Archive of SID

در
منابع طبیعی شماره ۸۱ زمستان ۱۳۸۷
پژوهش و سازندگی

بررسی ویژگی‌های فیزیکی و مکانیکی کامپوزیت حاصل از خاک اره استری شده و استات سلولز

• جواد ترکمن
استادیار دانشکده منابع طبیعی دانشگاه گیلان
تاریخ‌دریافت: فروردین‌ماه ۱۳۸۴ تاریخ پذیرش: اسفندماه ۱۳۸۴
Email: j- torkaman @ yahoo.com

چکیده

دراین بررسی از ترکیب خاک اره چوب وارداتی کاج(Pinus sp) و استات سلولز ضایعاتی جهت ساخت کامپوزیت استفاده شده است. تأثیر خارج سازی مواد استخراجی و استری کردن خاک اره و میزان استات سلولز بر روی ویژگی‌های فیزیکی و مکانیکی کامپوزیت مورد بررسی قرار گرفته است. استری کردن ذرات از طریق واکنش با انیدرید استیک در شرایط بدون حضور حلال انجام گرفت که دراین بررسی میزان استری شدن ۱۴ درصد به دست آمده است. نتایج مربوط به شکل پذیری واستری شدن ذرات ازطریق میکروسکوپ الکترونی(SEM) بررسی شده است. از استات سلولز ضایعاتی به مقدار ۰، ۱۰ و۲۰ درصد استفاده شده است. ویژگی‌های کامپوزیت از نظر مقاومت خمشی، جذب آب و واکشیدگی ضخامت درمقایسه با نمونه‌های شاهد مورد بررسی قرار گرفته است. نتایج نشان می‌دهد استخراج مواد استخراجی و عمل استری کردن ذرات بر روی ویژگی‌های مذکورتاثیر مثبت دارند. افزایش استفاده از استات سلولز باعث کاهش جذب آب و واکشیدگی ضخامت شده است. درحالی که حداکثر مقاومت خمشی درشرایط استفاده از ۱۰ درصد استات سلولز حاصل شده است.

کلمات کلیدی: کاج، استات سلولز، استری کردن، مقاومت خمشی، جذب آب، واکشیدگی ضخامت

www.SID.ir

Archive of SID

Pajouhesh & Sazandegi No 81 pp: 100-105

Study on properties of composite made from acetylated sawdust and cellulose acetate

By: J. Torkaman, Asst.Prof.Univ.of Guilan, Sowmehsara, Guilan,Iran

In this investigation, The composites were made from acetylated pine wood sawdust and cellulose acetate. The effect of extraction and esterification and the amount of cellulose acetate on the dimensional stability and mechanical properties of composite were studied. The pine wood sawdust was esterified by using acetic anhydride in the absence of solvent. The ester content was obtained 14%. The Scanning Electron Microscopy(SEM) was used to prove the occurrence of thermo-plasticizition of the estrified fiber. In this research cellulose acetate content was 0,10 and 20 %. The properties of composite such as bending strength and water absorption and thickness swelling were studied and compared with control samples.The results show that the extraction and esterification have positive effects on these properties. Increasing the amount of cellulose acetate reduces the water absorption and thickness swelling. while the maximum bending strength was obtained at cellulose acetate content of 10% .

Keywords: Pine, Cellulose acetate, Esterification, Bending strength, Water absorption, Thickness swelling

مقدمه

درطی سال‌های اخیر پیشرفت‌های بزرگ و بی‌نظیری در زمینه توسعه وتهیه مواد مهندسی جدید از ضایعات لیگنوسلولزی، ازجمله چوب- سلولز و پلاستیک‌های چوبی حاصل شده است. کار پیشگامانه تهیه مواد گرمانرم از چوب، چشم انداز خوبی را برای استفاده از چوب‌های کم کیفیت نشان می‌دهد.

Shiraishi کار روی چوب را از سال ۱۹۷۹ آغاز کرد و دریافت که در واقع می‌توان بوسیله استری کردن وسایر واکنش‌ها، خواص گرمانرمی را در چوب ایجاد کرد(۹).

Ken, Matsuda با استفاده از انیدریدهای دی کربوکسیلیک اسید چوب‌های استری شده تهیه کردند وخواص تخته‌های ساخته شده با این ذرات را مورد مطالعه قرار دادند(۷).

Gomes الیاف لیگنوسلولزی ضایعات چوبی وکشاورزی را استری کرد و تخته فیبرهای ساخته شده از این الیاف را مورد بررسی قرار داد(۵).

Rowell, Hassan با استفاده از ساکسنیک اسید در غیاب حلال باگاس را استری کردند و از طریق میکروسکوپ الکترونی خواص گرمانرمی آن را مورد مطالعه قرار دادند(۶).

محمدی روشنده، خواص گرمانرمی ذرات چوب صنوبر را از طریق بنزیلاسیون مورد بررسی قرار داده است(۳).

استات سلولز یکی از مشتقات پرمصرف سلولز است که در نتیجه اثر اسیداستیک، انیدرید استیک و اسید سولفوریک بر آلفا سلولز به دست می‌آید. استات سلولز یک رزین ترموپلاستیک است که در درجه حرارت حدود ۹۷-۶۰ درجه سانتی گراد نرم می‌شود ودر حرارت حدود ۲۶۰ درجه سانتی گراد به جوش می‌آید. استات سلولز موارد کاربرد فراوانی در صنعت دارد که از جمله شامل الیاف استات(ابریشم مصنوعی استات)، فیلم‌های سینمایی، نوارهای ضبط صوت، انواع پلاستیک‌ها وفیلتر سیگار می‌باشد(۲).

هدف این بررسی باتوجه به اینکه در کارخانجات دخانیات در فرایند ساخت فیلتر سیگار، مقدار زیادی از الیاف استات سلولز به صورت الیاف ضایعاتی تولید می‌شود، استفاده از این الیاف ترموپلاستیک در تهیه کامپوزیت از ذرات خاک اره است. استات سلولز در واقع سلولز استری شده است که باعث افزایش خواص گرمانرمی کامپوزیت می شود. همچنین تأثیر خارج سازی مواد استخراجی و استری کردن خاک اره بر خواص کامپوزیت حاصل نیز از اهداف دیگر این بررسی است.

مواد وروش‌ها

خاک اره چوب سوزنی برگ وارداتی کاج(Pinus sp) جهت مطالعه انتخاب گردید. نمونه‌ها از خاک اره‌ای که از الک ۴۰ مش عبور داده شده و برروی الک ۶۰ مش باقی مانده است تهیه شدند. به منظور خارج سازی مواد استخراجی خاک اره از محلول سود۱٪ استفاده شده است.زیرا دراین روش تمام ترکیبات قطبی وغیر قطبی از قبیل چربی‌ها، ترپن‌ها و ترپینوئیدها، کربوهیدرات‌ها، لیگنین‌های قابل حل و قندهای ساده خارج می‌شوند. جهت استری کردن خاک اره از روش۱۹۸۷ Matsuda استفاده شده است. در این روش مقدار ۱۰گرم خاک اره با ۱۵۰ میلی لیتر انیدرید استیک و ۰/۲ گرم کربنات سدیم به عنوان کاتالیزور به مدت ۴ ساعت درشرایط رفلاکس قرار گرفت که بعد از شستشو با استن و خشک شدن توزین گردید. اختلاف وزن مقدار استری شدن را نشان می‌دهد که در این روش میزان استری کردن خاک اره‌های مورد مصرف ۱۴ درصد به دست آمده است. اطلاعات مربوط به شکل پذیری و استری شدن ذرات از طریق میکروسکوپ الکترونی(SEM) به دست آمده است این میکروسکوپ اطلاعات سه بعدی از سطح نمونه می‌دهد دراین روش لازم است نمونه بوسیله لایه‌ای از طلا اندود گردد.

یک قالب فلزی به صورت نر و مادگی به ابعاد ۲۲×۱۵×۱سانتی‌متر طراحی و جهت ساخت تخته از ذرات استری شده از دستگاه پرس هیدرولیکی آزمایشگاه از نوع Burkle-LA-۱۶۰ با فشار kp/cm^2 ۳۰و سرعت بسته شدن mm/sec ۱۰استفاده شده است. دراین بررسی تعدادی از عوامل ساخت به عنوان عوامل متغیر در نظر گرفته شده که به شرح ذیل می‌باشد.

www.SID.ir

Archive of SID

۱. استات سلولز در سه سطح ۱۰،۰ و ۲۰ درصد(برمبنای وزن خشک خاک اره)
۲. مواد استخراجی در دوسطح استخراج شده و استخراج نشده
۳. استری کردن در دو سطح استری شده و استری نشده

سایرعوامل ساخت دراین بررسی که به عنوان فاکتورهای ثابت درنظرگرفته شده است شامل موارد زیرمی باشند.

وزن مخصوص تخته:۱/۲ گرم برسانتی‌متر مکعب

نوع چسب مصرفی: رزین فنل فرم آلدهید به مقدار ۵ درصد(برمبنای وزن خشک خاک اره)

زمان پرس:۵ دقیقه درجه حرارت پرس:۱۸۰ درجه سانتی گراد ضخامت تخته:۲/۵ میلی متر

برای تعیین مقاومت خمشی براساس استاندارد (۵۲۳۶۳)DIN نمونه‌هایی به ابعاد ۲۰×۵۰×۲/۵ میلی‌متر تهیه و برروی دو تکیه گاه به طول h × ۱۴ در دستگاه Universal testing قرار داده و خمش (سه نقطه ای) با توجه به فرمول زیر محاسبه شده است.

$$MOR=\frac{3\times P\times L}{2\times b\times h^2}$$

P = نیرو(نیوتن) L= طول دهانه(میلیمتر) b= عرض تخته(میلیمتر) h= ضخامت تخته(میلیمتر)

برای تعیین جذب آب و واکشیدگی ضخامت طبق استاندارد(۶۸۷۶۳)DIN از هر تیمار سه نمونه به ابعاد ۲/۵×۲۵×۲۵ میلی‌متر انتخاب و به مدت ۲۴ ساعت در داخل آب با دمای ۲۰ درجه سانتی گراد غوطه ور ساخته و از طریق اندازه گیری وزن و ضخامت نمونه‌ها قبل و بعد از غوطه وری، درصد واکشیدگی ضخامت و جذب آب آن‌ها محاسبه شده است.

بنابراین با توجه به عوامل متغیر موردنظر از طرح فاکتوریل۳ عامله درقالب بلوک‌های کاملاً تصادفی استفاده گردید که در مجموع ۱۲ تیمار درسه تکرار جمعاً ۳۶ تخته ساخته شده است.سپس اختلاف میان میانگین‌ها بوسیله آزمون دانکن(DMRT) مورد بررسی قرارگرفتند بدین جهت اثرات مستقل و متقابل هریک از عوامل متغیر بر خواص مورد مطالعه (مقاومت خمشی، جذب آب و واکشیدگی ضخامتی) در سطوح ۱و۵ درصد مورد بررسی قرار گرفتند.

نتایج

نتایج حاصل از تأثیر استات سلولز بر مقاومت خمشی، جذب آب و واکشیدگی ضخامت کامپوزیت حاصل در جدول ۱ درج شده است. همچنین در جدول‌های ۲و۳، تأثیر استخراج و تأثیر استری کردن بر خواص مورد مطالعه کامپوزیت درج شده است.

نتایج حاصل از بررسی میکروسکوپ الکترونی(SEM) برروی خواص گرمانرمی تخته‌های استری شده درمقایسه بانمونه‌های استری نشده

جداول۱- اثر مستقل مقدار استات سلولز بر مقاومت خمشی،جذب آب و واکشیدگی ضخامت کامپوزیت

استات سلولز (٪)	مقاومت خمشی Mpa	جذب آب پس از ۲۴ ساعت غوطه وری (٪)	واکشیدگی ضخامت پس از ۲۴ ساعت غوطه وری (٪)
۰	۲/۷	۳۷/۵۹	۱۶/۱۷
۱۰	۴/۹	۲۸/۴۵	۱۰/۲۵
۲۰	۲/۹	۲۵/۱۲	۷/۲۴
درصداحتمال	**	**	**
۹۵/۴	۵/۷	۱۳/۰	c.v

**معنی دار در سطح ۱٪

جدول۲- اثر مستقل خارج سازی مواداستخراجی بر مقاومت خمشی،جذب آب و واکشیدگی ضخامت کامپوزیت

استخراج	مقاومت خمشی Mpa	جذب آب پس از ۲۴ ساعت غوطه وری (٪)	واکشیدگی ضخامت پس از ۲۴ ساعت غوطه وری (٪)
نشده	۲/۹۵	۳۱/۵۶	۱۲/۸۲
شده	۴/۰۰	۲۹/۲۱	۹/۶۲
درصداحتمال	**	**	**
۹۵/۴	۵/۷	۱۳/۰	c.v

**معنی دار در سطح ۱٪

www.SID.ir

Archive of SID

جدول۳- اثر مستقل استری کردن بر مقاومت خمشی،جذب آب و واکشیدگی ضخامت کامپوزیت

استری	مقاومت خمشی	جذب آب	واکشیدگی ضخامت
	Mpa	پس از ۲۴ ساعت غوطه وری (٪)	پس از ۲۴ ساعت غوطه وری (٪)
نشده	۳/۰۴	۳۴/۱۹	۱۲/۶۷
شده	۳/۹۰	۲۶/۵۸	۹/۷۷
درصداحتمال	**	**	**
۹۵/۴	۵/۷	۱۳/۰	c.v

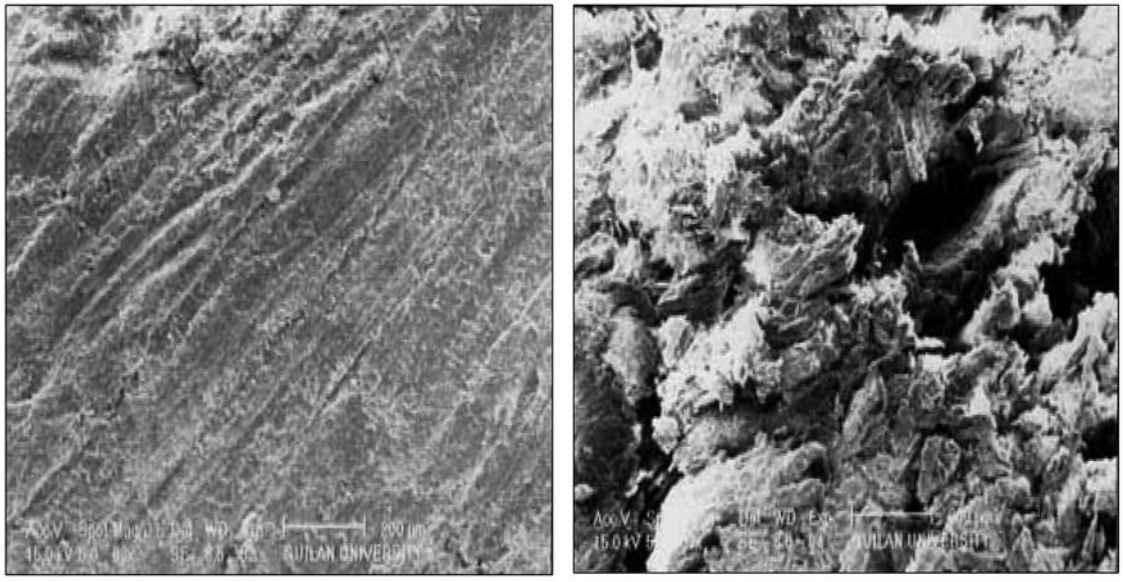
**معنی دار در سطح ۱٪

درشکل ۱ نشان داده شده است.

همانطور که در میکروگراف‌ها مشاهده می‌شود درنمونه استری شده ساختمان فیبری ذرات ناپدید شده است که نشان دهنده ذوب حرارتی ذرات است تخته ساخته شده با ذرات استری شده درمقایسه با نمونه‌های استری نشده دارای رنگ تیره‌تر با سطحی صاف و صیقلی و شبه پلاستیکی است.

بحث و نتیجه‌گیری

باتوجه به نتایج مندرج در جدول شماره ۱ استات سلولزبه عنوان یک ماده ترموپلاستیک درترکیب با خاک اره تا میزان ۱۰ درصد باعث افزایش مقاومت خمشی کامپوزیت می‌شود. درصورتی که با افزایش میزان استات سلولز در ترکیب کامپوزیت، میزان جذب آب و واکشیدگی ضخامت پس از ۲۴ ساعت غوطه وری کاهش نشان می‌دهد. تأثیر استات سلولز بر روی مقاومت خمشی وجذب آب و واکشیدگی ضخامتی پس از ۲۴ ساعت غوطه‌وری در سطح ۱ درصد معنی دار است. این تأثیر با افزایش مقدار استات سلولز درمورد جذب آب و واکشیدگی ضخامت صعودی است. اما در مورد مقاومت خمشی، حداکثر آن در میزان ۱۰ درصد استات سلولز بدست آمده است. زیرا استات سلولز یک ماده ترموپلاستیک است که چسبندگی محسوسی دارد و افزایش آن در کاهش جذب آب و واکشیدگی ضخامت موثراست و در واقع باعث تثبیت ابعاد می‌شود. ولی در مورد مقاومت خمشی تا حدود ۱۰ درصد باعث افزایش می‌شود ولی در مقادیر بیشتر باعث افت مقاومت خمشی می‌شود. زیرا مقاومت خمشی کامپوزیت علاوه بر چسبندگی ذرات. به استحکام ماده اولیه نیز بستگی دارد. بامشاهده نتایج مندرج در جدول ۲ مشخص می‌شود که خارج نمودن مواد استخراجی خاک اره باعث بهبود مقاومت خمشی، جذب آب و واکشیدگی ضخامت پس از ۲۴ ساعت غوطه وری می‌شود و این اثر در سطح ۱ درصد معنی دار است. مواد استخراجی دارای ترکیبات غیر تاننی هستند که عمدتا از قندها وصمغ‌های هیدروکلوئیدی با وزن ملکولی بالا تشکیل شده‌اند وبر پیوستگی

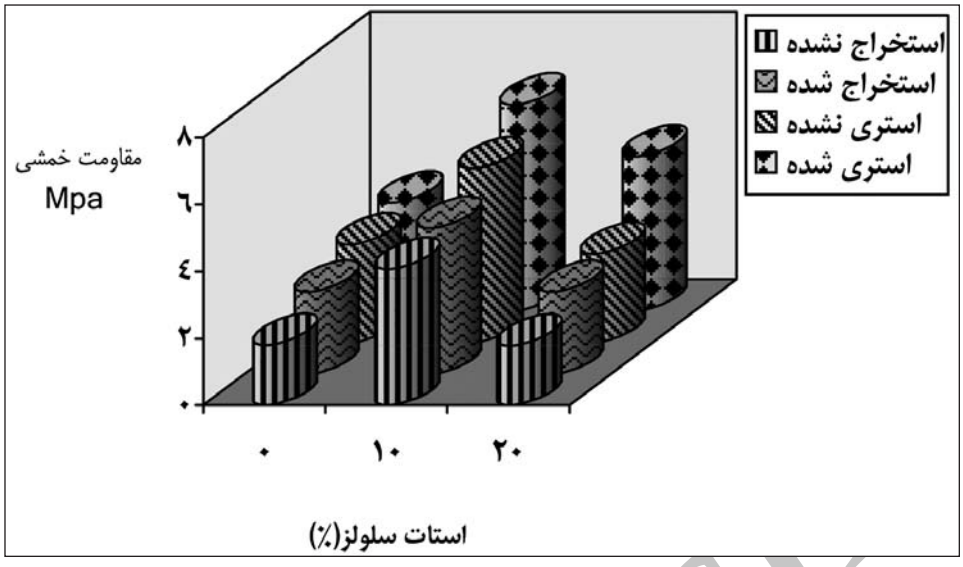


b a

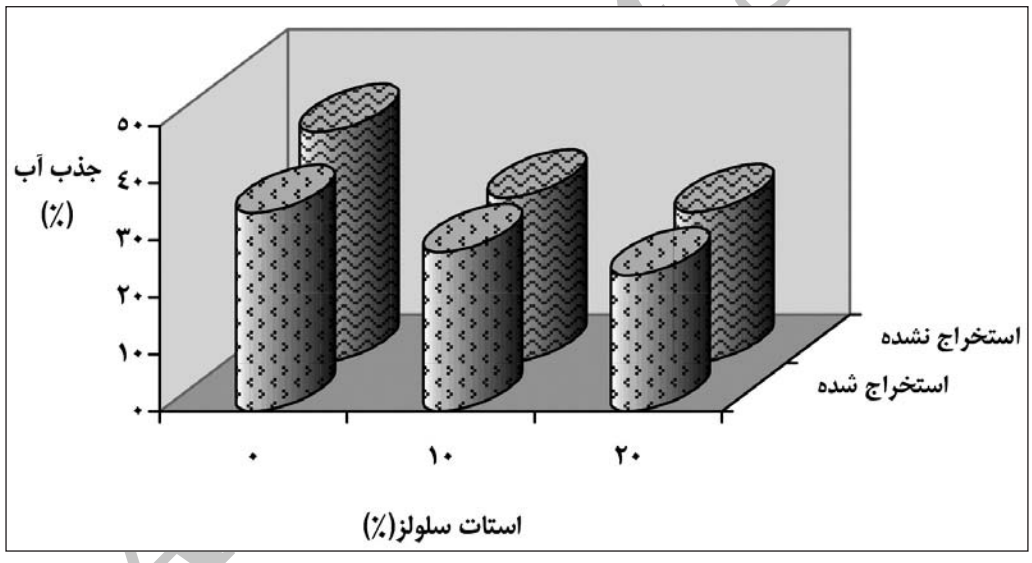
شکل۱ - میکروگراف‌هایی از میکروسکوپ الکترونی (SEM) وa- میکروگراف از تخته استری نشده b- میکروگراف ازتخته استری شده به میزان ۱۴ درصد دردرجه حرارت ۱۸۰ درجه سانتی گراد به مدت ۱۰ دقیقه

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۲- اثر متقابل مقدار استات سلولز، استخراج و استری‌کردن بر روی مقاومت خمشی



شکل ۳ - نشان می‌دهد که خارج سازی مواد استخراجی و استات سلولز
بر روی کاهش جذب آب موثر هستند و اثر متقابل این دو فاکتور در سطح ۱ درصد معنی دار است.

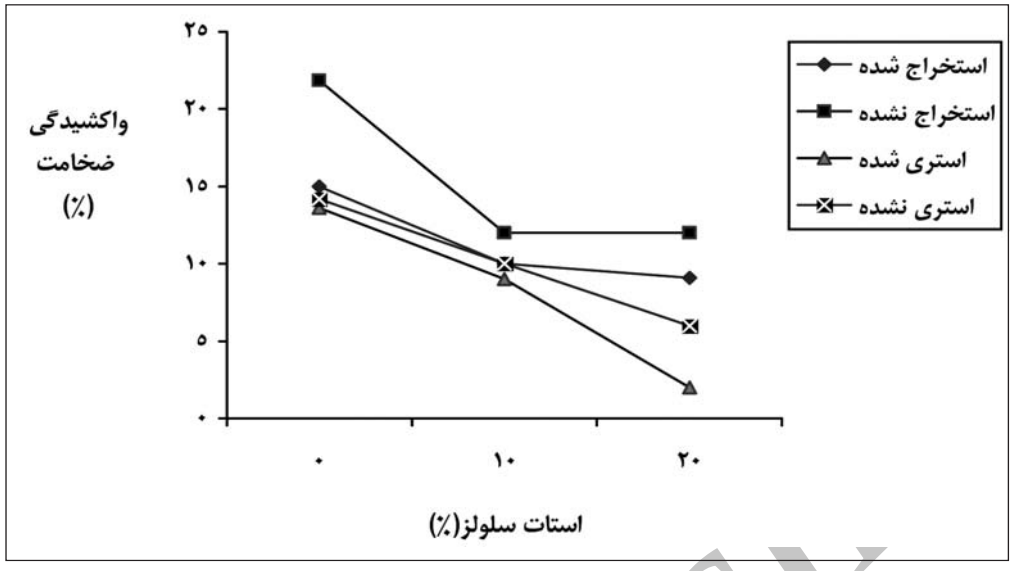
چسب اثر منفی دارند و تضعیف چسبندگی چسب را باعث می‌شود(۴). در عین حال برخی از مواداســتخراجی جاذب الرطوبه هســتند. تاننها، قندها وکربوهیدرات‌ها گروه‌های هیدروکسیل دارند که رطوبت را جذب می‌کنند و باعث افزایش میزان جذب آب وواکشیدگی ضخامت می‌شوند.

باتوجــه به جدول۳ تیمار اســتری کردن ذرات خــاک اره باعث بهبود ویژگیهای مقاومت خمشــی، جذب آب و واکشــیدگی ضخامت پس از۲۴ ســاعت غوطه وری شده اســت و نتایج حاصله درســطح۱درصد معنی دار می‌باشــند. استری شــدن ذرات خاک اره باعث همگن‌تر شــدن و افزایش خواص گرما نرمی این ذرات می‌شود(۷). با افزایش خواص گرما نرمی ذرات میزان مقاومت خمشــی افزایش و میزان جذب آب و واکشــیدگی ضخامت کاهش می‌یابد که این امر به تشبیت ابعاد کامپوزیت کمک می‌کند(۱).

باتوجه به شــکل ۲ تأثیر متقابل ســه فاکتور استات سلولز، استخراج واستری کردن بر روی مقاومت خمشی در سطح ۱ درصد معنی دار است که نشــان می‌دهد عمل استخراج مواد اســتخراجی و استری کردن ذرات باعث افزایش مقاومت خمشی شده است و افزودن استات سلولزبه ترکیب کامپوزیــت به میزان ۱۰ درصد باعث شــده اســت که حداکثــر مقاومت خمشــی بدست آید(۶/۱۵ Mpa).شکل ۴ نشــان می‌دهد که خارج سازی مواد استخراجی و اســتری کردن ذرات و افزودن استات سلولز به ترکیب کامپوزیت در کاهش واکشــیدگی ضخامت کامپوزیت حاصله موثر است و در ســطح ۱ درصد تأثیر این سه فاکتور معنی دار اســت.دررابطه با تأثیر

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۴- اثر متقابل مقدار استات سلولز، مواد استخراجی و استری‌کردن بر روی واکشیدگی ضخامت

عمل اســتری کردن الیاف برروی مقاومت خمشــی نتایج متفاوتی گزارش شــده اســت. به طوری که Rowell بین تخته‌های ساخته شــده با الیاف اســتری شده و استری نشــده تفاوت معنی‌داری مشاهده نکرده است(۸). درحالــی کــه Gomes (۵) وHassan تأثیر اســتری کــردن را در افزایش مقاومت خمشــی مثبت ارزیابی کرده‌اند(۶). در عیــن حال تمام محققین مذکور برتاثیر اســتری کــردن الیاف در کاهش جذب آب و واکشــیدگی ضخامت هم عقیده هستند.

منابع مورد استفاده

۱ - ترکمن، جواد۱۳۸۲؛ بررسی ویژگی‌های تخته ساخته شده از خاک اره استری شــده چوب کاج، همایش ملی فرآوری و کاربرد مواد ســلولزی، پردیس۳ دانشکده فنی دانشگاه تهران، ص ۴۱۵-۴۱۹.

۲ - فائزی پور ، مهدی و شهریار حجتی امامی ۱۳۷۶؛ بررسی تهیه استات سلولز از آلفاه سلولز، مجله منابع طبیعی ایران، جلد ۵۰ شماره ۱ ص ۸۱-۸۸.

۳ -محمدی روشــنده، جمشــید ۱۳۸۰؛ گرما نرم کردن چــوب و کاربردهای آن، دومین اجلاس بین المللی جنگل و صنعت(مجموعه مقالات) ص ۶۱۱-۶۱۶.

۴ - میرشــکرایی, ســید احمد ۱۳۷۳؛ شیمی و تکنولوژی چســب چوب(ترجمه) مرکزنشر دانشگاهی تهران. ۳۵۰ صفحه.

5-Gomes,J.1999; Composites made from acetylated lignocellulosic fibers of different origin.Holz als Roh und werkstoff 57:433-438.

6-Hassan,M. and R.M,Rowell. 2000; Thermoplasticization of bagasse.II. Dimensional stability and mechanical properties of esterified bagasse composite. Journal of Applied polymer Science.Vol.76,515-586.

7-Matsuda,H.K,Ken. 1987;Preparation and utilization of esterified woods bearing carboxyl groups.Wood Sci.Technol.21:75-88.

8-Rowell,Roger M.1990; Dimensional stability of aspen fiberboard made from acetylated fiber.Wood and fiber Science,23(4)pp.558-566.

9-Shiraishi,N.1979; Studies on the thermoplasticization of wood.Holzforschung 33:159-166.

Archive of SID