یازدهمین کنگره ملی سراسری
فناوریهای نوین در حوزه توسعه پایدار ایران
11th National Congress of
the New Technologies in Sustainable Development of Iran
senaconf.ir

فرایند سنتز الیاف کربن از پوست استخوانی پسته

محمدصالح نورمندی پور (نویسنده مسئول)[۱]، حسن هاشمی پور رفسنجانی[۲]، رضا رنجبر کریمی[۳]

[۱] دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه مهندسی شیمی، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه شهید باهنر کرمان m.s.noormandi@eng.uk.ac.ir

[۲] گروه مهندسی شیمی، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه ولی عصر رفسنجان hashemipour@gmail.com

[۳] گروه شیمی، دانشکده علوم، دانشگاه ولی عصر رفسنجان r.ranjbarkarimi@vru.ac.ir

چکیده

الیاف کربن از جمله مواد انعطاف پذیر، مستحکم، مقاوم در برابر خوردگی و سبک پایه کربنی هستند که به دلیل خواص ویژه‌ای که دارند کاربردهای فراوانی از صنایع شیمیایی، خودروسازی و پزشکی تا حفاظت از محیط زیست دارند. در این پژوهش الیاف کربن از پوست استخوانی پسته به عنوان ماده اولیه و پلی‌وینیل‌پیرولیدون (PVP) در دمای ۶۵۰ درجه سانتی گراد به مدت ۶۰ دقیقه با نرخ گرمایش ۵ درجه سانتی گراد بر دقیقه طی سه مرحله مایع سازی و سنتز رزین، آماده سازی محلول الکتروریسندگی و تثبیت حرارتی و کربونیزاسیون سنتز شد.

واژه‌های کلیدی: سنتز، الیاف کربن، پوست استخوانی پسته

۱. مقدمه

۱,۱. الیاف کربن

الیاف کربن به دلیل ویژگی های منحصر به فرد از جمله وزن سبک، استحکام بالا، انعطاف پذیر و مقاوم در برابر خوردگی توجه بسیاری از دانشمندان و محققان را به خود جلب کرده است. از متداولترین مواد اولیه برای سنتز الیاف کربن می‌توان به پلی آکریلونیتریل[۱] (PAN)، الیاف ویسکوز و قطران اشاره کرد[۱]. اما به دلیل استفاده از منابع ارزشمند و تجدیدناپذیر فسیلی، مصرف انرژی زیاد و هزینه بالا دانشمندان به دنبال یافتن مواد اولیه جایگزین برای سنتز الیاف کربنی هستند. از مواد اولیه پیشنهادی می‌توان به لیگنین، قندهای لیگنوسلولوزیک و گلیسرول اشاره کرد[۲].

اکثر الیاف کربنی که برای کاربردهای تجاری و صنعتی استفاده می شود از پیش سازهای به دست آمده از پلی آکریلونیتریل (PAN) و قیرمزوفاز[۲] است که پیش ساز نسبتا گران قیمت و بیش از ۵۰ درصد از هزینه های تولید الیاف کربن تشکیل می دهد. چندین پلیمر دیگر مانند لیگنین و ابریشم به عنوان جایگزین های ممکن برای سنتز الیاف کربن استفاده می شود[۳].

۲,۱. ماده اولیه (ضایعات کشاورزی)

ضایعات چوب عمدتا با سوزاندن یا دفن کردن در زمین از بین می روند. تنها بخش کمی از آن به عنوان ذغال چوب برای سوخت، تصفیه آب رودخانه و تهویه خاک استفاده می شود. برای استفاده از ضایعات چوبی و کشاورزی روش های جدید به دست آمده است. از آنجا که ضایعات را می‌توان نوعی ماده پلمیری طبیعی در نظرگرفت، فرض می کنیم که بتوان از آن به عنوان ماده اولیه برای محصولات پیشرفته استفاده کرد[٤]. مواد کربنی متفاوتی مانند الیاف کربن فعال ضدباکتریال[٥]، الیاف کربن نازک و نانولوله های کربنی[۳][٦] از رزین فنول فرمالدهید نوع نوالاک که به صورت تجاری در دسترس است به دست آمده است. یک رزین فنولی از نوع نوالاک از زیست توده ها مانند ضایعات چوبی و کشاورزی تولید شده است[۷].

بسیار جالب خواهد بود اگر بتوان از رزین فنولی برای رسیدن به محصولات کربنی پیشرفته استفاده کرد. با این وجود مقادیر کمی از ضایعات به صورت واکنش نداده در رزین فنولی باقی می ماند که باعث ایجاد مشکل در تهیه الیاف کربن می شود[٤].

۳,۱. قدمت تاریخی

اولین بار در سال ۱۸۶۰ میلادی سوان از رشته های کربنی برای ساخت لامپ استفاده کرد، از معایب این روش محدودیت در بر طرف کردن خلاء لامپ بود. از این رو ۱۹ سال بعد توماس ادیسون در سال ۱۸۷۹ میلادی با طرف کردن مشکل خلاء لامپ از فیلامنت های کربنی به عنوان رشته در لامپ های اولیه استفاده کرد[۸].

۴,۱. کاربردهای الیاف کربن

الیاف کربن در صنایع مختلف مثل صنعت ساختمان سازی به منظور تقویت سازه ها، ساخت ورق با الیاف تقویت کننده بتن های مقاومت بالا، در صنعت خودروسازی برای ساخت سپرهای کربنی، شافت های انتقال نیرو، قطعات موتور، کمک فنر و بدنه خودرو استفاده می شود. در صنایع هوافضا و هواپیما سازی برای اجزای سازه ای ماهواره ها، سازه های داخلی هواپیماهای مسافری و نوک هواپیما های مافوق صوت[۹] در صنایع پزشکی به منظور ساخت اجزای تجهیزات پزشکی کربنی، اجزا مصنوعی بدن و صندلی چرخ دار کربنی استفاده می شود[۱۰].

---

[۱] Polyacrylonitrile
[۲] Mesophase pitch
[۳] Carbon nanotubes

۲. روش سنتز

۱،۲. مایع سازی[۴] پوست پسته و سنتز رزین

ابتدا پوست استخوانی پسته در آسیاب پودر کرده و از مش ۶۰ عبور داده شد. ۱/۵ گرم پوست استخوانی پسته، ۵ گرم فنول و ۰/۰۲ گرم اسید سولفوریک در بالن به همراه کنداسور و همزن تا دمای ۹۰ درجه سانتی گراد به مدت ۹۰ دقیقه حرارت داده، بعد از سرد شدن تا دمای اتاق فرمالین با نسبت ۸۵٪ مولی فرمالین / فنول به سیستم اضافه شد. سپس دمای واکنش تا ۹۰ درجه سانتی گراد افزایش یافته و به مدت ۱۵۰ دقیقه در این دما نگه داشته شد. هنگامی که سیستم به دمای ۳۰ درجه سانتی گراد رسید با محلول سدیم هیدروکسید خنثی شد. محصول در آون به مدت ۲ ساعت تحت دمای ۱۰۰ درجه سانتی گراد خشک شد. درنهایت رزین جامد مشکی رنگ حاصل شد.

۲،۲. آماده سازی محلول الکتروریسندگی

رزین جامد به دست آمده از مرحله قبل و پلی‌وینیل‌پیرولیدون (PVP) با نسبت وزنی ۳ به ۱ در دی متیل فرمامید (DMF) حل شده و به مدت ۶ ساعت همزده به طوریکه غلظت کلی پلمیر ۲۵٪ وزنی شود. برای الکتروریسی از سرنگ پلاستیکی ۵ سی سی با قطر داخلی ۱۲میلی‌متر و سر سوزن ۱۸G استفاده شد.

پارامترهای دستگاه الکتروریسی طبق ولتاژ ۱۸ کیلوولت، نرخ تزریق ۰/۶ میلی‌لیتر بر ساعت و فاصله ۱۳ سانتی‌متر تنظیم شد.

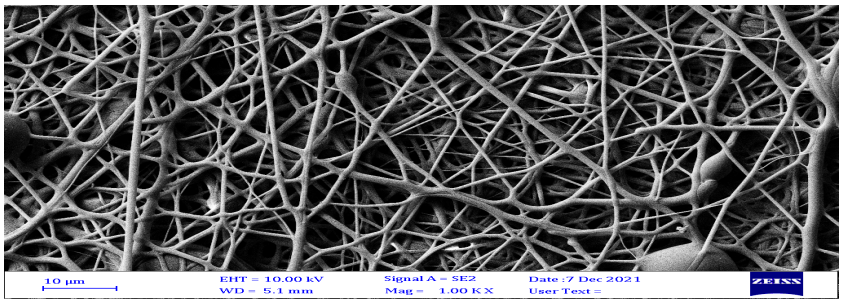
۳،۲. تثبیت حرارتی و کربونیزاسیون

الیاف های به دست آمده داخل کوره در دمای ۲۵۰ درجه سانتی گراد تحت اتمسفر به مدت ۲ ساعت با نرخ گرمایش ۱ درجه سانتی گراد بر دقیقه تثبیت حرارتی[۵] شده و سپس در دمای ۶۵۰ درجه سانتی گراد تحت گاز آرگون به مدت ۱ ساعت با نرخ گرمایش ۵ درجه سانتی گراد بر دقیقه کربونیزه[۶] شد.

۳. نتایج و بحث

۱،۳. میکروسکوپ الکترونی روبشی (FE-SEM)

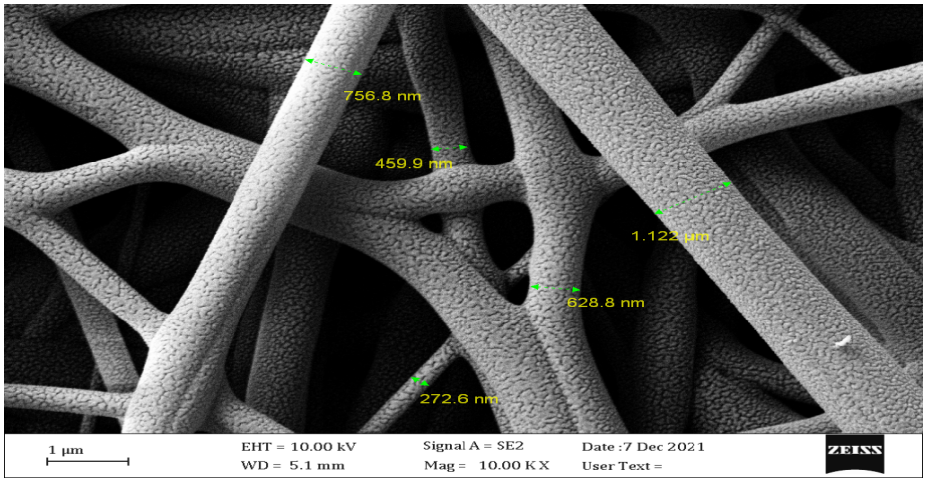
تصویر FE-SEM الیاف کربن سنتز شده از پوست استخوانی پسته برای تعیین مورفولوژی سطح در شکل های ۱و۲ نشان داده شده است. طبق این آنالیز همانطور که مشاهده می شود الیاف تقریبا صاف، دارای تعداد کمی گره با تنوع زیاد اندازه قطر در محدوده زیر میکرون هستند که کمترین قطر حدود ۲۰۰ نانومتر و بزرگترین قطر ۱ میکرون می‌توان اشاره کرد.



شکل ۱. تصویر FE-SEM با مقیاس ۱۰ میکرون

---

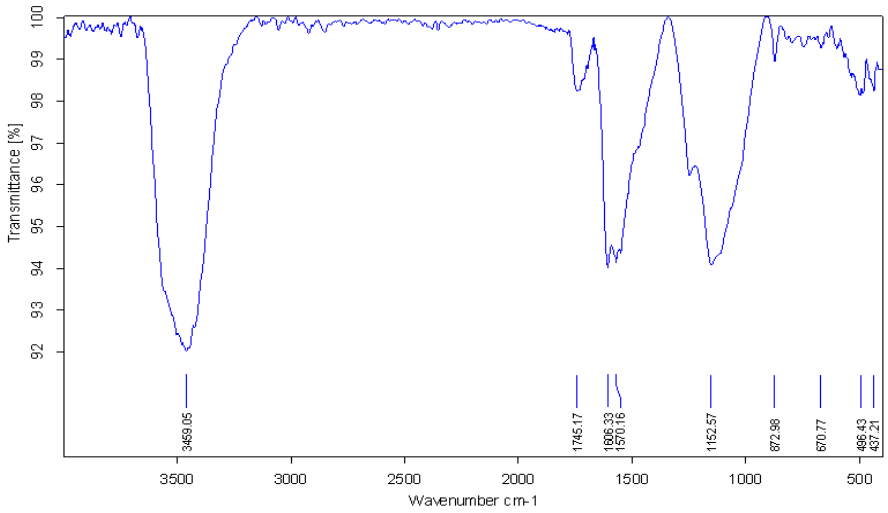
[۴] liquefied
[۵] stabilized
[۶] carbonized



شکل ۲. تصویر FE-SEM با مقیاس ۱ میکرون

۲،۳. طیف سنجی مادون قرمز تبدیل فوریه (FT-IR)

همان گونه که در شکل ۳ مشاهده می شود، نوار جذبی مربوط به OH گروه فنولی cm^{-1} ۳۴۵۳، نوار جذبی cm^{-1} ۱۷۴۵مربوط به گروه کربونیل، نوار جذبی cm^{-1} ۱۶۰۶ و cm^{-1} ۱۵۷۰ مربوط به گروه آروماتیک حلقه بنزنی و نوار جذبی cm^{-1} ۱۱۵۲ مربوط به گروه c-o می باشد.



شکل ۳. تصویر FT-IR الیاف کربن سنتز شده

منابع

[۱] Z. Guo, Z. Liu, L. Ye, K. Ge, and T. Zhao, 'The production of lignin-phenol-formaldehyde resin derived carbon fibers stabilized by BN preceramic polymer', *Mater. Lett.*, vol. ۱٤۲, pp. ٤۹–٥۱, ۲۰۱٥.

[۲] A. Milbrandt and S. Booth, *Carbon Fiber from Biomass*. ۲۰۱٦.

[۳] N. Meek, D. Penumadu, O. Hosseinaei, D. Harper, S. Young, and T. Rials, 'Synthesis and characterization of lignin carbon fiber and composites', *Compos. Sci. Technol.*, vol. ۱۳۷, pp. ٦۰–٦۸, ۲۰۱٦.

[٤] C. Yoshida, K. Okabe, T. Yao, N. Shiraishi, and A. Oya, 'Preparation of carbon fibers from biomass-based phenol-formaldehyde resin', *J. Mater. Sci.*, vol. ٤۰, no. ۲, pp. ۳۳٥–۳۳۹, ۲۰۰٥.

[٥] A. Oya, S. Yoshida, Y. Abe, T. Iizuka, and N. Makiyama, 'Antibacterial activated carbon fiber derived from phenolic resin containing silver nitrate', *Carbon N. Y.*, vol. ۳۱, no. ۱, pp. ۷۱–۷۳, ۱۹۹۳.

[٦] K. Okabe, T. Yao, N. Shiraishi, and A. Oya, 'Preparation of thin carbon fibers from waste wood-derived phenolic resin', *J. Mater. Sci.*, vol. ٤۰, no. ۱٤, pp. ۳۸٤۷–۳۸٤۸, ۲۰۰٥.

[۷] L. Lin, M. Yoshioka, Y. Yao, and N. Shiraishi, 'Preparation and properties of phenolated wood/phenol/formaldehyde cocondensed resin', *J. Appl. Polym. Sci.*, vol. ٥۸, no. ۸, pp. ۱۲۹۷–۱۳۰٤, ۱۹۹٥.

[۸] D. A. Baker and T. G. Rials, 'Recent advances in low-cost carbon fiber manufacture from lignin', *J. Appl. Polym. Sci.*, vol. ۱۳۰, no. ۲, pp. ۷۱۳–۷۲۸, ۲۰۱۳.

[۹] Y. Xu, Y. Liu, S. Chen, and Y. Ni, 'Current Overview of Carbon Fiber: Toward Green Sustainable Raw Materials', *BioResources*, vol. ۱٥, no. ۳, pp. ۷۲۳٤–۷۲٥۹, ۲۰۲۰.

[۱۰] H. Liu *et al.*, 'Lignin/polyacrylonitrile carbon fibers: the effect of fractionation and purification on properties of derived carbon fibers', *ACS Sustain. Chem. Eng.*, vol. ٦, no. ۷, pp. ۸٥٥٤–۸٥٦۲, ۲۰۱۸.