مطالعه خصوصیات فیزیکی و ریخت شناسی چندسازه ساخته شده از پودرپوست بادام/ نانورس/ پلی‌پروپیلن

امیر لشگری* و ایوب عشقی

گروه علوم و صنایع چوب و کاغذ، دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج، کرج، ایران. *رایانامه نویسنده مسئول: amir.lashgari@kiau.ac.ir

تاریخ دریافت: ۹۰/۱۲/۱۳ تاریخ پذیرش: ۹۱/۰۶/۱۵

چکیده

تاثیر ذرات نانورس بر خصوصیات فیزیکی و ریخت شناسی چندسازه ساخته شده از پودر پوست بادام و پلی‌پروپیلن در این تحقیق مورد بررسی قرار گرفت. برای این منظور از پودر پوست بادام در سه سطح ۳۰، ۳۵ و۴۰ درصد و نانورس در سطوح ۰ ، ۲/۵ و ۵ درصد استفاده شد. همچنین مالئیک انیدرید پیوند شده با پلی‌پروپیلن به میزان ۲ درصد در تمام ترکیبات به کار رفته و سپس نانو چندسازه‌های مربوطه با استفاده از روش قالب‌گیری تزریقی ساخته‌شد. آزمون‌های فیزیکی شامل جذب آب و واکشیدگی ضخامت ۲ و ۲۴ ساعت و ۲ ساعت آب جوش به منظور بررسی اثر هر یک از متغییرها اندازه‌گیری شد. آزمون سختی و عکسبرداری توسط میکروسکوپ الکترونی نگاره (SEM) برای بررسی سطوح شکست نیز انجام شد. نتایج آزمون‌های فیزیکی نشان داد که هر چقدر پوست بادام افزایش یابد، جذب آب و واکشیدگی ضخامت نیز افزایش می‌یابد و جذب آب با افزایش مقدار استفاده نانورس کاهش می‌یابد. در تمامی چندسازه‌ها سختی و چگالی از پلاستیک خالص بالاتر بود.

واژه‌های کلیدی: چندسازه چوب‌پلاستیک، نانورس، پودر پوست بادام، پلی‌پروپیلن، میکروسکوپ الکترونی نگاره.

مقدمه

چندسازه از ترکیب دو یا چند ماده جهت دستیابی به ترکیب منحصر به فردی از خواص ساخته می‌شود. چندسازه پلیمری از ترکیب یک نوع از پلاستیک‌های مصرفی یا بازیافتی و ترکیب آن با پرکننده‌ها تولید می‌شود (Nourbakhsh, 2008). مهمترین پرکننده‌های مورد استفاده در صنعت پلاستیک شامل پرکننده‌های معدنی و لیفی هستند. از آنجا که قیمت پلاستیک‌ها در چند سال گذشته به شدت افزایش یافته است، اضافه کردن پودر یا الیاف طبیعی به عنوان پرکننده لیفی به پلاستیک‌ها موجب کاهش هزینه در صنایع پلاستیکی شده و در برخی از موارد عملکرد را نیز بهبود بخشده‌اند. این موضوع در صنایع وابسته به کشاورزی موجب ارزش افزوده فرآورده‌های زراعی نیز می‌شود (Kim et al, 2010).

جذب آب در چندسازه‌های چوب پلاستیک از عوامل مهم و تاثیرگذار بر خواص کاربردی نهایی

محسوب می‌شود، زیرا پرکننده‌های طبیعی به صورت آرد و الیاف دارای خاصیت هیگروسکوپیک هستند و رطوبت را از محیط پیرامون جذب می‌کنند. عواملی مانند شکل پرکننده (الیاف یا آرد) مقدار، اندازه ذرات و استفاده از سازگارکننده در میزان جذب رطوبت اثرگذار است (Steckel et al, 2007). خصوصیات مکانیکی چنین چندسازه‌هایی به مقاومت اتصال اجزاء تشکیل‌دهنده آن در منطقه بین فازی بستگی دارد که توسط افزایش اتصال و چسبندگی دو فاز بهبود می‌یابد (Bigg et al, 1988).

روش‌های متفاوتی جهت افزایش مقاومت در منطقه بین فازی پیشنهاد می‌شود که کلیات آن شامل اصلاح فاز زمینه پلیمری و اصلاح فاز لیگنوسلولزی است. فن‌آوری نانو یکی از مهم ترین راه‌های پیشرفت علم در سال های اخیر است. تولید ساختارهایی در مقیاس نانومتر امکان کنترل خواص ذاتی مواد از جمله دمای ذوب، خواص مغناطیسی و حتی رنگ مواد بدون تغییر در ترکیب شیمیایی وجود دارد (Henriksson et al, 2008). بنابراین استفاده از این فن آوری به محصولات و تکنولوژی‌های جدید با کارایی بالا منتهی می‌شود که پیش از این امکان‌پذیر نبوده است.

تحقیقات مختلفی به منظور استفاده از ترکیبات نانو برای بهبود خصوصیات فیزیکی چندسازه‌های الیاف-پلاستیک انجام پذیرفته است. Nourbakhsh و همکاران (۲۰۰۸) برای مثال خصوصیات فیزیکی و مکانیکی نانوچندسازه حاصل از باگاس، پلی‌پروپیلن، نانورس و مالئیک انیدرید پیوند شده با پلی‌پروپیلن را مورد مطالعه قرار داده و نشان دادند جذب آب با افزایش نانورس کاهش می‌یابد. Ghasemi و همکاران (۲۰۰۹) نیز جذب طولانی‌مدت آب نوسط نانوچندسازه‌های هیبرید پلی‌پروپیلن/آرد چوب/خاک رس با درصدهای مختلف نانورس و مالئیک انیدرید پیوندشده با پلی‌پروپیلن را بررسی نموده و اظهار داشتند که جذب آب با افزایش نانورس کاهش می‌یابد. بنابراین اهمیت نانومواد به عنوان ماده اولیه جایگزین با توجه به رویکرد جهانی به سوی نانوچندسازه‌ها، محدودیت منابع جنگلی برای تامین مواد اولیه در صنایع چوب و همچنین توجه روز افزون به بازیافت و بهره‌برداری از پسماندهای کشاورزی و محصولات باغی بیشتر روشن می‌شود.

بادام یکی از منابع مهم در کشاورزی می‌باشد که میزان تولید جهانی آن در سال ۲۰۱۱ میلادی برابر با ۲۵۵۶۸۱۶ میلیون تن از ۱۶۵۱۵۶۰ میلیون هکتار زمین کشاورزی بوده است (Faostat, 2012). پوست بادام به عنوان پسماند کشاورزی یک ماده لیگنوسلولزی است که طی فرایند تولید هسته خوراکی از آن جداشده و سوزانده یا دفع می‌شود (Urrestarazu et al, 2005). سوزاندن محصولات کشاورزی موجب آلودگی زیست‌محیطی، فرسایش خاک و کاهش فعالیت زیستی خاک می‌گردد. از این رو انتظار می‌رود تا با استفاده از این ضایعات غیرچوبی علاوه بر کاربرد موادی تجدیدپذیر، بازار چنین ترکیباتی نیز توسعه یابد. این تحقیق با هدف مطالعه خصوصیات فیزیکی و ریخت شناسی چندسازه ساخته شده از پودر پوست بادام/ نانورس/پلی‌پروپیلن انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

پوست بادام در این پژوهش در سه سطح ۳۰،۳۵ و ٤٠ درصد استفاده شد. نانورس مورد استفاده یکی از انواع مونت موریلونیت اصلاح شده ساخت شرکت امریکایی Southern-Clay با نام تجاری Cloisite 15A بود که در سه سطح ۰، ۲/۵ و۵ درصد به کار گرفته شد. پلی‌پروپیلن مورد استفاده محصول شرکت پتروشیمی اراک بود که با شاخص جریان مذاب ۷ تا ۱۰ گرم در دقیقه به عنوان پلیمر خام و به شکل

گرانول استفاده شد. جفت‌کننده تهیه شده نیز مالئیک انیدرید پیوند شده با پلی‌پروپیلن[1] ساخت شرکت بلژیکی Solvay با نام تجاری Priex 20070 بود. ماده جفت‌کننده دارای ۱ درصد وزنی مالئیک انیدرید پیوند خورده به، شاخص جریان مذاب ٦٤ گرم در دقیقه و چگالی ۰/۹۱ گرم در سانتی‌مترمکعب بود.

آماده‌سازی مواد

پوست بادام پس از انتقال به آزمایشگاه به پودر تبدیل شده و ذرات مناسب به ترتیب با عبور از الک با اندازه مش ٤٠ و الک ٦٠ تهیه شد. پودر تهیه شده در آون به مدت ٢٤ ساعت تحت دمای ۲±۱۰۳ درجه سانتی‌گراد قرار گرفته و پس از اطمینان از خشک شدن بر اساس نسبت‌های مشخص توزین و جهت جلوگیری از جذب رطوبت در کیسه‌های نایلونی بسته‌بندی گردید. نانورس، پلی‌پروپیلن و مالئیک انیدرید پیوند شده با پلی‌پروپیلن نیز بر اساس نسبت‌های مشخص توزین و جهت جلوگیری از جذب رطوبت به صورت جداگانه در کیسه نایلونی بسته بندی گردیدند.

ساخت چندسازه

مواد اولیه چندسازه بر اساس درصد وزنی و با نسبت‌های مشخص به صورت خشک با یکدیگر مخلوط شدند (جدول ۱). فرآیند اختلاط مواد با دستگاه اکسترودر دو مارپیچه ناهمسوگرد در پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی ایران با دمای اختلاط ۱۵۵ تا ۱۹۰ درجه سانتی‌گراد و سرعت اختلاط ۷۰ دور در دقیقه انجام شد که مواد بی‌شکل تولید شده پس از اختلاط و سرد شدن به وسیله دستگاه آسیاب آزمایشگاهی به گرانول تبدیل شدند. گرانول‌های ساخته شده به مدت ٢٤ ساعت در دمای ۸۵ درجه سانتی‌گراد آون خشک شدند. برای تهیه نمونه آزمونی از دستگاه تزریق با دمای ١٦٠ تا ١٨٠ درجه سانتی‌گراد استفاده شد.

نمونه‌های تهیه شده به مدت دو هفته در شرایط متعادل‌سازی با رطوبت ٥±٦٥ درصد در دمای ٥±٢٠ درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند. آزمون‌های جذب آب و واکشیدگی ضخامت پس از ۲ و ٢٤ ساعت غوطه‌وری در آب مطابق استانداردASTM-D7031 و جذب آب و واکشیدگی ضخامت پس از ۲ ساعت غوطه وری در آب جوش بر طبق استاندارد CAN-01880 انجام شد. ریخت شناسی نمونه‌ها توسط دستگاه میکروسکوپ الکترونی نگاره (SEM) مدل Philips, XL30 ساخت کشور هلند انجام شد و نمونه‌ها جهت آزمون با لایه‌ای نازک از طلا پوشانده شدند. آزمون سختی نمونه‌ها بر اساس استاندارد ASTM D 2240 توسط دستگاه SANATAM به روش SHORE-D انجام شد.

تجزیه وتحلیل آماری

نه تیمار همراه با تیمار شاهد از ترکیب متغیرها (ده تیمار در مجموع) بدست آمد. نتایج بعد از انجام آزمایش و جمع‌آوری داده‌ها در قالب طرح کاملا تصادفی و آزمون فاکتوریل دو عامله با استفاده از جدول آنالیز واریانس توسط نرم افزار SPSS انجام شد مورد بررسی قرار گرفتند. مقایسه میانگین‌ها به وسیله آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح اطمینان ۹۵ درصد انجام گرفت.

نتایج و بحث

چگالی

یافته‌های حاصل از بررسی چگالی نمونه‌های آزمایشی در جدول ۲ نشان داده شده است. چندسازه حاوی ٤٠ درصد پوست و ۵ درصد نانورس دارای بالاترین چگالی (۱/۰۷

[1] PP-g-MA

گرم بر سانتی‌مترمکعب) و پلاستیک خالص دارای کمترین چگالی (۰/۸۷ گرم بر سانتی‌مترمکعب) در بین تیمارهای آزمایشی بود. بعلاوه چگالی چندسازه‌ها با افزایش میزان پوست بادام و نانورس افزایش یافت. همچنین چگالی تمامی چندسازه‌ها از پلاستیک خالص بالاتر بود.

جدول ۱. اجزای تشکیل‌دهنده ترکیبات مختلف چندسازه بر اساس درصد وزنی

شماره	تیمار	پلی‌پروپیلن	پودر پوست بادام	نانورس	سازگارکننده
۱	A	٦٨	۳۰	۰	۲
۲	B	٦٥/٥	۳۰	۲/٥	۲
۳	C	٦۳	۳۰	٥	۲
٤	D	٦۳	۳٥	۰	۲
٥	E	٦۰/٥	۳٥	۲/٥	۲
٦	F	٥۸	۳٥	٥	۲
۷	G	٥۸	٤۰	۰	۲
۸	H	٥٥/٥	٤۰	۲/٥	۲
۹	I	٥۳	٤۰	٥	۲
۱۰	j	۱۰۰	–	–	–

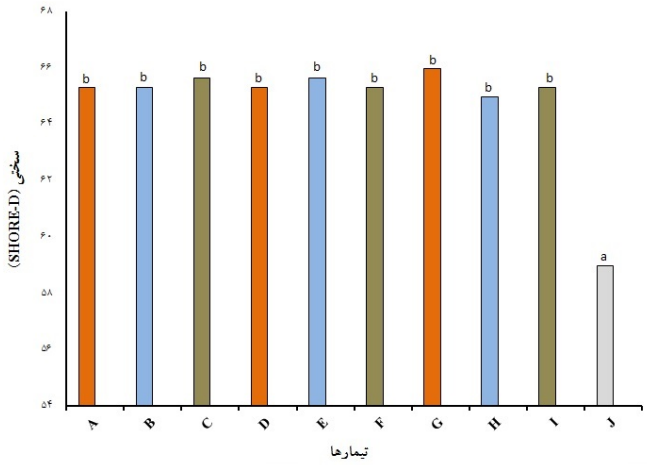
جدول ۲. میانگین چگالی نمونه‌ها در تیمارهای مختلف آزمایشی

تیمار	چگالی (گرم بر سانتی‌مترمکعب)
A	۱/۰۲
B	۱/۰۰
C	۱/۰۲
D	۱/۰۳
E	۱/۰٤
F	۱/۰٤
G	۱/۰٦
H	۱/۰٦
I	۱/۰۷
J	۰/۸۷

سختی

چندسازه حاوی ٤۰ درصدپوست بادام دارای بالاترین میزان سختی (Shore-D ٦٦) و پلاستیک خالص دارای کمترین سختی (SHORE-D ٥۹) در میان تیمارهای آزمایشی بود (شکل ۱). با توجه به گروه‌بندی دانکن همه چندسازه‌های حاوی الیاف و نانورس در یک گروه قرار داشته و مقاومت به سختی آنها از پلاستیک خالص بالاتر بود. به طور کلی حضور مواد سلولزی در ترکیب چندسازه الیاف-پلاستیک باعث کاهش چقرمگی چندسازه‌ها می‌گردد که این امر ناشی از افزایش چگالی آنها است که میزان سختی چندسازه الیاف-پلاستیک را خواهد داد

(Sombatsompop et al, 2004). همچنین مواد معدنی سختی بالایی داشته و افزودن آنها ببه چندسازه‌ها موجب افزایش میزان سختی می‌گردد (Mishra & Luyt, 2007). افزایش سختی در پلیمرها به بهبود اتصال و چسبندگی بین پلیمر و الیاف در منطقه بین فازی بستگی دارد. لذا سختی چندسازه با افزایش پرکننده سلولزی افزایش یافته و می‌توان نتیجه گرفت که بهبود سختی به کاهش تحرک و جابجایی زنجیره‌های درهم رفته پلیمر و افزایش در هم‌رفتگی بین ماده لیگنوسلولزی و پلیمر بستگی دارد (Biplab et al, 2010). اما نکته حائز اهمیت این است که میزان سختی در چندسازه با مقدار ثابت الیاف طبیعی با افزایش میزان نانورس تا حدودی افزایش می‌یابد که این مسئله احتمالا به خصوصیات ذاتی نانورس مانند ضریب ظاهری بالا مربوط است.



شکل ۱. مقدار میانگین سختی تیمارهای حاوی مقادیر مختلف پوست بادام/پلی‌پروپیلن/نانورس

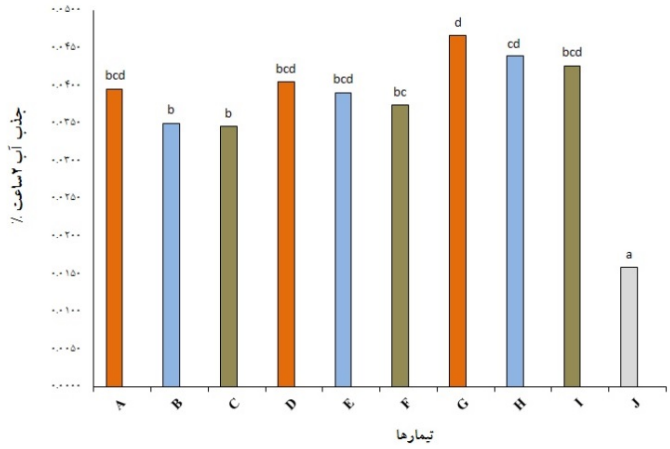
جذب آب ۲ ساعت

جذب آب ۲ ساعت چندسازه حاوی ٤٠ درصد پوست بادام همان‌طور که در شکل ۲ نشان داده شده دارای بالاترین میزان (۰/۰۵ درصد) و پلاستیک خالص دارای کمترین درصد (۰/۰۲ درصد) بود. بعلواه افزایش میزان پوست بادام چندسازه از ۳۰ به ۳۵ و ٤٠ درصد موجب افزایش جذب آب ۲ ساعت شد. از سوی دیگر، جذب آب ۲ ساعت با افزایش درصد نانورس به ۲/۵ و ۵ درصد در چندسازه‌ها کاهش یافت. مواد لیگنوسلولزی و معدنی در چندسازه‌ها خاصیت قطبی داشته و پلی‌پروپیلن به صورت غیرقطبی می‌باشد (Roux et al, 2000). این مسئله باعث چسبندگی ضعیف ماده زمینه پلیمری و پرکننده‌ها در فاز زمینه و ایجاد خلل و فرج در چندسازه هیبریدی شده است. بنابراین وقتی چندسازه در آب غوطه‌ور می‌شود آب از طریق همین فضای خالی وارد چندسازه می‌شود که این عامل باعث افزایش جذب آب می‌شود (Maldas & Kokta؛ Thwe et al, 2003).

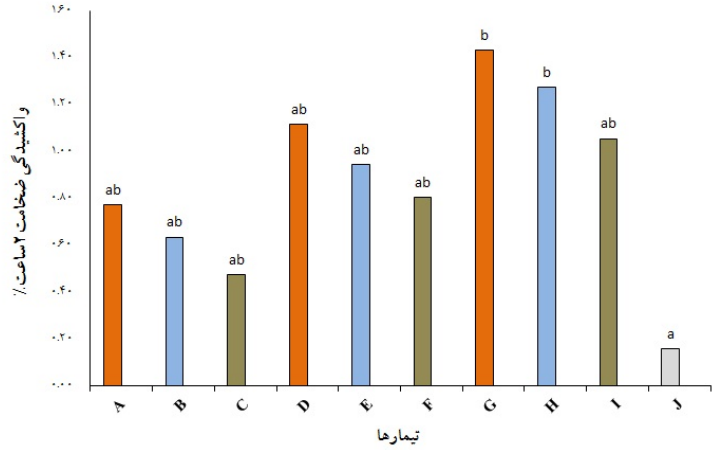
واکشیدگی ضخامت ۲ ساعت

شکل ۳ نتایج مربوط به میزان واکشیدگی ضخامت ۲ ساعت تیمارهای مختلف این آزمایش را نشان می‌دهد. چندسازه حاوی ٤٠ درصد پوست بادام بر اساس این یافته‌ها دارای بالاترین واکشیدگی ضخامت ۲ ساعت (۱/٤۳ درصد) و پلاستیک خالص دارای کمترین درصد واکشیدگی ضخامت ۲ ساعت (۰/۱٦ درصد) هستند. همچنین واکشیدگی ضخامت ۲

ساعت با افزایش درصد پوست بادام و نانورس به ترتیب افزایش و کاهش می‌یابد، اختلاف بین تیمارها در مورد نانورس معنی‌دار نبود. تفاوت در شکل پرکننده‌ها باعث ایجاد فضاهای خالی در چندسازه می‌شود (Yang et al, 2005). با توجه به افزایش مقدار خلل وفرج حاصل از کاربرد مواد لیگنو سلولزی امکان نفوذ بیشتر آب فراهم شده و در نتیجه جذب آب افزایش می‌یابد. افزایش خلل و فرج دسترسی مواد لیگنو سلولزی را به آب بیشتر کرده و واکشیدگی ضخامت نیز افزایش می‌یابد. به طور کلی پلاستیک خالص مورد استفاده در ترکیب چندسازه‌ها به سبب خاصیت آبگریزی از جذب رطوبت بسیار کمی برخوردار است. پرکننده‌های سلولزی در مقابل به سبب وجود گروه‌های هیدروکسیل در ساختار شیمیایی آبدوست بوده و در نتیجه با افزایش درصد پرکننده‌های سلولزی در ترکیب چندسازه شاهد افزایش جذب آب و واکشیدگی ضخامت چندسازه خواهیم بود. مواد معدنی نیز به سبب طبیعت آبگریزی دارای جذب رطوبت اندکی هستند و لذا جذب آب و واکشیدگی ضخامت با افزایش مواد معدنی در ترکیب چندسازه کاهش می‌یابد (Lei et al, 2007). استفاده از ذرات نانو به سبب سطح ویژه بیشتر ذرات و ایجاد پیوستگی بالاتر در چندسازه تاثیر بیشتری بر خصوصیات فیزیکی مانند جذب آب دارند.



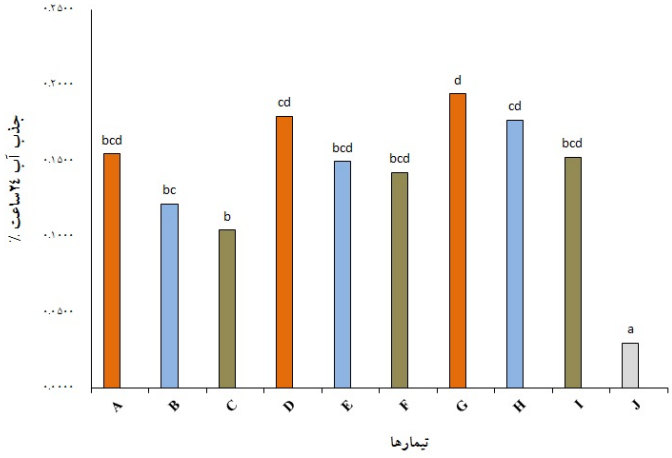
شکل ۲. مقدار میانگین جذب آب ۲ ساعت تیمارهای حاوی مقادیر مختلف پوست بادام/پلی‌پروپیلن/نانورس



شکل ۳. مقدار میانگین واکشیدگی ضخامت ۲ ساعت تیمارهای حاوی مقادیر مختلف پوست بادام/پلی‌پروپیلن/نانورس

جذب آب ۲٤ ساعت

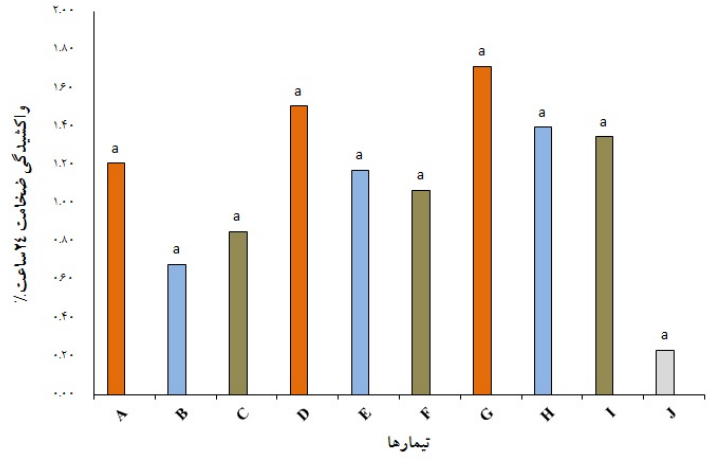
چندسازه حاوی ٤۰ درصد پوست بادام همان‌طور که در شکل ٤ نشان داده شده دارای بالاترین جذب آب ۲٤ ساعت (۰/۲۰ درصد) و پلاستیک خالص دارای کمترین درصد جذب آب ۲٤ ساعت (۰/۳۰ درصد) بودند. جذب آب ۲٤ ساعت با افزایش درصد پوست بادام افزایش یافت. درصد جذب آب ۲٤ ساعت در چندسازه‌های حاوی نانورس با افزایش نانورس از ۲/۵ به ۵ کاهش یافته ولی بین چندسازه-های حاوی ۲/۵ و ۵ درصد نانورس تفاوت معنی‌داری وجود نداشت. مواد پلیمری به خصوص پلیمرهای گرمانرم به علت غیرقطبی بودن مواد آبگریز هستند. بنابراین افزدن تقویت‌کننده‌های لیگنوسلولزی به دلیل طبیعت آبدوست سبب افزایش جذب آب چندسازه‌ها می‌شوند (Ashore et al, 2009). افزایش میزان آرد پوست بادام موجب افزایش جذب آب خواهد شد و در مقابل افزودن نانورس سبب کاهش جذب آب بلندمدت در نانو چندسازه می‌گردد (کرد، ۱۳۸۸؛ Ghasemi et al, 2009). بنابراین چنانچه نانورس به خوبی در پلیمر مخلوط شود می‌تواند با بلوکه کردن گروه‌های آبدوست الیاف طبیعی به کاهش جذب آب کمک نماید.



شکل ٤. مقدار میانگین جذب آب ۲٤ ساعت تیمارهای حاوی مقادیر مختلف پوست بادام/پلی‌پروپیلن/نانورس

واکشیدگی ضخامت ۲٤ساعت

چندسازه حاوی ٤۰ درصد پوست بادام و پلاستیک خالص به ترتیب با ۱/۷۱ و ۰/۳۰ درصد دارای بیشترین و کمترین درصد واکشیدگی ضخامت ۲٤ ساعته بودند (شکل ۵). گرچه با افزایش میزان پوست بادام واکشیدگی ضخامت ۲٤ ساعته چندسازه افزایش یافت، افزودن نانورس موجب کاهش (البته غیرمعنی‌دار) واکشیدگی ضخامت ۲٤ ساعت در چندسازه‌های حاوی نانورس گردید. دلایل افزایش جذب رطوبت و واکشیدگی مواد مرکب الیاف-پلاستیک با افزایش درصد ذرات لیگنوسلولزی را می‌توان این گونه بیان کرد که با افزایش مقدار الیاف از یک طرف بر مقدار یک ماده آبدوست یعنی الیاف افزوده شده و از طرف دیگر از مقدار پلاستیک که یک ماده آبگریز است کاسته می‌شود. بعلاوه پلی‌پروپیلن در اثر حرارت ذوب شده و علاوه بر اتصال ذرات چوب به یکدیگر پوشش ضد آبی را در سطح نهایی آنها ایجاد می‌کند. در نتیجه با کاهش مقدار پلی‌پروپیلن از پوشیدگی سطح الیاف با پلاستیک کاسته می‌شود (چهارمحالی و همکاران، ۱۳۸٤).



شکل ۵. مقدار میانگین واکشیدگی ضخامت ۲٤ ساعت تیمارهای حاوی مقادیر مختلف پوست بادام/پلی‌پروپیلن/نانورس

جذب آب جوش ۲ ساعت

همان‌طور که در شکل ٦ نشان داده شده چندسازه دارای ٤٠ درصد پوست بادام دارای بالاترین درصد جذب آب ۲ ساعت جوش (۱/۰۷۰۸ درصد) و پلاستیک خالص دارای کمترین درصد جذب آب جوش ۲ ساعت (۰/۰۳۷۰ درصد) می‌باشد. جذب آب جوش ۲ ساعت با افزایش پوست بادام افزایش می‌یابد. افزایش نانورس جذب آب جوش ۲ساعته چندسازه‌های حاوی نانورس را کاهش داد، هرچند تفاوت معنی‌داری بین چندسازه‌های حاوی ۲/۵ و ۵ درصد نانورس ثبت نگردید. عدم همپوشانی کامل سطح ذرات پرکننده توسط ماده زمینه پلیمری به دلیل کمبود ماده زمینه پلیمری در چندسازه‌های چوب پلاستیک از عوامل مهم و تاثیرگذار در جذب آب و واکشیدگی ضخامت است (Ghotbifar et al, 2009).

واکشیدگی ضخامت ۲ ساعت آب جوش

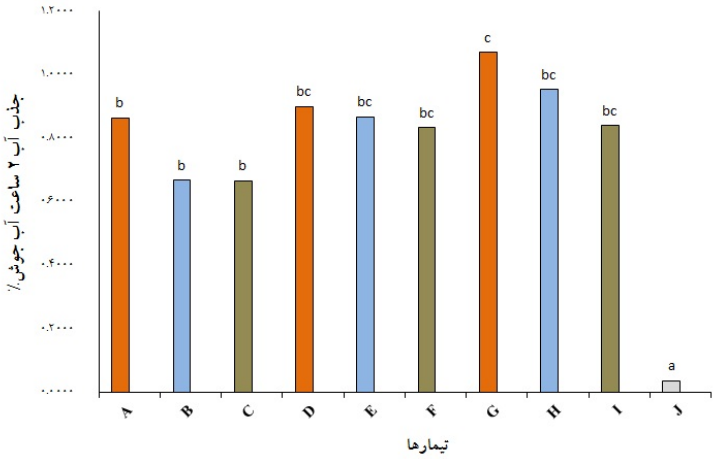
میزان واکشیدگی ضخامت ۲ ساعت آب جوش تیمارهای مختلف در شکل ۷ نشان داده شده است. چندسازه حاوی ٤٠ درصد پوست بادام دارای بالاترین درصد واکشیدگی ضخامت ۲ ساعت آب جوش (۱/۹۱ درصد) و پلاستیک خالص دارای کمترین درصد واکشیدگی ضخامت ۲ساعت آب جوش (۰/۳۰ درصد) می‌باشد. اگرچه با افزایش پوست بادام واکشیدگی ضخامت ۲ ساعت آب‌جوش افزایش می‌یابد، تفاوت معنی‌داری در واکشیدگی ضخامت ۲ ساعت آب جوش چندسازه با افزایش میزان نانورس در آنها دیده نشد ($p<0.05$). بالا بودن الیاف سلولزی نسبت به مواد پلیمری باعث جذب بیشتر آب و واکشیدگی بیشتر اجزاء دیواره سلولی شده است. بنابراین میزان جذب و واکشیدگی ضخامت با افزایش میزان پلیمر گرمانرم کاهش می‌یابد (Nourbakhsh et al, 2008).

تصاویر میکروسکوپ الکترونی نگاره (SEM)

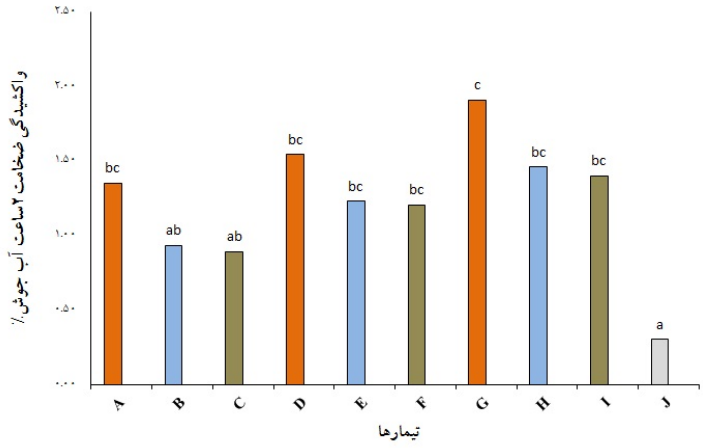
به منظور بررسی سطوح شکست، عکس‌های میکروسکوپ الکترونی نگاره از نمونه‌ها گرفته شد. شکل ۹-الف نشان می‌دهد که پودر پوست بادام پس از شکست نمونه به راحتی و به صورت سالم از فاز زمینه جدا شده است. حفره‌هایی نیز در نتیجه اتصال ضعیف بین ماده زمینه و پودر پوست بادام به چشم خرد که بیانگر خروج پودر پوست بادام از ماده زمینه است. چندسازه‌ها حاوی مواد لیگنوسلولزی، مواد معدنی قطبی و پلی‌پروپیلن غیرقطبی می‌باشد که از نظر شیمیایی ناسازگارند. این شرایط باعث چسپندگی

ضعیف ماده زمینه پلیمری و پرکننده‌ها در فاز زمینه و ایجاد خلل و فرج در چندسازه هیبریدی شده است.

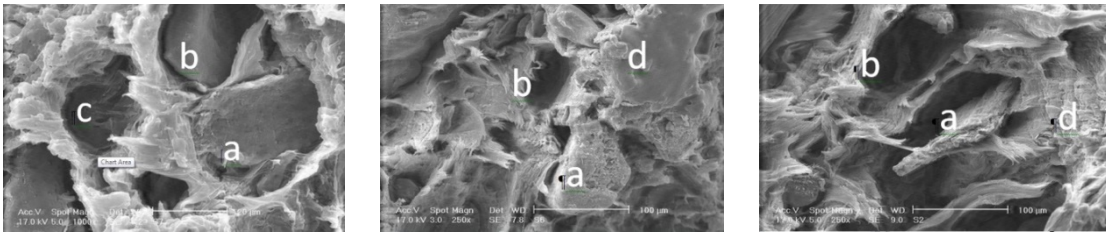
البته حفرات موجود در ماده زمینه با افزایش میزان الیاف سلولزی نیز بیشتر می‌شود که حاکی از اتصال ضعیف بین ماده زمینه و الیاف سلولزی است (شکل ۸-ب) که این مسئله می‌تواند افزایش جذب آب توسط حفرات خالی در اثر افزایش ماده سلولزی را توجیه کند. پودر پوست بادام نیز پس از شکست نمونه به راحتی و به صورت سالم از فاز زمینه جدا شد (شکل ۸-ج) که ممکن است به علت اتصال ضعیف بین ماده زمینه و پودر پوست بادام باشد. البته در این تصویر هم حفره‌هایی دیده می‌شود. عدم همپوشانی کامل سطح ذرات پرکننده توسط ماده زمینه پلیمری بدلیل کمبود ماده زمینه پلیمری در چندسازه‌های چوب پلاستیک از عوامل مهم و تاثیرگذار در کاهش خواص چندسازه هستند، که حفرات فراوان موجود در تصویر توجیه کننده جذب فراوان آب توسط این چندسازه می‌باشد.



شکل ٦. مقدار میانگین جذب آب جوش ۲ ساعت آب تیمارهای حاوی مقادیر مختلف پوست بادام/پلی‌پروپیلن/نانورس



شکل۷. میانگین واکشیدگی ضخامت ۲ ساعت آب جوش تیمارهای حاوی مقادیر مختلف پوست بادام/پلی‌پروپیلن/نانورس



(ب) (ب) (الف)

شکل ۸. چندسازه حاوی ۳۰ درصد پوست بادام و ۲/۵ درصد نانورس (الف)، ۳۵ درصد پوست بادام و ۵ درصد نانورس (ب) و ٤٠ درصد پوست بادام

نتیجه‌گیری

این تحقیق با هدف مطالعه خصوصیات فیزیکی و ریخت‌شناسی چندسازه ساخته شده از پودر پوست بادام/نانورس/پلی‌پروپیلن انجام گرفت. نتایج حاصل از آزمون‌های فیزیکی پژوهش حاضر نشان داد که جذب آب و واکشیدگی ضخامت با افزایش درصد پوست بادام از ۳۰ به ٤٠ درصد افزایش یافته و با افزودن مقادیر بیشتر نانورس کاهش می‌یابد. همچنین اختلاف معنی‌داری بین چندسازه‌های حاوی نانورس و بدون نانورس وجود نداشته و مقاومت به سختی تمامی چندسازه‌ها از پلاستیک خالص بالاتر بود. بعلاه چگالی چندسازه با افزایش پوست بادام زمینی و نانورس افزایش خواهد در مقایسه با پلاستیک خالص افزایش خواهد یافت.

منابع

چهارمحالی، م.، کاظمی نجفی، س.، تجویدی، م. و حاجی حسنی، ر. (۱۳۸٤) مطالعه رفتار جذب آب و واکشیدگی ضخامت بلند مدت تخته‌های چوب – پلاستیک. مجله پژوهشی تحقیقات علوم چوب و کاغذ ایران. ۲۰(٤): ۲۵۵–۲۷۰.

کرد، ب. (۱۳۸۸) استفاده از ذرات نانورس در بهبود خواص کاربردی چندسازه چوب پلاستیک. مجله علوم مواد مهندسی ٤: ۳۷۵–۳۸۳.

Ashore, A. and Nourbaksh, A. (2009) Characteristics of wood-fiber plastic composites made of recycled materials. Waste Management. 29:1291-1295.

Bigg, D.M., Hiscock, D.F., Peterson, J.R. and Bradbury, E.J. (1988) High Performance Thermoplastic Matrix Composites. Journal of Thermoplastic Composite Materials. 1(2): 146-160.

Deka, B.K. and Maji., T.K. (2010) Effect of coupling agent and nanoclay on properties of HDPE, LDPE,PP, PVC blend and Phargamites *karka nanocomposite*. Composites Science and Technology. 70:1755–1761.

FAO (2012) The Statistic Division of the Fao. Available online at: http://faostat.fao.org/site/567/DesktopDefault.aspx?PageID=567#ancor. Accesses Date: 5 January 2012.

Ghasemi, I. and Kord, B. (2009) long-term water absorption behaviour of poypropylene/ woodflour/ organoclay hybrid nanocomposite. Iranian Polymer Journal. 18:683-691.

Ghotbifar, A., Kazemi Najafi, S. and Behrooz Eshkiki, R. (2009) A Study on water absorption and thickness swelling behaviorof wood flour/glass fiber hybrid composites. Iranian Journal of Wood and Paper Science Research: 2009. 24(2): 315-324 .

Henriksson, M., Berglund, L., Isaksson, P., Lindstrom, T. and Nishino, T. (2008) Cellulose Nanopaper Structure of High Toughness. Biomacromol.9:1579-1585.

Kim, J.K. and Pal, K. (2010) Recent Advances in the Processing of Wood–Plastic Composites. Engineering Materials. Springer publications. Berlin, 435 p.

Lei, Y., Wu, Q., Clemens, C.M., Yao, F. and Xu, Y. (2007) Influence of nanoclay on properties of HDPE/wood composites. Journal of Applied Polymer Science. 106: 3958-3966.

Maldas, D. and Kokta, B.V. (1992) Performance of Hybrid Reinforcements in PVC Composites: Use of Surface-Modified Glass Fiber and Wood Pulp as Reinforcements. Journal of Reinforced Plastics and Composites. 2: 1093-1102.

Mishra. A.K. and Luyt, A.S (2007). Effect of sol-Gel derived nano-silca and organic peroxide on the Thermal and Mechanical properties of low-Density polyethylene / wood flour composites. Polymer Degradation Stab. 93: 1-8.

Nourbakhsh, A., Doosthosseine, K., Kargarfard, A., Golbabaei, F. and Haji hassani, R. (2008) INVESTIGATION OF OCC FIBER / POLYMERS COMPOSITES IN AIR - FORMING PRODUCTION. Iranian Journal of Wood and Paper Science Research. 23(2): 91-101.

Roux, C., Denault, J. and Champagne, M. (2000) Parameters Regulating Interfacial and Mechanical Properties of Short Glass Fiber Reinforced Polypropylene. Journal of Applied Polymer Science. 78: 2047-2060.

Steckel, V., Clemons, C.M. and Thoemen, H. (2007) Effects of Material Parameters on the Diffusion and Sorption Properties of Wood-Flour/ Polypropylene Composites. Journal of Applied Polymer Science. 103: 752–776.

Sombatsompop, N., Yotinattanakumtorn, C. and Thongpin, C. (2005) Influence type and concentration of maleic anhydride grafted polypropylene and impact modifier on mechanical of pp/wood sawdust composites. Journal of Applied Polymer Science. 97(2): 475–484.

Thwe, M.M. and Liao, K. (2003) Durability of Bamboo-Glass Fiber Reinforced Polymer Matrix Hybrid Composites. Composites Science and Technology. 63: 375-387.

Urrestarazu, M., Martı´nez, G.A. and Carmen Salas, M.D. (2005) Almond shell waste: possible local rock wool substitute in soilless crop culture. Scientia Horticulturae. 103: 453–60.

Yang, H.S., Kim, H.J., Park, H.J., Lee, B.J. and Hwang, T.S. (2006) water absorption behavior and mechanical properties of lignocellulosic filler-polyofin bio-composites. Composite Structures. 72(4): 429-437.

Study on physical and morphological properties of almond shell powder / Nano clay / polypropylene

Amir Lashgari* and Ayoub Eshghi

Department of Wood Science and Paper Technology, Karaj Branch, Islamic Azad University, Karaj, Iran.
*Corresponding Author E-mail Address: amir.lashgari@kiau.ac.ir

Abstract

In this research, the effect of nanoclay particles on physical and morphological properties of composites made of almond shell powder/polypropylene was studied. Each of experimental variables was applied in three different concentrations (30%, 35%, and 40% for Almond shell and 0%, 2.5% and 5% for nanoclay). Besides, 2% of maleic anhydride grafted polypropylene was added to all compositions. Afterwards, the nano-composite was manufactured by an injection molding machine. The physical properties including water absorption and thickness swelling of 2-h, 24-h, and 2-h water boiling were measured. Hardness test and scanning electron microscope (SEM) was also performed to investigate fracture surfaces. With regard to the results of physical tests, increase in almond shell increases water absorption and thickness swelling, while the water absorption decrease by increasing nanoclay amount. In all experimental treatments, hardness and density of composites was upper than pure plastic.

Keywords: Wood Plastic Composite, Nano clay, Almond Shell, Polypropylene, Scanning Electron Microscope.