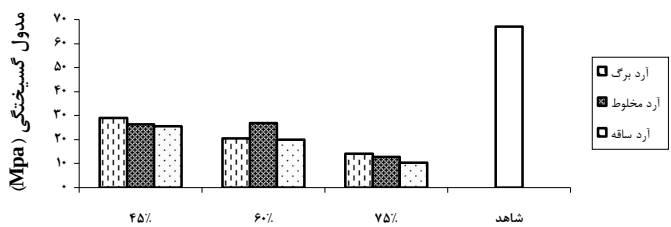
www.SID.ir

همچنین میانگین مدول گسیختگی هر سه تکرار در هر تیمار محاسبه شده و سپس دسته‌بندی و مقایسه شد که در جدول ۵ ارائه شده است.

جدول ۵- مقایسه و دسته‌بندی میانگین‌های مدول گسیختگی.

تیمار	تعداد	زیر مجموعه				
		A	B	C	D	E
برگ ٤٥	۳	۲۹/۰۷۰۰				
مخلوط ٦۰	۳	۲٦/۸۹۳۳	۲٦/۸۹۳۳			
مخلوط ٤٥	۳	۲٦/٤۸۰۰	۲٦/٤۸۰۰			
ساقه ٤٥	۳		۲٥/٦٦۳۳			
برگ ٦۰	۳			۲۰/٤٦۳۳		
ساقه ٦۰	۳			۱۹/۹۲٦۷		
برگ ۷٥	۳				۱٤/۱۷٦۷	
مخلوط ۷٥	۳				۱۲/۸٦۳۳	
ساقه ۷٥	۳					۱۰/۲٥۳۳

همان‌طور که در شکل ۱ ملاحظه می‌شود با افزایش درصد الیاف در تمامی موارد به استثنا تیمار مخلوط ٦۰ درصد، مدول گسیختگی کاهش می‌یابد و این کاهش در تمام موارد در سطح ۱ درصد معنی‌دار است. مدول گسیختگی تخته شاهد بیشتر از سایر تیمارها بود. اختلاف معناداری بین استفاده از آرد مخلوط و آرد برگ مشاهده نشد ولی هر دو اختلاف معناداری با آرد ساقه داشتند.



شکل ۱- تاثیر درصد آرد نخل و نوع ماده بر مدول گسیختگی چندسازه چوب- پلاستیک.

www.SID.ir

این نتیجه با نتایج کار زاینی و همکاران (۱۹۹۶) مطابقت داشت. در آن پژوهش مشخص شد که در تمامی اندازه‌ها با افزایش میزان آرد نخل روغنی از مقاومت‌های مکانیکی تخته‌ها کاسته می‌شود. اصولا در مواد مرکب چوبی، با مقادیر بالا الیاف، پلاستیک نقش چسب را برای اتصال ذرات چوبی به یکدیگر ایفا می‌کند. البته اتصالی که با الیاف چوبی ایجاد می‌کند از نوع مکانیکی می‌باشد (عدم ایجاد اتصالات شیمیایی به‌خاطر طبیعت غیرقطبی بودن پلاستیک و طبیعت قطبی بودن الیاف چوبی می‌باشد) (چهارمحالی و همکاران، ۲۰۰۶). این اتصال در نتیجه ذوب شدن پلاستیک به‌وجود می‌آید و باعث اتصال الیاف چوب به‌یکدیگر می‌شود. بنابراین وقتی درصد پلاستیک کاهش می‌یابد مقدار این اتصالات نیز کاهش خواهد یافت که در نتیجه آن مقاومت‌های مکانیکی نیز کاهش خواهد یافت. در واقع اختلاف معناداری بین تیمار مخلوط و تیمار برگ دیده نمی‌شود چرا که در تیمار مخلوط در حدود ۵۸ درصد از الیاف برگ وجود داشت و در نتیجه اختلاف معناداری بین تیمار برگ و تیمار مخلوط مشاهده نشد ولی مقاومت هر دو از مقاومت تخته‌های ساخته شده از ساقه بیشتر بود، که به نظر می‌رسد به خاطر فرم کروی شکل ذرات آرد ساقه و یا کمتر بودن ضریب لاغری در آن باشد. از طرفی بیشتر بودن میزان سلولز و لیگنین در برگ و به دنبال آن بیشتر بودن گروه‌های هیدروکسیل باعث بالارفتن میزان چسبندگی ذرات برگ و ماده جفت‌کننده با پلی‌پروپیلن شده و مقاومت تخته‌های ساخته شده از آرد برگ را افزایش داده است.

در پژوهشی که توسط روزمان و همکاران (۱۹۹۸) بر روی ویژگی‌های مکانیکی چندسازه ساخته شده از پلی‌اتیلن با دانسیته بالا و آرد نخل روغنی صورت گرفت نیز مشخص شد که مدول گسیختگی چندسازه‌های حاصل با افزایش مقدار آرد نخل کاهش یافت. آن‌ها نتیجه‌گیری کردند که این کاهش مربوط به عدم توزیع مناسب ذرات آرد نخل در درون ماده زمینه پلیمری است که شانس قرار گرفتن ذرات نخل در کنار یکدیگر را نیز افزایش می‌دهد. از طرفی شکل سوزنی ذرات برگ و در نتیجه ابعاد بزرگ‌تر در مقایسه با ذرات دیگر باعث کاهش سطح ویژه اتصال می‌شود و در واقع سطوح اتصال بین الیاف و پلیمر بیشتر می‌گردد و در نتیجه مدول گسیختگی چندسازه‌های ساخته شده با ذرات برگ بیشتر بوده است.

مدول الاستیسیته خمشی: نتایج تجزیه واریانس مدول الاستیسیته خمشی و معنی‌دار بودن عوامل مختلف در جدول ۵ آمده است.

www.SID.ir

جدول ۵- تجزیه واریانس مقادیر مدول الاستیسیته خمشی.

منبع تغییرات	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	F	معنی داری
تیمار	۱۷۱٦٤۲٤٤.۹	۸	۲۱٤٥٥۳۰.٦۱۱	٤۹.۲۸۳	*
نوع ماده (a)	۹۰٦۷۰۷۳.۷۹۱	۲	٤٥۳۳٥۳٦.۸۹٥	۱۰٤.۱۳٦	*
درصد اختلاط (b)	٤٦۸۹۸۲۰.٥٥۸	۲	۲۳٤٤۹۱۰.۲۷۹	٥۳.۸٦۳	*
اثر متقابل ab	۳٤۰۷۳٥۰.٥۳٦	٤	۸٥۱۸۳۷.٦۳٤	۱۹.٥٦۷	*
خطا	٤۲۹۸۱۷٥۲.۲	۱۸	٤۳٥۳٤.۸۱۸		
کل	۱۷۹٤۷۸۷۱.٦	۲٦			

* معنی‌داری در سطح ۱درصد.

همچنین میانگین مدول الاستیسیته خمشی هر سه تکرار در هر تیمار محاسبه شده و سپس دسته‌بندی و مقایسه شد که در جدول ۷ ارائه شده است.

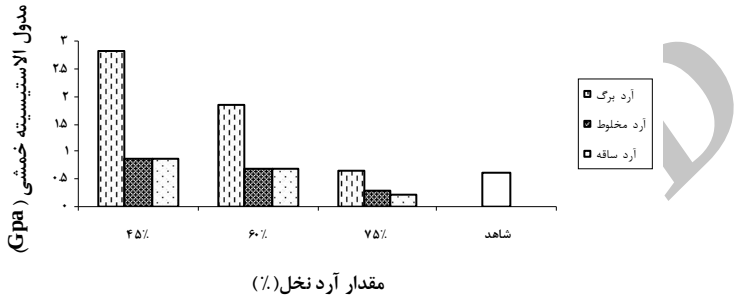
جدول ۷- مقایسه و دسته‌بندی میانگین‌های مدول الاستیسیته خمشی.

تیمار	تعداد	زیر مجموعه				
		A	B	C	D	E
برگ ٤٥	۳	۲۸۳۱.۲۹۳۳				
برگ٦۰	۳		۱۸٤۹.۹۸۳۷			
ساقه٦۰	۳			۸٦۰.٥۷۰۰		
مخلوط٤٥	۳			۷۷۰.٤٦٦۷		
مخلوط٦۰	۳			٦۸۹.۷٦٦۷		
برگ۷٥	۳			٦٦۳.۷۷۰۰	٦٦۳.۷۷۰۰	
ساقه٤٥	۳			٤۹٦.۹٥۰۰	٤۹٦.۹٥۰۰	٤۹٦.۹٥۰۰
مخلوط۷٥	۳				۲۹۱.٥۸۰۰	۲۹۱.٥۸۰۰
ساقه ۷٥	۳					۲۱۱.۷٤۰۰

همان‌گونه که از شکل ۲ استنباط می‌شود با افزایش مقدار آرد نخل از میزان مدول الاستیسیته خمشی کاسته شد (این کاهش در تمام موارد در سطح ۱ درصد معنی‌دار می‌باشد) همان‌طور که قبلا بحث شد به نظر می‌رسد به‌دلیل کاهش میزان پلاستیک و کم شدن ماده چسبنده در بین ذرات آرد چوب باشد. به استثنا سه مورد، مقدار مدول الاستیسیته خمشی نمونه‌های حاوی پرکننده بیشتر از نمونه شاهد بود.

www.SID.ir

نتایج مقایسه میانگین و گروه‌بندی دانکن نشان می‌دهد که آرد برگ در گروه a و آرد مخلوط و همچنین آرد ساقه در گروه b گروه‌بندی دانکن قرار می‌گیرد. به‌عبارت دیگر اختلاف معناداری بین استفاده از آرد مخلوط و آرد ساقه مشاهده نشد ولی هر دو اختلاف معناداری با آرد برگ داشتند.



شکل ۲- تاثیر درصد آرد نخل و نوع ماده بر مدول الاستیسیته خمشی چندسازه‌های چوب- پلاستیک.

سلولز خواص مکانیکی بهتری نسبت به سایر اجزا مواد لیگنوسلولزی دارد. مقدار بیشتر سلولز در ذرات برگ نخل باعث افزایش مدول الاستیسیته خمشی در تخته‌های ساخته شده از آن شد. از طرفی مقدار لیگنین بیشتر در ذرات برگ نیز سبب می‌شود که چسبندگی ذرات لیگنوسلولزی به ماده زمینه (پلیمر) افزایش یابد. در واقع لیگنین خواصی مشابه پلیمر گرمانرم داشته و ذوب می‌شود. در نتیجه انتقال تنش از ماده زمینه به ماده لیگنوسلولزی بیشتر شده و خواص مکانیکی چندسازه‌های ساخته شده از آرد برگ افزایش می‌یابد (شاکری و هاشمی، ۲۰۰٤). از طرفی ضریب لاغری بالاتر در ذرات برگ خواص خمشی را بیشتر از سایر خواص بهبود می‌بخشد. در واقع با ازدیاد طول الیاف تنش از فاز زمینه به الیاف بهتر منتقل شده و در نتیجه چندسازه مقاومت‌تری ساخته خواهد شد (اسوالد، ۱۹۹۹).

مقاومت کششی: نتایج تجزیه واریانس مقاومت کششی و معنی‌دار بودن عوامل مختلف در جدول ٦ آمده است.

www.SID.ir

جدول ٦- تجزیه واریانس مقادیر مقاومت کششی.

منبع تغییرات	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	F	معنی داری
تیمار	۲۱٤.٥٥۳	۸	۲٦.۸۱۹	۲۱.٦۲٦	*
نوع ماده (a)	٤.۲۷٥	۲	۲.۱۳۷	۱.۷۲٤	۰.۲۰۷
درصد اختلاط (b)	۲۰٤.٥۰۰	۲	۱۰۲.۲٥۰	۸۲.٤٥۱	*
اثر متقابل ab	٥.۷۷۸	٤	۱.٤٤٤	۱.۱٦٥	۰.۳٥۹
خطا	۲۲.۳۲۲	۱۸	۱.۲٤۰		
کل	۲۳٦.۸۷٥	۲٦			

* معنی داری در سطح ۱ درصد.

همچنین میانگین مقاومت کششی هر سه تکرار در هر تیمار محاسبه شده و سپس دسته‌بندی و مقایسه شد که در جدول ۷ ارائه شده است.

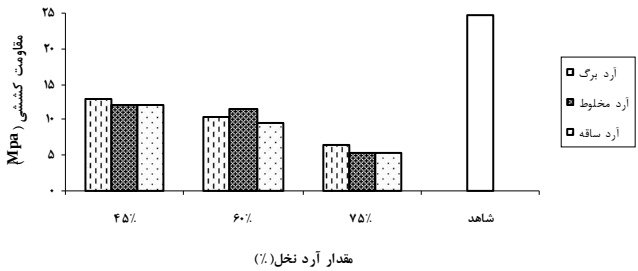
جدول ۷- مقایسه و دسته‌بندی میانگین‌های مقاومت کششی.

تیمار	تعداد	زیر مجموعه			
		A	B	C	D
برگ ٤٥	۳	۱۲.۹۸٦۷			
مخلوط٤٥	۳	۱۲.۱۸٦۷	۱۲.۱۸٦۷		
ساقه٤٥	۳	۱۲.۱٥۰۰	۱۲.۱٥۰۰		
مخلوط٦۰	۳	۱۱.٤٤٦۷	۱۱.٤٤٦۷	۱۱.٤٤٦۷	
برگ٦۰	۳		۱۰.۳٦۰۰	۱۰.۳٦۰۰	
ساقه٦۰	۳			۹.٥۹۰۰	
برگ۷٥	۳				٦.۷٥۱۳
ساقه۷٥	۳				٥.٤٦٦۷
مخلوط۷٥	۳				٥.۳۹٦۷

همان‌طوری که در شکل ۳ ملاحظه می‌شود با افزایش میزان آرد نخل از میزان مقاومت کششی کاسته می‌شود و این اختلاف در بین تمامی تیمارها معنادار است. در حالی‌که اختلاف معنی‌داری بین هیچ یک از حالت‌های نوع آرد مصرفی وجود نداشت. این نتایج با نتایج مطالعات اکثر محققان دیگر مطابقت دارد (زاینی و همکاران، ۱۹۹٥؛ حنفی و همکاران، ۱۹۹٦؛ روزمان و همکاران، ۱۹۹۸).

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۳- تاثیر درصد آرد نخل و نوع ماده بر مقاومت کششی چندسازه‌های چوب- پلاستیک.

در پژوهشی که توسط حنفی و همکاران (۱۹۹۶) بر روی چندسازه آرد نخل روغنی و لاستیک طبیعی صورت گرفت مشخص شد که افزایش مقدار آرد نخل روغنی در لاستیک طبیعی باعث کاهش مقاومت کششی می‌شود. در پژوهش دیگری نیز که توسط گرجانی و امیدوار (۲۰۰۵) با ساخت چندسازه چوب- پلاستیک از ذرات کاه گندم و پلی‌اتیلن صورت گرفت مشخص شد که تا حد ۳۰ درصد افزودن پرکننده به پلیمر مقاومت‌های مکانیکی افزایش می‌یابد.

نتیجه‌گیری

۱- با افزایش درصد پرکننده مدول گسیختگی و مقاومت کششی کاهش می‌یابد و بیشترین مقدار این دو پارامتر مربوط به پلی‌اتیلن خالص بود.

۲- با افزایش درصد پرکننده تا ٦۰ درصد مدول الاستیسیته خمشی افزایش می‌یابد.

۳- استفاده از آرد برگ و آرد مخلوط باعث افزایش مدول گسیختگی نسبت به چندسازه‌های ساخته شده از آرد ساقه شد.

٤- استفاده از آرد برگ باعث افزایش مدول الاستیسیته خمشی در مقایسه با چندسازه‌های ساخته شده از آرد مخلوط و آرد ساقه شد.

۵- اختلاف معنی‌داری بین چندسازه‌های ساخته شده از انواع آرد مصرفی در مورد مقاومت کششی وجود نداشت.

www.SID.ir

سپاسگزاری

از حمایت جناب آقا سعید حاجیان عضو هیات‌علمی موسسه خرما و میوه‌های گرمسیری کشور سپاسگزاری می‌نمائیم.

منابع

1. American Society for Testing and Materials, ASTM Handbook 2005.
2.Charmhali, M., Kazemi Najafi, S. Tajvidi, M., and Poudinehpoor, M.A. 2006. Mechanical properties of wood- plastic composite made from particleboard and MDF wastes and polyethylene (HDPE) wastes, Iranian Journal of Wood and paper Science Research 20: 2. 271- 284.
3.Eckert, C. 2000. Opportunities for natural fibers in plastic composites. Pp. 14. In: Proceedings of progress in wood Fiber- plastic composites Conference, Toronto, Canada.
4.Gilbert, S., and Richard, D. 1994. Cellulosic polymers, blends and composites, Chapter 6. Hanser Press, New York, Pp: 115-130.
5.Gorjani, F., and Omidvar, A. 2005. Investigation on manufacturing process and mechanical properties wheat straw/ recycled polyethylene composite. Pajouhesh and Sazandegi, 72: 84-88. (In Persian)
6.Hanafi, I., Rozman, H.D., Jaffri, R.M., and Mohd Ishak, Z.A. 1996. Oil palm wood flour reinforced epoxidized natural rubber composites: The effect of filler content and size. European Polymer Journal, 33:10. 1627-1632.
7.Hattotuwa, G., Premalal, B., Ismail, H., and Bahrain, A. 2002. Comparison of the mechanical properties of rice husk powder filled polypropylene composites with talc filled polyethylene composites. Polym Test, 21:7. 833-839.
8.Khademi, R., R. Behseresht, and N. Farrar. 2006. Suitable methods for plant residue managing in Iran's Palm grove. Bushehr Province Agricultural and Natural Resource Research Center. 23 pp. (In Persian)
9.Lee, S.Y., Yang, H.S., Kim, H.J., Leong, C.S., Lim, B.S., and Lee, J.N. 2004. Creep behavior and manufacturing parameters of wood flour filled polypropylene composites. Composite structure, 65: 3-4. 459-469.
10.Myres, G.E., Cahaydi, I.S., Coberly, C.A., and Ermer D.S. 1991. International Polymeric materials Journal, 15: 21-24.
11.Osswald, T.A. 1999. Fundamental principles of polymer composites: Processing and design. Pp. 8. In: proceding of 5th International Conference on Wood Fiber-Plastic Composites, Madison, W.I., U.S.A.
12.Rozman, H.D., Ismail, H., Jaffri, R.H., Aminullah, A., and Mohd Ishak, Z.A. 1998. Polyethylene- oil palm frond composites- A preliminary study on mechanical properties. International Journal of Polymeric Materials, 39: 3. 161-172.

www.SID.ir

13. Sanadi, A.R., Walz, K., Weiloch, L., Jacobson, R.E., Caulifield, D.F., and Rowell, R.M. 1995. Effect of matrix modification on lignocellulosic composite. Pp. 11. In: Proceeding of 3rd international Conference on wood fiber-plastic composites, Madison, W.I., U.S.A.
14. Shakeri, A., and Hashemi, S.A. 2002. Mechanical and morphological properties of pulp paper reinforced- HDPE composites. Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources, 9: 3. 171- 183. (In Persian).
15. Yang, H.S., Kim, H.J., Lee, B.J., and Hwang, T.S. 2004. Water absorption behavior and mechanical properties of lignocellulosic filler-polyolefin bio-composites. Composite Structure, 72: 4. 429- 437.
16. Zaini, M.J., Faud, M.Y.A., Ismail, Z., Mansor, M.S., and Mustafah, J. 1996. The effect of filler content and size on the mechanical properties of polypropylene/ oil palm wood flour composites. Polym. Int. 40: 51-55.

Archive of SID

www.SID.ir

Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources
J. of Wood & Forest Science and Technology, Vol. 18(4), 2012
http://jwsc.gau.ac.ir

Investigation on the Mechanical Properties of Polyethylene/Date Palm Wood Flour Composite: The Effect of Filler Content and Type

[*]S.M. Mirmehdi[1], A. Omidvar[2], M. Madhoushi[3] and A. Shakeri[4]
[1]M.Sc. student of Wood composites, [2]Prof., Dept. of Wood and Paper Technology, [3]Associate Prof., Dept. of Wood and PaperTechnology, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, [4]Associate Prof. Dept. of Chemistry, Golestan University
Received: 2009-6-20; Accepted: 2011-6-1

Abstract

The effect of the filler content and the different type of wood flour on the mechanical properties of polyethylene- date palm wood flour (DPWF) composite which are gathered from date palm tree annual pruning was studied. The different types of DPWF were stem, leaf and the mixture of stem and leaf. Composites were made at 45, 60 and 75 % by weight filler contents. The particle size was 25-40 mesh and maleic anhydride modified polyethylene was also added at 2% of total weight of each board. Linear Low Density Polyethylene (LLDPE) was used as control in this research. First, the palletized feedstock from DPWF and plastic were provided by a twin screw extruder and then, the compound pellets were ground and the final boards were made by a hot-press. It was observed that by increasing the filler content, modulus of rupture and tensile strength decreased, while the flexural modulus increased. The tensile strength did not show significant differences as a function of the filler type. The flexural modulus of the boards made from leaf flour, was significantly higher than boards made from mixed and stem flour respectively, while there was no significant difference between these two treatments. The modulus of rupture of the boards made from mixed flour was higher than the boards made from leaf flour but there was no significant difference between them, while there was significant difference between modulus of rupture of the boards made from stem flour with other two treatments.

Keywords: Wood-plastic composites (WPCs); Date palm wood flour (DPWF); Linear Low-density Polyethylene (LLDPE); mechanical properties.

[*]Corresponding Author; E-mail: mohamadmirmehdi@yahoo.com

www.SID.ir
Archive of SID