بررسی اثر اندازه و مقدار الیاف بر ویژگی های کامپوزیت های تهیه شده از الیاف نخل خرما و پلی اتیلن سنگین

حامد غفارزاده زارع[۱]،احمد غضنفری مقدم[۲]، حسن هاشمی رفسنجانی[۳]

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد مکانیک ماشین های کشاورزی دانشگاه شهید باهنر کرمان

۲-دانشیار بخش مکانیک ماشین های کشاورزی

۳-استادیار بخش مهندسی شیمی

چکیده :

در دو دهه گذشته استفاده از الیاف لیگنوسلولزی برای تقویت کامپوزیت ها مورد توجه زیادی قرار گرفته است. در این تحقیق به منظور بررسی اثر اندازه و مقدار الیاف بروی ویژگی های کامپوزیت، نمونه های کامپوزیت به شیوه قالب گیری تزریقی با نسبت های ۱۰ ، ۲۰ و ۳۰ درصد وزنی الیاف و در دوسطح ریز(۲۰۰mμ) و درشت (٤۰۰mμ) تولید گردید. استحکام کششی، مدول الاستیسیته، درصد افزایش طول، درصد جذب رطوبت و مقاومت به ضربه کامپوزیت تهیه شده اندازه گیری و با استفاده از طرح فاکتوریل تجزیه و تحلیل شدند. نتایج بدست آمده نشان داد با افزایش درصد الیاف در کامپوزیت مقدار استحکام کششی، مدول الاستیسیته و درصد جذب رطوبت کامپوزیت افزایش ولی درصد افزایش طول و مقاومت به ضربه آن کاهش پیدا کرده است. همچنین کامپوزیت تهیه شده از الیاف ریز دارای استحکام کششی، مدول الاستیسیته و مقاومت به ضربه بیشتری نسبت به کامپوزیت تهیه شده از الیاف درشت داشتند ولی درصد جذب رطوبت و درصد افزایش طول آنها کمتر بود.

کلمات کلیدی : کامپوزیت، الیاف خرما، خصوصیات فیزیکی و مکانیکی

مقدمه :

در سالهای اخیر به علت مشکلات زیست محیطی و هزینه های بالای استفاده از الیاف مصنوعی در تولید کامپوزیت ها تحقیقات گسترده ای بر روی جایگزینی این الیاف با الیاف طبیعی انجام گرفته است. استفاده از الیاف سلولزی بجای الیاف مصنوعی برای تقویت پلاستیک ها دارای مزیت های زیادی از جمله سازگاری خوب با محیط زیست، تجدیدپذیری، مصرف انرژی پایین جهت تولید، فراوانی و مدول و استحکام ویژه بالا می باشد (Alemdar & sain,2007). دورنمای صنایع پلاستیک با شناخت ویژگی های الیاف بسیار روشن می باشد. مواد لیگنوسلولزی امروزجایگاه ویژه ای در صنایع کامپوزیتی پیدا کرده اند که با اضافه کردن آنها به پلاستیک، سفتی پلاستیک بطور قابل ملاحظه ای افزایش پیدا می کند و هر روز بر کاربرد صنعتی آنها افزوده می شود(Clemons,2002) .

اندازه فیزیکی الیاف، درصد آنها و نوع تیمارهای شیمیایی انجام گرفته روی الیاف، بروی ویژگی های فیزیکی و مکانیکی کامپوزیت های تهیه شده از آنها تاثیر زیادی دارد(Ghazanfari et al.,2008;Seydibeyoglo & Oksman,2007). علاوه بر استفاده از الیاف به عنوان تقویت کننده، از الیاف به عنوان ماده پر کننده نیز استفاده می گردد تا از مصرف مواد پلیمری در تهیه کامپوزیت صرفه جویی شود. تحقیقات در زمینه استفاده از الیاف کنف برای تقویت کامپوزیت ها در دو دامنه اندازه ذرات الیاف (٤٢٥ – ٣٣٥ میکرومتر و کمتر از ١٨٠ میکرومتر) و با مقادیر مختلف آنها نشان داد که می توان از الیاف کنف به عنوان پرکننده پلی اتیلن در هنگامی که مقاومت به ضربه اهمیت چندانی ندارد به طور موفقیت آمیزی استفاده کرد. در ضمن بررسی مقاومت کششی، مقاومت به ضربه و سختی کامپوزیت نشان داد که الیاف با اندازه کوچکتر در مقایسه با اندازه درشت تر دارای ویژگی های مکانیکی بهتری بودند (Thomsen,2006).

الیاف نخل خرما از گذشته های دور مورد توجه انسان ها بوده و از آنها برای تقویت مصالح ساختمانی و طناب استفاده می شده است. در حال حاضر این الیاف که حاصل هرس سالیانه نخل می باشد جزء ضایعات کشاورزی محسوب شده و سوزانده می شوند. در حالی که می توان با خالص سازی این الیاف و تهیه فیبرهای سلولزی محکم و مناسب از آنها در کامپوزیت ها به عنوان تقویت کننده استفاده کرد. هدف از انجام این تحقیق در مرحله اول بررسی اثر خالص سازی شیمیای الیاف، بروی ویژگی های شیمیایی، فیزیکی، مکانیکی و حرارتی الیاف خام خرما می باشد. در مرحله دوم الیاف خالص سازی شده با اندازه و درصد های مختلف با پلی اتیلن سنگین مخلوط شده و از آنها کامپوزیت تهیه می گردد. سپس ویژگی های فیزیکی و مکانیکی کامپوزیت های تولید شده مورد ارزیابی و مقایسه قرار می گیرند.

مواد و روش ها :

– **الیاف گیاهی (بیو فایبر)** : در این تحقیق برای استحصال الیاف سلولزی از الیاف گیاهی از الیاف خرمای مناطق اطراف کرمان استفاده شد. این الیاف را به قطعاتی به طول ٥– ٤ سانتیمتر بریده و به مدت ١٠ دقیقه در آب مقطر کاملاً شستشو می دهیم وبرای جداشدن بهتر مواد اضافی چسبیده به الیاف از یک همزن مکانیکی استفاده می شود .

– **پلیمر** : در این تحقیق از پلی اتیلن سنگین با نام HD5620EA با شاخص جزیان مذاب , 20 gr/10 min (MFI) و دانسیته $0.956\ gr/cm^3$ تهیه شده از صنایع پتروشیمی اراک به عنوان رزین برای تهیه کامپوزیت استفاده شد .

ساخت کامپوزیت و اندازه گیری خصوصیات آنها: الیاف خالص سازی شده را بوسیله آسیاب خرد کرده و با استفاده از الک در دوسطح اندازه ریز(۲۰۰ میکرومتر) و درشت (٤۰۰ میکرومتر) تقسیم کردیم. سپس آنها را با درصدهای وزنی ۱۰ ، ۲۰ و ۳۰ درصد الیاف با پلی اتیلن سنگین در دستگاه مخلوط کن به مدت ۳۰ دقیقه کاملاً مخلوط کردیم. نمونه های کامپوزیتی صفحه ای با استفاده از دستگاه تزریق با فشار تزریق مواد MPa ۳/۲ و دمای استوانه ۱۸۰ درجه سانتیگراد تهیه شدند.

آزمون کشش مطابق با استاندارد ASTM D – 638 از نوع MI با استفاده از دستگاه تست کشش تحت سرعت 5cm/min انجام شد. آزمون مقاومت به ضربه طبق استاندارد ASTM D – 256 به شیوه چارپی بدون فاق انجام شد. برای اندازه گیری درصد جذب رطوبت کامپوزیت، نمونه هایی با ابعاد ۱۰*۱۰ از کامپوزیت به مدت ٤۸ ساعت در آب گذاشته و درصد جذب رطوبت آن را اندازه گیری کردیم.

شماره تیمار	نام تیمار	اندازه ذرات الیاف	درصد پلی اتیلن
۱	PE-D10	درشت	۹۰
۲	PE-D20	درشت	۸۰
۳	PE-D30	درشت	۷۰
٤	PE-R10	ریز	۹۰

تجزیه و تحلیل آماری: تجزیه و تحلیل آماری و مقایسه ویژگی های کامپوزیت تهیه شده با طرح فاکتوریل ۳*۲ در قالب طرح کاملاً تصادفی و به کمک نرم افزار SAS با دو فاکتورموثر اندازه الیاف در دو سطح ریز و درشت و درصد الیاف با سه سطح ۱۰، ۲۰ و ۳۰ درصد انجام شد. برای مقایسه میانگین ها از آزمون دانکن استفاده شد. خصوصیات تیمارهای انجام گرفته شده در جدول ۱ذکر شده اند.

جدول ۱– مقدار ترکیب مواد اولیه در هر تیمار

۵	PE-R20	ریز	۸۰
٦	PE-R30	ریز	۷۰
۷	PE	–	۱۰۰

نتایج و بحث :

ویژگی های فیزیکی و مکانیکی کامپوزیت :

ویژگی های کامپوزیت تهیه شده در تیمار های مختلف در جدول شماره ٤ آورده شده است. یکی از فاکتورهای مهم کامپوزیت ها استحکام کششی آنها می باشد. استحکام کششی کامپوزیت تهیه شده بوسیله تیمارهای مختلف از ۲/۵ تا ۲۰ درصد نسبت به نمونه پلیمری خالص افزایش داشته است. بیشترین مقدار استحکام کششی مربوط به کامپوزیت تهیه شده با الیاف ریز و با ۳۰ درصد الیاف می باشد و کمترین مقدار استحکام کششی مربوط به کامپوزیت تهیه شده با الیاف درشت و با ۱۰ درصد الیاف می باشد. الیاف ریز نسبت به الیاف درشت استحکام کششی کامپوزیت را بیشتر افزایش می دهد. افزایش مقاومت کششی کامپوزیت نسبت به نمونه پلیمری نشان می دهد که انتقال تنش از پلی اتیلن (زمینه) به الیاف به خوبی انجام شده است. همچنین الیاف ریز تر با مواد پلیمری بهتر با یکدیگر مخلوط شده و چسبندگی بین آنها بیشتر از الیاف درشت با پلیمر می باشد. نتایج تجزیه و تحلیل آماری نشان می دهد اثر مستقل نوع الیاف و اثر مستقل درصد الیاف و اثر مستقل نوع و درصد الیاف درسطح ۱٪ بر استحکام کامپوزیت معنی دار شده است.

همانگونه که از جدول ٤ مشاهده می شود با افزایش درصد الیاف، مدول الاستیسیته کامپوزیت افزایش یافته است و الیاف ریز نسبت به الیاف درشت مدول الاستیسیته کامپوزیت را بیشتر افزایش می دهد. بیشترین مقدار مدول الاستیسیته مربوط به کامپوزیت با ۳۰ درصد الیاف ریز می باشد و کمترین مقدار را نمونه پلی اتیلنی خالص به خود اختصاص داده است. مدول الاستیسیته در نمونه های مختلف کامپوزیت نسبت به نمونه پلی اتیلن خالص ١٦ تا ۵۲ درصد افزایش دارد. نتایج تجزیه و تحلیل آماری نشان می دهد اثر مستقل نوع الیاف و اثر مستقل درصد الیاف درسطح ۱٪ بر مدول الاستیسیته کامپوزیت معنی دار شده است ولی اثر مستقل نوع و درصد الیاف درسطح ۱٪ بر مدول الاستیسیته کامپوزیت معنی دار نشده است.

جدول ٤- ویژگی های کامپوزیت در تیمار های مختلف

	مقاومت به ضربه (KJ/m^2)	جذب رطوبت (٪)	کشیدگی (٪)	مدول الاستیسیته (MPa)	استحکام کششی (MPa)
PE	۳/۸۵	۰/۱۹	۷۹/٤۱	۹٤۹/٦۲	۱۹/۱۵
PE-D10	۳/٦۳	۱/۱۰	۵/۷۱	۱۱۳۲/٦۸	۱۹/۵۹
PE-D20	۳/۳٦	۱/۲۱	۳/۸٦	۱٤۲۷/۸۹	۲۰/۳٤
PE-D30	۲/۹۵	۱/۳۹	۱/۸۵	۱۹۵۷/۹۱	۲۱/٦۱
PE-R10	۳/۷۱	۰/۹٤	۵/۱۹	۱۲٦۲/۸٦	۲۰/۰۸
PE-R20	۳/۵٤	۱/۰۲	۳/۲۳	۱۷۲۸/۰۸	۲۱/٤٦
PE-R30	۳/۲۱	۱/۲۰	۱/۵٤	۲۰۸۵/۱٤	۲۲/۹۵

داده های جدول ٤ نشان می دهدکه نمونه پلیمری خالص بیشترین مقدار مقاومت به ضربه را دارد و هرچه میزان درصد الیاف موجود در کامپوزیت بیشتر می شود مقاومت به ضربه آن کمتر می شود. همچنین کامپوزیت تهیه شده با الیاف درشت نسبت به الیاف ریز دارای مقاومت به ضربه کمتری می باشند. لذا می توان نتیجه گرفت با افزایش درصد الیاف ،کامپوزیت ترد تر و شکننده تر می شود. نتایج تجزیه و تحلیل آماری نشان می دهد که اثر مستقل نوع الیاف و اثر مستقل درصد الیاف درسطح ۱٪ بر مقاومت به ضربه کامپوزیت معنی دار شده است ولی اثر مستقل نوع و درصد الیاف درسطح ۱٪ بر مقاومت به ضربه کامپوزیت معنی دار نشده است.

در جدول ٤ درصد کشیدگی (افزایش طول) کامپوزیت در آزمایش کشش آورده شده است. همانگونه که مشاهده می شود کامپوزیت تهیه شده نسبت به پلیمر خالص دارای درصد افزایش طول فوق العاده کمتری می باشد بطوری که درصد افزایش طول در تیمارمختلف بین ۱۲۰۰ تا ۵۰۰۰ درصد کاهش داشته است.کامپوزیت تهیه شده با الیاف درشت نسبت به الیاف ریز دارای درصد طول بیشتری می باشند. پلاستیک ها هنگامی که تحت کشش قرار می گیرند افزایش طول خیلی زیادی می دهند ولی الیاف سلولزی دارای افزایش طول بسیار کمی در کشش می باشند. با توجه به اینکه درکشش کامپوزیت، بیشتر نیرو را الیاف تحمل می کنند لذا مقدار افزایش طول الیاف در افزایش طول کامپوزیت تاثیر بیشتری می گذارد. نتایج تجزیه وتحلیل آماری نشان می دهد که اثر مستقل نوع الیاف و اثر مستقل درصد الیاف درسطح ۱٪ بر درصد افزایش طول کامپوزیت معنی دار شده است ولی اثر مستقل نوع و درصد الیاف درسطح ۱٪ بر درصد افزایش طول کامپوزیت معنی دار نشده است.

یکی از عیوب استفاده از کامپوزیت های طبیعی درصد جذب رطوبت بالای این مواد می باشد که باعث محدود شدن استفاده از این مواد می شود. نتایج مربوط به درصد جذب رطوبت کامپوزیت در تیمار های مختلف در جدول ٤ آورده شده است. همانگونه که مشاهده می شود با افزایش درصد الیاف در کامپوزیت، درصدجذب رطوبت آن افزایش می یابد. درصد جذب رطوبت در کامپوزیت بین ٤۰۰ تا ٦۰۰ درصد در تیمار های مختلف افزایش داشته

است. بیشترین درصد جذب رطوبت را کامپوزیت با ۳۰ درصد الیاف درشت و کمترین درصد جذب رطوبت مربوط به کامپوزیت با ۱۰ درصد الیاف ریز می باشد.کامپوزیت تهیه شده با الیاف درشت تر درصد جذب رطوبت بالاتری نسبت به کامپوزیت تهیه شده با الیاف ریز تر دارند. لذا می توان نتیجه گرفت هرچه درصد الیاف در کامپوزیت بیشتر و الیاف استفاده شده درشت تر باشد درصد جذب رطوبت کامپوزیت بیشتر خواهد بود. نتایج تجزیه و تحلیل آماری نشان می دهد اثر مستقل نوع الیاف و اثر مستقل درصد الیاف وهمچنین اثر مستقل نوع و درصد الیاف درسطح ۱٪ بر درصد جذب رطوبت کامپوزیت معنی دار شده است.

نتیجه گیری :

۱- نتایج این تحقیق نشان می دهد که با افزایش درصد الیاف در کامپوزیت استحکام کششی، مدول الاستیسیته و درصد جذب رطوبت کامپوزیت بطور معنی داری افزایش و درصد افزایش طول و مقاومت به ضربه آن کاهش پیدا کرده است.

۲- با کاهش اندازه الیاف، استحکام کششی، مدول الاستیسیته و مقاومت به ضربه کامپوزیت تهیه شده بیشتر شد که دلیل آن را می توان به علت چسبندگی بیشتربین الیاف ریز و رزین نسبت به الیاف درشت دانست. چسبندگی بهتر بین الیاف و رزین باعث می شود تا تنش های وارده برکامپوزیت، بهتر از رزین به الیاف منتقل شود واستحکام، مدول و مقاومت به ضربه کامپوزیت افزایش پیدا کند.

۳- با افزایش اندازه و درصد الیاف، درصد جذب رطوبت در کامپوزیت بیشتر شد. که می توان دلیل آن را وجود الیاف سلولزی آبدوست در میان مواد پلیمری آب گریز دانست.

منابع :

- Alemdar, A. and Sain, M. 2008. Biocomposites from wheat straw nanofiber : Morphology thermal and mechanical properties. Composite Science and Technology (68):557-565
- Alemdar, A and Sain, M. 2007. Isolation and characterization of nanofiber from agricultural residues weat straw and soy hulls.Bioresource Technology (99):1664-1671
- Bhatnagar, A and Sain, M. 2005. Processing of cellulose nanofiber-reinfroced composites. Reinforcment plast composite;24(12):1259–1268
– Clemons,C. 2002. Wood – Platics composites in the United States.The interfacing of two industries,Forest Products (6):10-18
- Fu, S.Y., Xu,G.,and Maia,Y.W. 2002. On The Elastic Modulus of Hybrid Particle/Short- Fiber /Polimer composites. Composites (2): 291-299.
- Ghafarzadeh,H. and Ghazanfari,A. 2009. Comparing Four Methods for Purifying Date Fibers for Reinforcement Use in Biocomposites. Proceedings of the 2th Conference of biotechnology. kerman.
- Ghazanfari, A.,Emami,s., Panigrahi,s. and Tabil,L.G. 2008. Thermal and mechanical properties of blends and composites from HDPE and date pits particles, Composite Material(42):77-90
-Ghali, L., Msahli, s., Zidi, M and Sakli, F. 2008. Effect of pre – treatment of luffa fiber on the structural properties ,Materials Letter(2):61 -63
- Gindl,W and Keckes.j. 2005. All- Cellulose nanocomposite, Polymer,10221-10225

- Kacurakova, M., Belton, P.S., Wison, R.H., Hirsch, J and Ebringerova, A. 1998. Hydration properties of xylan type structures: an FT-IR study of xylooligosacharides, Food Aric(77):38-44
- Kriker, A., Bali, A., Debicki, G., Bouziane, M and Chabannet, M., 2007, Durability of date palm fiber and their use as reinforcement in hot dry climates. Cement & Concrete Composite(30): 639- 648
- Nguyen,T., Zavarin, E. and Barral, E.M. 1981. Thermal- analysis of lignocellulosic materials. Unmodified materials.J.Macromol.sci.(20):1-65
- Sain. M. and Panthapulakkal, S. 2006. Bioprocess preparation of wheat straw fibers and characterization. Indusrial Crops and Pproducs,231-239
- Seydibeyoglu, M. and Oksman. K. 2008. Novel nanocomposites based on polyurethane and micro fibrillated cellulose. Composite Science and Technology (68):908-914
- Sun, R.C., Tomkinson, J., Wang, Y.W and Xiao, B., 2000. Physico-chemical and structural characterization of hemicelluloses from wheat straw by alkaline peroxide extraction,Polymer(41): 2647–2656.
- Sun, X.F., Xu, F., Sun, R.C., Fowler, P and Baird, M.S., 2005. Characteristics of degraded cellulose obtained from steam-exploded wheat straw.Carbohydr Polymers (340): 97–106.
-Thomsen, A.B., Thygesen, A., Bohn,V, Nielsen, K.V., Pallesen, B and Jorgesen, M.S. 2006. Effects of chemical – physical pre – treatment processes on hemp fibers for reinforcement of composites and for textiles,Indusrial Crops and Producs:24 - 32.
- Wang, B and Sain, M. 2007. Isolation of nanofibers from soybean source and their reinforcing capability on synthetic polymers. Composite Science and Technology (67):2521-2527
- Xiao, B., Sun, X.F and Sun, R.C. 2001. Chemical, structural, and thermal characterization of alkali-soluble lignins and hemicelluloses, and cellulose from maize stems, rye straw, and rice straw. Polymer (74): 307–319.
-Zuluaga. R., Putaux, J.L., Cruz ,J., Velez, J., Mondragon, I and Ganan, P. 2008.Cellulose microfibrils from banana rachis :Effect of alkaline treatments on structural and morphological features. Carbohydrate Polymers,1-10.