اثر دمای غوطه‌وری بر جذب آب کوتاه‌مدت موادمرکب چوب پلاستیک حاصل از پلی‌اتیلن سنگین - پرکننده‌های لیگنوسلولزی

عبدالله نجفی[۱] ، مهدی فائزی‌پور[۲]

چکیده

در این تحقیق اثر دمای غوطه‌وری بر جذب آب کوتاه مدت مواد مرکب چوب‌پلاستیک حاصل از پلی‌اتیلن سنگین - پرکننده لیگنوسلولزی در مقایسه با موادمرکب چوبی رایج مورد مطالعه قرار گرفت. به این منظور از مواد لیگنوسلولزی مختلف شامل خاک اره چوب، آرد پوسته برنج، خاک اره تخته‌خرده‌چوب (به‌عنوان پرکننده) و پودر پلی‌اتیلن‌سنگین (به‌عنوان پلیمر) با نسبت وزنی 60 به 40 در دما و فشار ثابت به‌روش خشک مخلوط/پرس گرم تخته‌های چوب‌پلاستیک ساخته‌شد. دانسیته تخته‌ها یک گرم بر سانتی‌متر مکعب و ابعاد آن 1×35×35 سانتی‌متر در نظر گرفته‌شد. سپس جذب آب و واکشیدگی‌ضخامت 2 و 24 ساعت بعد از غوطه‌وری نمونه‌های چوب پلاستیک، تخته‌خرده‌چوب و تخته‌فیبر با دانسیته متوسط در آب با دماهای 20، 40 و 60 درجه سانتی‌گراد اندازه‌گیری شد. نتایج نشان‌داد که با افزایش دمای غوطه‌وری، جذب آب و واکشیدگی ضخامت نمونه‌ها افزایش می‌یابد به نحوی که جذب آب و واکشیدگی‌ضخامت کوتاه‌مدت به‌صورت سهمی‌وار تحت تاثیر افزایش دمای‌غوطه‌وری قرار می‌گیرد. همچنین بیشترین میزان جذب‌آب کوتاه‌مدت و واکشیدگی‌ضخامت در دماهای متفاوت غوطه‌وری در تخته‌خرده-چوب و کمترین در ماده‌مرکب چوب‌پلاستیک پلی اتیلن‌سنگین - آرد پوسته‌برنج مشاهده گردید.

واژه های کلیدی: ماده‌مرکب چوب‌پلاستیک، پرکننده، پلی‌اتیلن‌سنگین، جذب‌آب کوتاه‌مدت، دمای غوطه‌وری.

۱- استادیار و عضو هیات علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد چالوس

Email: ab_najafi@yahoo.com

۲- استاد گروه علوم و صنایع چوب و کاغذ دانشکده منابع‌طبیعی دانشگاه‌تهران

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

مقدمه

موادمرکب چوب - پلاستیک هر روز بیش از گذشته مورد توجه قرار گرفته و ترکیبات سازنده و فن‌آوری تولید آن در حال گسترش می‌باشد. تخته‌های چوب - پلاستیک که به‌صورت تخته‌کوبی کف، تراس و ایوان، دیوار، نرده‌بندی و اسکله و امکانات بندری ساخته می‌شوند، در تماس با محیط مرطوب و آب مورد استفاده قرار می‌گیرند. در ساخت موادمرکب چوب – پلاستیک، از مواد و الیاف چوبی و لیگنوسلولزی استفاده می‌شود که گاه تا ۷۰ درصد وزنی آنها را تشکیل می‌دهند. جذب آب و رطوبت توسط مواد لیگنوسلولزی به‌دلیل طبیعت آبدوستی‌شان می‌تواند به‌عنوان یک پارامتر محدودکننده مصرف آنها باشد. جذب آب و رطوبت موجب نقضان بعضی از خواص کاربردی موادمرکب چوب - پلاستیک می‌گردد، به‌خصوص در کاربردهای خارج از ساختمان جذب‌رطوبت و اثرات آن بر خواص فیزیکی و مکانیکی می‌تواند یک عامل محدودکننده مصرف باشد(نجفی و کاظمی نجفی، ۲۰۰۷، جرج و همکاران[1]، ۲۰۰۱، اسپرت[2] و همکاران، ۲۰۰۴). تحقیقات زیادی در مورد خواص جذب آب موادمرکب چوب - پلاستیک صورت گرفته‌است (اسپرت، ۲۰۰۴، پوتان و توماس[3]، ۲۰۰۴، شای و گاردنر[4]، ۲۰۰۶، تجویدی و ابراهیمی، ۲۰۰۳). بعضی از محققین کوشیدند تا خاصیت جذب آب آن‌را کاهش دهند(پوتان و توماس، ۲۰۰۴، جرج و همکاران، ۲۰۰۱).

مواد مرکب چوب - پلاستیک علاوه بر رطوبت، ممکن است در معرض دامنه وسیعی از حرارت نیز قرار گیرند، حرارت موجب تشدید اثرات ناخوشایند رطوبت می‌گردد و بر روند، مقدار و سرعت جذب آب تاثیر می‌گذارد (بائو و ئی[5]، ۲۰۰۲). حرارت اثرات برگشت ناپذیری در ماده‌مرکب ایجاد می‌کند و ممکن است تاثیرات جذب آب بر ماده‌مرکب را بسیار پیچیده نماید(بائو و ئی، ۲۰۰۲). میزان و روند جذب آب در موادمرکب چوب - پلاستیک به‌عوامل مختلفی نظیر نوع و مقدار پلاستیک، نوع و مقدار پرکننده سلولزی، استفاده یا عدم استفاده از سازگارکننده، روش ساخت، درجه‌حرارت و غیره بستگی دارد (کاظمی نجفی و همکاران، ۲۰۰۷، جرج و همکاران، ۲۰۰۱، اسپرت و همکاران، ۲۰۰۴). کاظمی نجفی و همکاران (۲۰۰۷) اثر دمای غوطه‌وری بر جذب‌آب کوتاه‌مدت موادمرکب چوب - پلاستیک که از چندین نوع پلاستیک خام و بازیافتی و خاک اره چوب ساخته شده‌بودند را مورد بررسی قرار داده و نتیجه گرفتند که دمای غوطه‌وری موجب تشدید جذب آب این مواد می‌شود. نجفی(۱۳۸۶) اثر دمای غوطه‌وری بر روند جذب آب طولانی‌مدت ماده‌مرکب چوب‌پلاستیک حاصل از خاک اره- پلی‌اتیلن‌سنگین را مورد بررسی قرار داد و گزارش کرد که دمای غوطه‌وری بر زمان رسیدن به حداکثر جذب‌آب و میزان جذب‌آب حداکثر و نیز بر ضریب‌انتشار رطوبت موثر است. فالک[6] و همکاران(۱۹۹۹) در تحقیقی که جهت مقایسه اوراق فشرده

[1] George
[2] Espert
[3] Pothan and Thomas
[4] Shi and Gardner
[5] Bao and Yee
[6] Falk

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

چوبی و موادمرکب الیاف چوب- پلاستیک انجام داده‌اند، عنوان کردند که کامپوزیت‌های الیاف چوب- پلاستیک از لحاظ پایداری ابعاد از سایر اوراق‌فشرده چوبی بهتر هستند. در این بررسی این نوع کامپوزیت‌ها با اوراق‌فشرده شامل تخته‌خرده‌چوب، تخته‌فیبر با دانسیته متوسط، تخته‌فیبر سخت، تخته‌چندلایی و تخته- تراشه مورد مقایسه قرار گرفتند. این بررسی نشان داد که جذب آب و تغییر ابعاد در کامپوزیت‌های الیاف چوب- پلاستیک نسبت به سایر اوراق‌فشرده چوبی مطلوب‌تر بوده‌است. اسپرت و همکاران (۲۰۰۴) جذب آب بلندمدت و مقاومت‌های مکانیکی قبل و بعد از غوطه‌وری طولانی‌مدت موادمرکب ساخته‌شده از الیاف سلولز در سطوح ۱۰، ۲۰، ۳۰ درصد پلی‌پروپیلن را در دماهای ۲۳، ۵۰، ۷۰ درجه سانتی‌گراد مورد بررسی قرار دادند و فرآیند جذب‌آب را به‌وسیله قانون فیک مطالعه کردند، آنها به‌علاوه ضریب‌انتشار رطوبت را به‌وسیله قانون آرینیوس تخمین زدند و نتیجه گرفتند که اولا مقاومت‌های مکانیکی نمونه‌های اشباع از آب از نمونه‌های خشک کمتر است و ثانیا با افزایش دمای آب مقدار جذب‌آب و ضریب‌انتشار رطوبت افزایش می‌یابد.

با توجه به این‌که موادمرکب چوب-پلاستیک ممکن است همزمان تحت تاثیر آب و حرارت قرار گیرند، بنابراین در این تحقیق سعی شده‌است اثر دمای غوطه‌وری بر جذب آب کوتاه‌مدت ماده‌مرکب چوب-پلاستیک مورد مطالعه قرار گیرد و با موادمرکب چوبی رایج (تخته‌خرده‌چوب و تخته‌فیبر با دانسیته متوسط) مقایسه گردد.

مواد و روش‌ها

در این مطالعه از پلی‌اتیلن‌سنگین محصول شرکت صنایع پتروشیمی اراک با درجه ۵۲۱۸ و شاخص- جریان‌مذاب[1] (MFI)g/10min ۱۳/۵ استفاده شد. شاخص مذکور در دمای $190^{o}C$ و با وزنه kg ۲/۱۵ اندازه‌گیری شده‌است. مواد لیگنوسلولزی مورد استفاده در این تحقیق به‌عنوان پرکننده شامل خاک اره حاصل از برش الوارهای نراد، خاک اره حاصل از برش تخته‌خرده‌چوب و آرد پوسته‌برنج بودند. ترکیب شیمیایی چوب و پوسته‌برنج در جدول ۱ نشان داده‌شده‌است. دانه‌بندی مواد لیگنوسلولزی مورد استفاده در جدول ۲ آمده است. جهت مقایسه جذب آب موادمرکب چوب- پلاستیک مورد مطالعه با تخته‌های مرکب چوبی رایج از تخته‌خرده‌چوب ساخت کارخانه نئوپان گنبد و تخته‌فیبر با دانسیته متوسط[2] ساخت کارخانه صنایع- چوب خزر کاسپین که به‌ترتیب دارای ضخامت ۱۵/۵ میلی‌متر و ۱۵ میلی‌متر که دانسیته هر دو تخته مرکب ۰/۷ گرم بر سانتی‌متر مکعب می‌باشد، استفاده شد.

[1] -Melt Flow Index
[2] MDF

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

جدول ۱ - ترکیب شیمیایی پرکننده‌ها (هاتوتوانا و پرمالال[1]، ۲۰۰۲)

نوع پرکننده	هولوسلولز	لیگنین	خاکستر	غیره
پوسته‌برنج	۵۹/۹	۲۰/۶	۱۳/۲	۶/۵
چوب[1]	۶۲/۵	۲۶/۲	۰/۴	۱۰/۹

۱-چوب به صورت کلی مورد توجه می باشد.

جدول۲- دانه‌بندی مواد(%)

	مش				
نوع مواد	>۱۰۰	۶۰-۱۰۰	۳۰-۶۰	۱۸-۳۰	<۱۸
خاک اره نراد	۰/۵	۱۰/۲	۳۷/۷	٤۰/۲	۱۱/٤
خاک اره تخته‌خرده‌چوب	۱۳/۵	۲۵/۵	٤۰/۰	۱۸/۰	۳/۰
آرد پوسته‌برنج	۷/۰	۲۰/۰	٤۰/۰	۳۳/۰	—

آماده‌سازی پرکننده‌ها و پلاستیک

پرکننده‌های لیگنوسلولزی به‌مدت ۲۴ ساعت در آون با دمای ۲±۱۰۲ درجه سانتی‌گراد قرار گرفته و کاملا خشک شدند و برای جلوگیری از جذب رطوبت در کیسه‌های پلاستیکی در بسته قرار داده‌شدند. برای اختلاط بهتر بین پرکننده‌ها و پلیمر، گرانول‌های پلی‌اتیلن در مجتمع صنایع پلاستیک طبرستان به پودر تبدیل شده‌اند.

فرآیند اختلاط مواد و ساخت تخته چوب - پلاستیک

پرکننده‌های لیگنوسلولزی با نسبت‌وزنی ۶۰ درصد با پلی‌اتیلن در یک مخلوط‌کن دور بالا قرار گرفته و با سرعت ۱۵۰۰ دور در دقیقه به‌مدت ۵ دقیقه کاملا مخلوط شدند. سپس با استفاده از شابلون و به‌وسیله پرس هیدرولیک گرم و با فشار ثابت تخته‌های چوب – پلاستیک به ابعاد۱۰×۳۵۰×۳۵۰ میلی‌متر با دانسیته ۱ گرم بر سانتی‌متر مکعب ساخته‌شدند. زمان و دمای پرس به‌ترتیب ۲۵ دقیقه و ۱۹۰ ℃ تنظیم شد. در ۲۰ دقیقه اول زمان‌پرس گرم از دو عدد فضادهنده[2] فولادی (به ضخامت 5mm) در طرفین شابلون استفاده شد. پس از مرحله پرس‌گرم، تخته‌ها به‌مدت ۵ دقیقه در پرس‌سرد قرار داده‌شدند تا تحت فشار، سرد شوند و در مجموع ۳ نوع تخته و از هر نوع ۵ تکرار ساخته شد. تخته‌های ساخته‌شده در دمای ۲±۲۰ ℃ و رطوبت

[1] Hattotuwa and Permalal
[2] spacer

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

نسبی ۵±۶۵% به‌مدت دو هفته نگهداری شده تا به شرایط ثابتی برسد. علامت شناسایی موادمرکب چوب-پلاستیک و موادمرکب چوبی در جدول ۳ آمده است.

جدول ۳- علامت شناسایی موادمرکب چوب‌پلاستیک و موادمرکب چوبی مورد مطالعه

مواد	علامت شناسایی
پلی‌اتیلن - خاک اره نراد	PE/WF
پلی‌اتیلن - خاک اره تخته‌خرده‌چوب	PE/PB
پلی‌اتیلن - آرد پوسته‌برنج	PE/RH
تخته‌خرده‌چوب	PB
تخته‌فیبر با دانسیته متوسط	MDF

اندازه‌گیری جذب آب و واکشیدگی‌ضخامت

نمونه‌برداری و اندازه‌گیری جذب آب و واکشیدگی‌ضخامت مطابق با استاندارد DIN EN 317 انجام شد. بدین منظور تعداد ۵ نمونه خشک شده (۵۰×۵۰mm) از هر تخته در آب مقطر با دماهای ۲±۲۰ و ۲±۴۰ و ۲±۶۰ درجه سانتی‌گراد غوطه‌ور شده و بعد از ۲ و ۲۴ ساعت، جذب آب و واکشیدگی‌ضخامت آنها اندازه‌گیری شد. جهت توزین نمونه‌ها از ترازوی دیجیتالی با دقت ۰/۰۰۱ گرم و برای اندازه‌گیری ضخامت آنها از میکرومتر با دقت ۰/۰۰۱ میلی‌متراستفاده شد. مقدار جذب آب از رابطه ۱ محاسبه شد:

$$M_t = \frac{W_t - W_0}{W_0} \times 100 \qquad \text{رابطه ۱}$$

که $\mathbf{M_t}$ درصد جذب آب بعد از ۲ و ۲۴ ساعت غوطه‌وری، $\mathbf{W_t}$ وزن بعد از ۲ و ۲۴ ساعت غوطه‌وری و $\mathbf{W_0}$وزن اولیه(خشک) نمونه می‌باشد. درصد واکشیدگی‌ضخامت نیز از رابطه ۲ محاسبه شد که $\mathbf{TS_t}$ درصد واکشیدگی‌ضخامت بعد از ۲ و ۲۴ ساعت غوطه‌وری و $\mathbf{T_t}$ ضخامت نمونه‌ها بعد از ۲ و ۲۴ ساعت غوطه‌وری و $\mathbf{T_0}$ ضخامت اولیه (خشک) نمونه می‌باشد.

$$TS_t = \frac{T_t - T_0}{T} \times 100 \qquad \text{رابطه ۲}$$

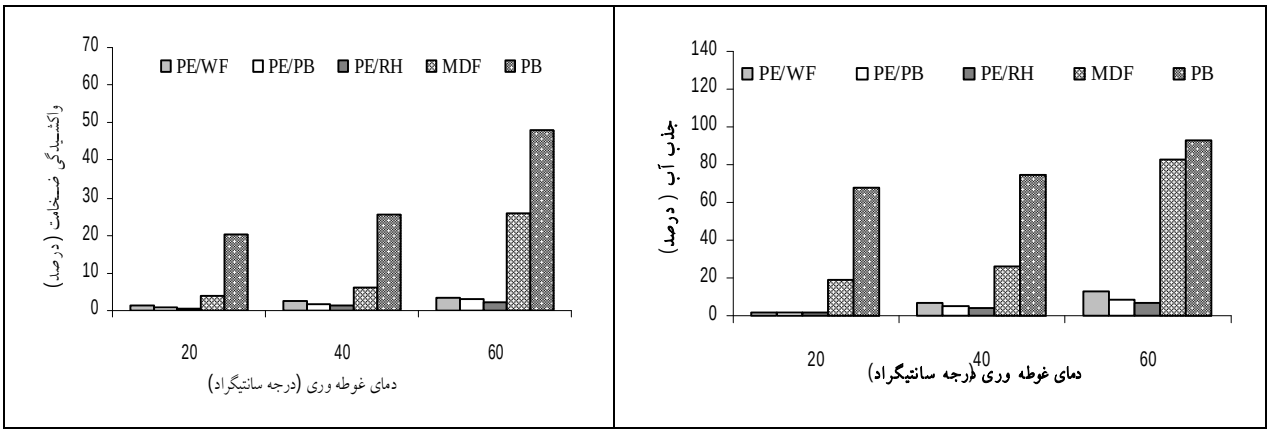
روش آماری

تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها در قالب طرح‌آماری فاکتوریل مورد مقایسه قرار گرفت و گروه‌بندی میانگین‌ها نیز بر اساس آزمون دانکن در سطح اطمینان ۹۵% انجام شد.

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

نتایج

شکل ۱ جذب‌آب و واکشیدگی‌ضخامت موادمرکب را در ۲ ساعت غوطه‌وری نشان می‌دهد. در هر دمای غوطه‌وری نمونه‌های موادمرکب تخته‌خرده‌چوب و MDF بیش از سایرین آب جذب کرده و واکشیدگی‌ضخامت بیشتری نشان دادند و نمونه‌های تخته‌خرده‌چوب نیز بیش از نمونه‌های MDF جذب آب و واکشیدگی ضخامت نشان داد.



شکل ۱ جذب آب و واکشیدگی ضخامت مواد مرکب مورد مطالعه در ۲ ساعت غوطه وری

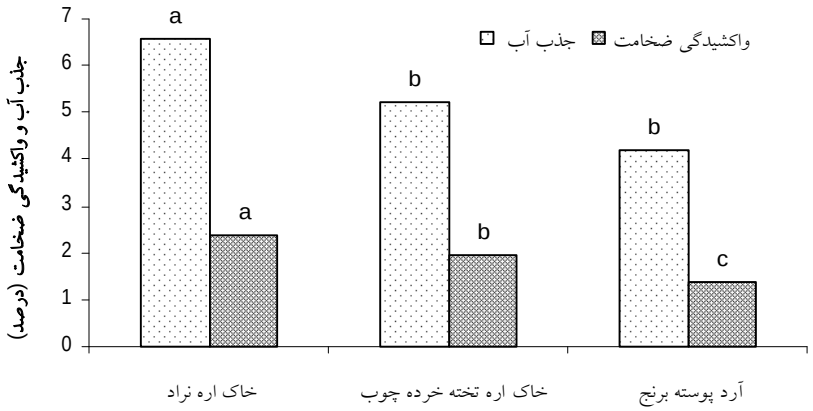
شکل ۱ همچنین نشان می‌دهد که با افزایش دمای غوطه‌وری مقدار جذب آب و واکشیدگی‌ضخامت افزایش می‌یابد. در هر دمای غوطه‌وری نمونه‌های موادمرکب چوب- پلاستیک حاوی پرکننده خاک اره نراد بیش از سایر موادمرکب چوب- پلاستیک آب جذب کرده و ضخامت‌شان واکشیده شد. کمترین مقدار در ماده‌مرکب چوب- پلاستیک حاوی پرکننده آرد پوسته‌برنج مشاهده گردید و ماده‌مرکب چوب- پلاستیک حاوی خاک اره تخته‌خرده‌چوب کمتر از ماده‌مرکب چوب- پلاستیک حاوی خاک اره نراد آب جذب کرده و واکشیدگی‌ضخامت نشان دادند. جدول ۴ تجزیه‌واریانس اثر نوع پرکننده و دمای غوطه‌وری بر جذب‌آب در ۲ ساعت غوطه‌وری را نشان می‌دهد.

جدول۴- تجزیه‌واریانس اثر متغیرها بر جذب‌آب و واکشیدگی‌ضخامت در ۲ ساعت غوطه وری

نوع آزمون	منابع تغییرات	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	معنی‌داری
جذب آب	پرکننده	٤٢/٨٨	۲	۲۱/٤٤	۰/۰۰۰
در	دمای غوطه‌وری	٤٧٢/٣٧	۲	۲۳٦/۱۹	۰/۰۰۰
۲ ساعت	پرکننده × دمای غوطه‌وری	٤٢/۰۲	۴	۱۰/۵۰	۰/۰۰۳
واکشیدگی	پرکننده	۷/۲۲	۲	۳/٦۱	۰/۰۰۰
ضخامت	دمای غوطه‌وری	۲۷/٥٤	۲	۱۳/۷۷	۰/۰۰۰
در ۲ ساعت	پرکننده × دمای غوطه‌وری	۰/۲۰	۴	۰/۰۵	۰/۸۳

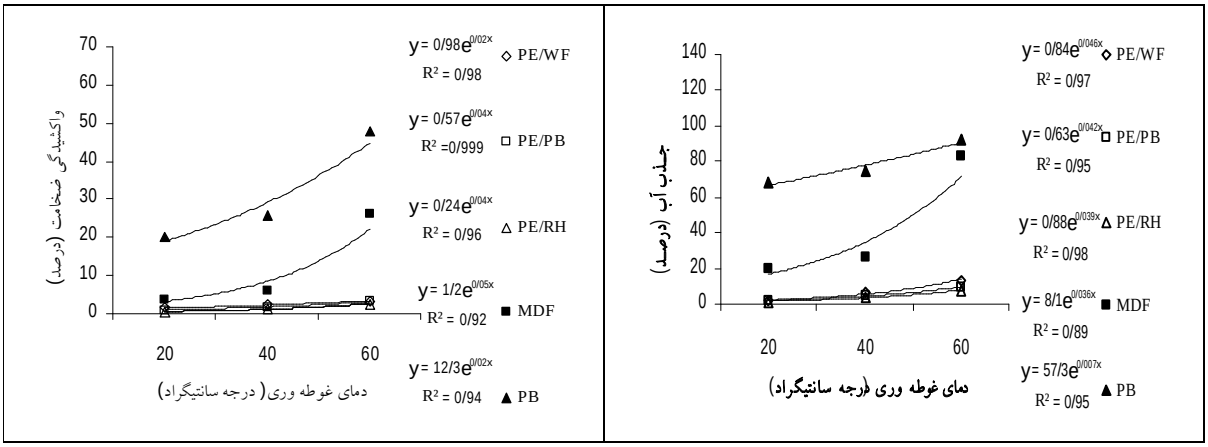
PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

همان‌گونه که جدول ۴ نشان می‌دهد اثر نوع پرکننده و دمای غوطه‌وری و نیز اثر متقابل نوع پرکننده و دمای غوطه‌وری بر ۲ ساعت غوطه‌وری در آزمون جذب‌آب معنی‌دار است. در آزمون واکشیدگی‌ضخامت تنها اثر متقابل نوع پرکننده و دمای غوطه‌وری معنی‌دار نمی‌باشد. شکل ۲ اثر نوع پرکننده بر جذب‌آب و واکشیدگی‌ضخامت در ۲ ساعت غوطه‌وری در همه دماهای غوطه‌وری و گروه‌بندی آنها بر اساس آزمون دانکن را نشان می‌دهد.



شکل ۲- اثر نوع پرکننده بر جذب آب و واکشیدگی ضخامت ۲ ساعت در دماهای غوطه وری

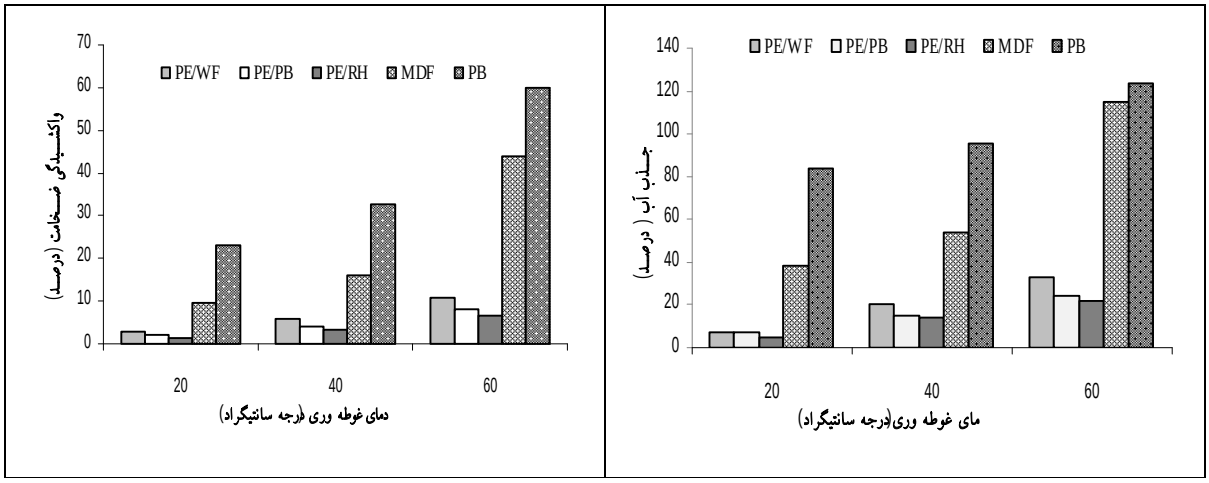
همان‌گونه‌که شکل ۲ نشان می‌دهد، در آزمون جذب‌آب تنها پرکننده خاک اره نراد در یک گروه و بالاتر از دو پرکننده دیگر قرار گرفته‌است و پرکننده خاک اره تخته‌خرده‌چوب و آرد پوسته‌برنج در یک گروه قرار دارند. درحالی‌که در آزمون واکشیدگی‌ضخامت هر کدام در یک گروه قرار گرفتند. شکل ۳ اثر دمای غوطه‌وری بر جذب‌آب و واکشیدگی‌ضخامت در ۲ ساعت غوطه‌وری را نشان می‌دهد. خطوط رگرسیون و معادله‌های آن نیز در شکل آمده‌است. در ۲ ساعت غوطه‌وری، افزایش دما به‌صورت اکسپونشیال افزایش جذب آب و واکشیدگی‌ضخامت را پیش‌بینی می‌کند.



شکل۳- اثر دمای غوطه‌وری بر جذب‌آب و واکشیدگی‌ضخامت موادمرکب در ۲ ساعت غوطه‌وری

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

شکل ۴ جذب آب و واکشیدگی ضخامت مواد مرکب مورد مطالعه را در ۲۴ ساعت غوطه‌وری نشان می‌دهد. همان‌گونه‌که مشاهده می‌گردد، در هر دمای غوطه‌وری نمونه‌های تخته‌خرده‌چوب و MDF جذب-آب و واکشیدگی‌ضخامت بیشتری نسبت به موادمرکب چوب- پلاستیک از خود نشان دادند به علاوه نمونه‌های تخته‌خرده‌چوب نیز بیش از نمونه‌های MDF جذب‌آب و واکشیدگی‌ضخامت نشان داد. در میان موادمرکب چوب- پلاستیک نمونه‌های حاوی پرکننده خاک اره نراد بیشترین و نمونه‌های حاوی آرد پوسته-برنج کمتر از سایر پرکننده‌ها آب‌جذب کرده و واکشیدگی‌ضخامت داشته‌است.



شکل ٤- جذب‌آب و واکشیدگی‌ضخامت موادمرکب مورد مطالعه در ٢٤ ساعت غوطه‌وری

جدول ۵ تجزیه‌واریانس اثر نوع پرکننده و دمای غوطه‌وری بر جذب‌آب در ۲۴ ساعت غوطه‌وری را نشان می‌دهد. همان‌گونه‌که مشاهده می‌شود، در هر دو آزمون اثر نوع پرکننده و دمای غوطه‌وری و نیز اثر متقابل نوع پرکننده و دمای غوطه‌وری معنی‌دار می‌باشد.

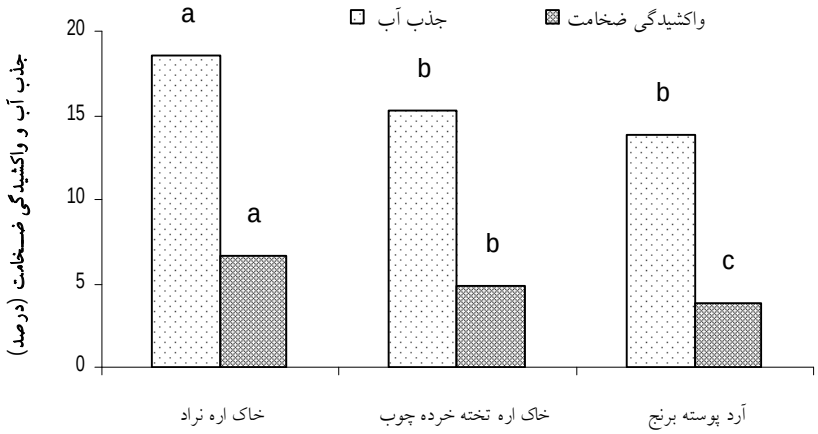
جدول ۵- تجزیه‌واریانس اثر متغیرها بر جذب‌آب و واکشیدگی‌ضخامت در ۲۴ ساعت غوطه‌وری

نوع آزمون	منابع تغییرات	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	معنی‌داری
جذب آب	پرکننده	۱۸۰/۱	۲	۹۰/۱	۰/۰۰۰
در	دمای غوطه وری	۳۰۲۰/۷	۲	۱۵۱۰/٤	۰/۰۰۰
۲۴ ساعت	پرکننده × دمای غوطه وری	۱٤٥/٦	۴	۳۶/۴	۰/۰۰۰
واکشیدگی	پرکننده	۲۹/۵	۲	۱٤/۷۵	۰/۰۰۰
ضخامت	دمای غوطه وری	۱۷۵/۵	۲	۷۸/۷۵	۰/۰۰۰
در ۲۴ ساعت	پرکننده × دمای غوطه وری	۲/۴	۴	۰/۶	۰/۰۲۱

شکل ۵ اثر نوع پرکننده بر جذب‌آب و واکشیدگی‌ضخامت در ۲۴ ساعت در همه دماهای غوطه‌وری و گروه‌بندی آنها بر اساس آزمون دانکن را نشان می‌دهد. بر اساس شکل۵ در آزمون جذب‌آب، پرکننده خاک اره نراد در یک گروه و بالاتر از دو پرکننده دیگر قرار گرفته‌است. پرکننده خاک اره تخته‌خرده‌چوب و آرد

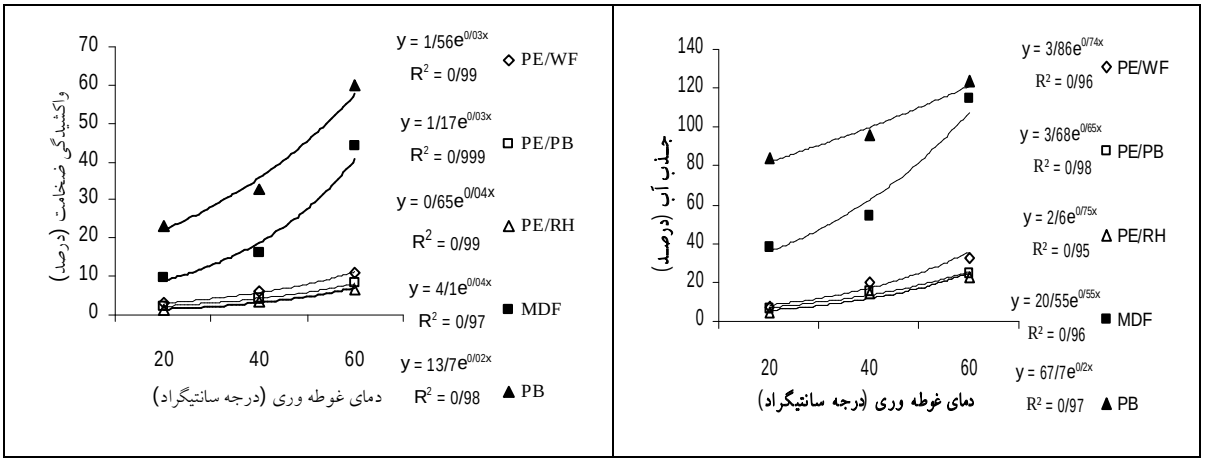
PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

پوسته‌برنج در یک گروه قرار دارند. در حالی‌که در آزمون واکشیدگی‌ضخامت هر یک از پرکننده‌ها در یک گروه قرار گرفتند.



شکل ۵- اثر نوع پرکننده بر جذب آب و واکشیدگی ضخامت ۲٤ ساعت غوطه‌وری در دماهای متفاوت

شکل ۶ اثر دمای غوطه‌وری بر جذب‌آب و واکشیدگی‌ضخامت در ۲۴ ساعت را نشان می‌دهد. خطوط رگرسیون و معادله‌های آن نیز در شکل آمده‌است. افزایش دما، در ۲۴ ساعت غوطه‌وری همانند ۲ ساعت غوطه‌وری به‌صورت تابع اکسپونشیال موجب افزایش جذب آب و واکشیدگی ضخامت می‌گردد. با افزایش زمان غوطه‌وری از ۲ به ۲۴ ساعت و افزایش دمای غوطه‌وری، هر چند تخته‌خرده‌چوب بیشترین جذب آب را نشان می‌دهد ولی نمونه‌های MDF با شدت بیشتری به جذب آب تمایل دارند.



شکل٦- اثر دمای‌غوطه‌وری بر جذب‌آب و واکشیدگی‌ضخامت موادمرکب در ۲٤ ساعت غوطه‌وری

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

جدول ٦ نسبت جذب‌آب در ۲ ساعت به ٢٤ ساعت غوطه‌وری در دماهای متفاوت را نشان می‌دهد. تقریبا در همه دماهای مورد بررسی ماده‌مرکب پلی‌اتیلن- آرد پوسته برنج کمترین و نمونه‌های تخته‌خرده-چوب بیشترین درصد جذب‌آب ۲ ساعت نسبت به ٢٤ ساعت را نشان می‌دهند.

جدول ٦- نسبت جذب‌آب در ۲ ساعت به ٢٤ ساعت غوطه‌وری در دماهای متفاوت (درصد)

مواد مرکب	۲۰ درجه سانتی‌گراد	٤٠ درجه سانتی‌گراد	٦٠ درجه سانتی‌گراد
PE/WF	٢٦	٣٣	٣٩
PE/PB	٢٨	٣٣	٣٧
PE/RH	٢٧	٢٩	٣٢
MDF	٥١	٤٨	٧٢
PB	٨١	٧٨	٧٥

جدول ۷ نسبت واکشیدگی‌ضخامت در ۲ ساعت به ٢٤ ساعت غوطه‌وری در دماهای متفاوت را نشان می‌دهد. تقریبا در همه دماهای مورد بررسی ماده مرکب پلی‌اتیلن- آرد پوسته‌برنج کمترین و نمونه‌های تخته‌خرده‌چوب بیشترین درصد جذب آب ۲ ساعت نسبت به ٢٤ ساعت را نشان می‌دهند.

جدول ۷- نسبت واکشیدگی‌ضخامت در ۲ ساعت به ٢٤ ساعت غوطه‌وری در دماهای متفاوت (درصد)

مواد مرکب	۲۰ درجه سانتی‌گراد	٤٠ درجه سانتی‌گراد	٦٠ درجه سانتی‌گراد
PE/WF	٤٩	٣٩	٣٠
PE/PB	٤٤	٤٣	٣٧
PE/RH	٣٥	٣٩	٣٥
MDF	٣٩	٣٨	٥٩
PB	٨٧	٧٨	٧٩

بحث و نتیجه‌گیری

موادمرکب چوب‌پلاستیک در ۲و۲۴ ساعت غوطه‌وری در هر دمای آب، کمتر از موادمرکب چوبی رایج آب جذب کرده و ضخامت‌شان واکشیده شد. این امر می‌تواند ناشی از کمتر بودن درصد الیاف موادمرکب چوب‌پلاستیک نسبت به تخته‌های تجارتی باشد. زیرا در موادمرکب چوب‌پلاستیک بخشی از الیاف با پلاستیک جایگزین شده‌است. به‌علاوه پوشیده‌شدن قسمتی یا تمام سطح پرکننده‌ها با پلاستیک، که یک ماده آب گریز می‌باشند، نیز موجب جذب آب کم این مواد می‌شود. بیشتر بودن جذب آب در تخته‌های تجاری علاوه بر کمتر بودن دانسیته (در این تخته‌ها دانسیته کمتر می‌تواند نشان‌دهنده خلل و فرج بیشتر باشد و خلل و فرج مکان، مناسبی برای قرار گرفتن مولکول‌های آب است) این تخته‌ها نسبت به نمونه‌های

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

چوب- پلاستیک می‌تواند ناشی از این باشد که در هنگام ساخت این تخته‌ها از چسب اوره فرم‌آلدیید استفاده شده‌است که یک چسب حساس به‌رطوبت است، این چسب در تماس با رطوبت در هنگام جذب-آب تخریب‌شده و الیاف را بیشتر در معرض آب قرار می‌دهد. هر چند نمونه‌های تخته‌خرده‌چوب بیشترین جذب‌آب را نشان دادند ولی با افزایش دما از ۴۰ به ۶۰ تمایل نمونه‌های MDF به جذب‌آب بیشتر گردید. احتمالا دمای بالای ۴۰ درجه سانتی‌گراد تخریب بیشتر چسب اوره فرم‌آلدیید را موجب گردید و به‌دلیل این‌که الیاف و دسته الیاف چوبی (موادچوبی سازنده MDF) حجم بیشتر در وزن مساوی نسبت به خرده-چوب (ماده‌اولیه تشکیل‌دهنده تخته‌خرده‌چوب) دارند، با شدت بیشتری آب جذب کردند. نتایج فالک و همکاران، ۱۹۹۹، نیز مشابه نتایج به‌دست آمده است. در میان موادمرکب چوب‌پلاستیک بیشتر بودن جذب آب ماده‌مرکب پلی‌اتیلن- خاک اره نراد می‌تواند ناشی از ابعاد بزرگ پرکننده آن باشد. بر اساس جدول ۱ پرکننده خاک اره نراد ابعاد بزرگتری نسبت به سایر پرکننده‌ها دارد و جذب‌آب بیشتر آن می‌تواند ناشی از ابعاد بزرگتر آن باشد. نجفی، ۱۳۸۶و تجویدی و آزاد، ۲۰۰۸، در مطالعه بر روی اثر ابعاد آرد نی بر جذب-آب ماده‌مرکب پلی پروپیلن- آرد نی گزارش دادند که ماده‌مرکب با ذرات بزرگتر آرد، جذب‌آب بیشتری نشان دادند. پرکننده آرد پوسته‌برنج به‌دلیل ترکیب شیمیایی متفاوت با موادچوبی (جدول۱)، جذب‌آب کمتری نشان می‌دهد که مشابه نتایج هاتوتوانا و پرمالال، ۲۰۰۲ می‌باشد. خاک اره تخته‌خرده‌چوب که به-عنوان پرکننده در ماده‌مرکب چوب- پلاستیک استفاده شده‌است، در هر دمای غوطه‌وری جذب آب کمتری نسبت به پرکننده خاک اره نراد نشان داد، این می‌تواند ناشی از کمتر بودن ماده‌چوبی آن باشد زیرا دارای مقداری چسب است که در هنگام تولید تخته‌خرده‌چوب به آن اضافه گردید. نسبت جذب‌آب و واکشیدگی ضخامت ۲ ساعت نسبت به ۲٤ ساعت غوطه‌وری نشان داد که در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد تخته‌خرده-چوب حدود ۸۰ درصد آب‌جذب کرده و واکشیدگی‌ضخامت نشان داد در حالی‌که نمونه‌های MDF حدود نیمی از آب را در ۲ ساعت اولیه جذب کردند. با افزایش دمای غوطه‌وری از ۲۰ به ٤۰ درجه سانتی‌گراد، نسبت جذب آب به ۲٤ ساعت در دو ماده‌مرکب چوبی با مقداری کاهش همراه بود در حالی‌که در موادمرکب چوب- پلاستیک افزایش یافت. با افزایش دما از ٤۰ به ٦۰ درجه سانتی‌گراد، نمونه‌های MDF بیشتر از نمونه‌های تخته‌خرده‌چوب و نیز ماده‌مرکب پلی‌اتیلن- خاک اره نراد بیش از دو ماده چوب-پلاستیک دیگر تغییر در میزان جذب آب ۲ ساعت نسبت به ۲٤ ساعت از خود نشان دادند. به‌طورکلی با افزایش دمای‌غوطه‌وری می‌توان گفت، نمونه‌های تخته‌خرده‌چوب و نمونه‌های پلی‌اتیلن- آرد پوسته‌برنج کمتر تحت تاثیر دما قرار گرفتند و میزان جذب‌آب و واکشیدگی‌ضخامت آنها در ۲ ساعت غوطه‌وری نسبت به ۲٤ ساعت غوطه‌وری تغییر زیادی ایجاد نمی‌کند.

در این تحقیق، جذب‌آب کوتاه‌مدت موادمرکب چوب- پلاستیک و دو نمونه از موادمرکب‌چوبی در سه دمای ۲۰و ۴۰و ۶۰ درجه سانتی‌گراد مورد مطالعه قرار گرفت ونتایج زیر به‌دست آمد:

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

- بعد از ۲ و ۲۴ ساعت غوطه‌وری در دماهای متفاوت موادمرکب چوبی آب بیشتری نسبت به مواد-مرکب چوب- پلاستیک جذب کرده و ضخامت‌شان واکشیده شد.
- بعد از ۲ و ۲۴ ساعت غوطه‌وری در دماهای متفاوت نمونه‌های تخته‌خرده‌چوب بیش از سایر موادمرکب جذب آب نشان داد.
- بعد از ۲ و ۲۴ ساعت غوطه‌وری در دماهای متفاوت موادمرکب چوب- پلاستیک حاوی آرد پوسته‌برنج کمترین و موادمرکب چوب- پلاستیک حاوی خاک اره نراد بیشترین مقدار جذب آب و واکشیدگی ضخامت را نشان دادند.
- بعد از ۲ و ۲۴ ساعت غوطه‌وری بین افزایش دمای‌غوطه‌وری و میزان جذب‌آب و واکشیدگی-ضخامت در موادمرکب مورد مطالعه، رابطه اکسپوننشیال مشاهده گردید.

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

منابع

۱- نجفی، ع. ۱۳۸۶. مطالعه بعضی خواص کاربردی موادمرکب چوب پلاستیک ساخته شده از مواد لیگنوسلولزی و ضایعات پلاستیک، رساله دکتری، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات، ۱۵۵ صفحه.

۲- نجفی، ع.، کاظمی نجفی، س. ۱۳۸٦. جذب آب و واکشیدگی ضخامت مواد مرکب چوب پلاستیک حاصل از ضایعات موادمرکب چوبی و ضایعات پلی‌اتیلن سنگین تولید شده بروش خشک مخلوط/ پرس گرم، مجله تخصصی علوم و فنون منابع طبیعی. سال اول پیش شماره دوم، ۷۳-۶۸.

3- Bao, L. R. and Yee, A. F., 2002. Effect of temperature on moisture absorption in bismaleimide resin and its carbon fiber composites. Polymer. 43:3987-3997.

4- Espert, A., Vilaplana, F. and Karlsson, S., 2004. Comparison of water absorption in natural cellulosic fibers from wood and one-year crops in polypropylene composites and its influence on their mechanical properties, Composites. Part A., 35(11):1267–1276.

5-Falk, R. H., Vos, D. G., 1999. The comparative performance of woodfiber-plastic panels, 5th International Conference on Woodfiber-Plastic Composites.

6- George, J. Sreekala, M. S. and Thomas, S., 2001. A review on interface modification and characterization of natural fiber reinforced plastic composites, Polymer Engineering and Science. 41(9): 1471-1485.

7. Hattotuwa, G., and Permalal, B., 2002. Comparison of the mechanical properties of rice husk powder filled pp composites with talc filled pp composites. Polymer Testing, 21(7):833-9

8- Kazemi Najafi, S. Kiaefar, A. Hamidinia, E. and Tajvidi, M., 2007. Water Absorption Behavior of Composites from Sawdust and Recycled Plastics, Journal of Reinforced Plastics and Composites, 26:341–348.

9- Kazemi Najafi, S. Tajvidi, M. and A. Hamidinia, E. 2007. Effect of temperature, plastic type and virginity on the water uptake of Sawdust / Plastic composites, Holz Roh Werkst, 65:377-382.

10- Najafi, A. and Kazemi Najafi, S., 2007. Influence of Water Absorption on Mechanical Properties of Lignocellolusic /HDPE composites. In: Proceeding of 2th International Conference on Recent Advances in Composites Materials. Feb. 20-23 New Delhi, India, pp. 213-218.

11- Pothan, L. A. and Thomas, S., 2004. Effect of Hybridation and Chemical Modification on the Water-absorption Behavior of Banana Fiber-reinforced Polyester Composites, Journal of Applied Polymer Science, 91:3856-3865.

12- Shi, S. Q. and Gardner, D. J., 2006. Hygroscopic Thickness Swelling Rate of Compression Mold Wood Fiberboard and Wood fiber/polymer Composite, Composites, Part A., 35:1276-1285.

13- Tajvidi, M. and Ebrahimi, Gh., 2003. Water Uptake and Mechanical Characteristics of Natural Filler–Polypropylene Composites, Journal of Applied Polymer Science, 88:941–946.

14- Tajvidi, M. and Azad, F., 2008. Effect of Particle Size, Fiber Content and Compatibilizer on the Long-term Water Absorption and Thickness Swelling Behavior of Reed Flour/Polypropylene Composites, Journal of Reinforced Plastics and Composites, (In press).

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com