شیمی نساجی

تکمیل پلی استر با گرافیت کربن‌نیترید و بررسی خواص فتوکاتالیستی آن

فاطمه قرهی[1]، مجید منتظر[1]، مریم یوسف زاده[1]

چکیده

در این پژوهش تلاش شده تا خواص فتوکاتالیستی پارچه پلی‌استر با استفاده از تکمیل با گرافیت کربن‌نیترید سنتز شده از پودر اوره بهبود یابد. برای این منظور پارچه پلی‌استر پس از آماده‌سازی با گرافیت کربن‌نیترید به دو روش پد و رمق‌کشی تکمیل شده و سپس با تغییر غلظت گرافیت کربن‌نیترید و اضافه‌کردن نیترات روی تاثیر آن بر خواص فتوکاتالیستی بررسی شده‌است. برای ارزیابی خواص فتوکاتالیستی دو آزمایش اندازه‌گیری میزان تغییر رنگ لکه براثر نوردهی و زمان جذب قطره آب قبل و بعد از نوردهی انجام شده‌است. نتایج پژوهش نشان دادند که به طور کلی حضور ذرات گرافیت کربن‌نیترید روی سطح پارچه پلی‌استر سبب بهبود خواص فتوکاتالیستی شده‌است.

مقدمه

پلی‌استر یک پلیمر شبه کریستالی و ترموپلاستیک است که تولید آن از سال ۱۹۶۰ آغاز شد و به دلیل ویژگی‌های عالی و تقاضای جهانی به سرعت رشد کرد و از آن در صنعت نساجی و پوشاک، تولید فیلم، بسته‌بندی و ... استفاده می‌شود. پلی‌استر که بیشتر پلی‌اتیلن‌ترفتالات است به دلیل داشتن حلقه‌های بنزن، سختی و مقاومت زیاد، انعطاف پذیری کم، مدول بالا، مقاومت زیاد در برابر رطوبت، حلال‌ها و مواد رنگی دارد. الیاف پلی‌اتیلن‌ترفتالات به جهت داشتن خواص فیزیکی و شیمیایی بی‌نظیر مانند مقاومت در برابر چروک، سایش، مواد شیمیایی و حلال‌ها، زیردست مناسب، استحکام زیاد، سازگاری مناسب در مخلوط الیاف و همچنین قیمت ارزان و به دستآوردن آسان از منابع پتروشیمی، پلیمری مفید و پرکاربرد در صنعت نساجی است.

الیاف پلی استر دارای گروه‌های شیمیایی مهم مانند گروه متیلن، گروههای قطبی کربونیل و گروه استری می‌باشد و به همین جهت دارای مشکلاتی مانند خاصیت آب‌دوستی ضعیف، تجمع الکتریسیته ساکن، رنگ‌پذیری کم، جذب روغن و چرک است.

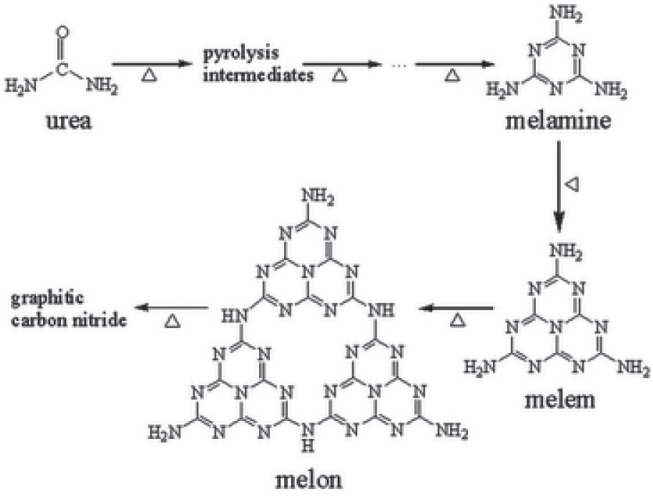
کلیه ترکیبات دارای کربن و نیتروژن را می‌توان در ترکیبات کربن‌نیترید دسته‌بندی کرد. از بین ساختارهای مختلف سنتزشده کربن‌نیترید، کربن‌نیترید گرافیتی به‌عنوان پایدارترین ساختار در طبیعت شناخته شده که توجه به تهیه و کاربرد آن افزایش یافت. بیشتر پیش‌ماده‌های مورد استفاده در تهیه کربن‌نیترید گرافیتی غنی از نیتروژن، بدون اکسیژن و دارای پیوند C-N مانند سیانامید، دی‌سیانامید، مالمین، مشتقات تری‌آزین و هپتازین هستند.

فندانگ و همکارانش سنتز موثر مواد پلیمری لایه‌ای C_3N_4-g به‌عنوان فوتوکاتالیزور نور مرئی انجام دادند. جیاجیا و همکارانش از کربن‌نیترید گرافیتی به‌همراه اکسید تیتانیوم به‌جهت ساخت درجای فیلمهای ناهمگون/ TiO_2/ C_3N_4-g با فعالیت فوتوکاتالیستی پیشرفته بر روی قاب چرخش مغناطیسی استفاده کردند

مواد و روش ها

به‌منظور تهیه گرافیت کربن‌نیترید ، پودر اوره را در پوشش آلومینیومی کامل بسته در دمای ۵۵۰ درجه سانتیگراد به مدت دو ساعت در کوره حرارت داده تا جامد سفید رنگ اوره به جامد زرد رنگ کربن‌نیترید گرافیتی تبدیل شود. شکل ۱ فرآیند تبدیل اوره به گرافیت کربن نیترید را نشان می‌دهد سپس ۲/۵ گرم از پودر حاصل را در ۵۰۰ میلی لیتر آب مقطر ریخته و با استفاده از دستگاه فراصوت به مدت ۱۰ساعت مخلوط کرده تا سوسپانسیون با غلظت ۵ گرم بر لیتر به دست آید که در ادامه مورد استفاده قرار گرفته است.

pH سوسپانسیون به دست آمده حدودا ۷–۸ است؛ سپس نمونه‌هایی به دو روش پد و رمق کشی (با استفاده از قلیا و نیترات روی) با



شکل ۱ -فرآیند تبدیل اوره به گرافیت کربن نیترید

جدول ۱- مشخصات نمونه های پدشده

شماره نمونه	تعداد دفعات عملیات انجام شده
۱	یک بار
۲	دو بار
۳	سه بار
۴	چهار بار
۵	پنج بار

پارچه پلی استر و سوسپانسیون به دست آمده تهیه شد. جداول ۱ و ۲ مشخصات نمونه‌ها را نشان می‌دهد. پس از تهیه نمونه ها آزمایش‌های خودتمیزشندگی و جذب قطره آب روی آنها انجام شد. هدف از آزمایش خودتمیزشوندگی از بین بردن لکه‌ها بدون دخالت مواد شوینده و تنها با نور است. برای انجام آزمایش از محلول متیلن‌بلو به منظور ایجاد لکه بر روی نمونه‌ها استفاده شد و نمونه‌ها به مدت ۲۰ ساعت تحت تابش نور خورشید قرار گرفتند و ΔRGB آنها هر ۵ ساعت یکبار اندازه‌گیری شد.

آزمایش جذب قطره آب مطابق استاندارد BS4554 یک قطره آب توسط قطره‌چکان روی نمونه‌های به ابعاد ۱۰ سانتیمتر در ۱۰ سانتیمتر و همچنین پارچه خام به عنوان نمونه شاهد چکانده‌شد و با استفاده‌از کرنومتر زمان جذب کامل قطره آب توسط نمونه اندازه‌گیری شده‌است. این آزمایش برای هر نمونه ده بار تکرار و میانگین زمان اندازه‌گیری شده محاسبه و گزارش شده است. سپس نمونه‌ها به مدت ۱۰ ساعت تحت تابش نور خورشید قرار گرفته و دوباره آزمایش جذب قطره آب روی آنها تکرار شد

نتایج و بحث

جدول ۳ نتایج آزمایش خودتمیزشوندگی را نشان می دهد. براساس جدول ۳ تغییرات ΔRGB در نمونه‌های تهیه شده نسبت به نمونه شاهد نشان‌دهنده وجود خاصیت فتوکاتالیستی در نمونه‌های تهیه شده است. با افزایش زمان نوردهی، ΔRGB افزایش یافته؛ روند افزایش ΔRGB نشان‌دهنده بهبود خاصیت فتوکاتالیستی نمونه‌های تهیه‌شده است. نمونه‌های شماره ۱ تا ۵ از ΔRGB بیشتری نسبت به نمونه‌های شماره ۶ تا ۱۱ برخوردارند که این امر به دلیل فرآیند تکمیل پارچه پلی‌استر با کربن‌نیترید گرافیتی است. نمونه‌های ۱ تا ۵ با فرآیند پد و سایر نمونه‌ها با فرآیند رمق‌کشی تهیه شدند که در فرآیند پد مقدار بیشتری کربن‌نیترید گرافیتی روی سطح پارچه قرار گرفته است.

روند افزایشی ΔRGB در نمونه‌های شماره ۱ تا ۵ در هر ستون به دلیل افزایش مقدار کربن‌نیترید گرافیت در نمونه‌هاست. افزایش ΔRGB در نمونه‌های شماره ۱۳ تا ۱۷ نسبت به نمونه‌های شماره ۶ تا ۱۱ که با یک روش و میزان ثابت کربن‌نیترید گرافیتی تهیه شده اند به دلیل وجود همزمان نیترات روی و کربننیترید گرافیتی است که هر دو از خاصیت فتوکاتالیستی برخوردارند که اثر هم‌افزایی داشته و سبب افزایش خاصیت فتوکاتالیستی نمونه‌ها شده‌اند. مطابق جدول ۴ زمان جذب قطره پس از نوردهی کاهش یافته که نشاندهنده افزایش آبدوستی نمونه‌ها هاست.

یانگ ژاو و همکاران ا شاره کردند که فعالیت فتوکاتالیستی گرافیت کربن‌نیترید با گرمادهی توسط مایکروویو افزایش می‌یابد و در نتیجه گروه‌های هیدروکسیل موجود در سطح و ظرفیت جذب آن افزایش می‌یابد. بر این اساس نوردهی سبب افزایش فعالیت فتوکاتالیستی و گروه‌های آب‌دوست هیدروکسیل سطح شده و در نتیجه آب‌دوستی نمونه‌ها افزایش و زمان جذب قطره کاهش یافته‌است.

جدول ۲- مشخصات نمونه های رمق کشی

شماره نمونه	مقدار مواد موجود در حمام رمق کشی (درصد وزنی کالا)
۶	۰/۱gC_3N_4 درصد
۷	۰/۳gC_3N_4 درصد
۸	۰/۷gC_3N_4 درصد
۹	۱gC_3N_4 درصد
۱۰	۳gC_3N_4 درصد
۱۱	۵gC_3N_4 درصد
۱۲	۵$Zn(NO3)_2$ درصد
۱۳	۰/۱ gC_3N_4 درصد و ۵$Zn(NO_3)_2$ درصد
۱۴	۰/۳ gC_3N_4 درصد و ۵$Zn(NO_3)_2$ درصد
۱۵	۰/۷ gC_3N_4 درصد و ۵$Zn(NO_3)_2$ درصد
۱۶	۱ gC_3N_4 درصد و ۵$Zn(NO_3)_2$ درصد
۱۷	۳ gC_3N_4 درصد و ۵$Zn(NO_3)_2$ درصد

نتیجه گیری

در این پژوهش، پودر گرافیت کربن‌نیترید با حرارت دادن پودر اوره در دمای ۵۵۰ درجه سانتیگراد سنتز شد. سپس با استفاده از دستگاه فراصوت سوسپانسیون گرافیت کربن نیترید با غلظت ۵ گرم بر میلی‌لیتر تهیه شد. در ادامه تکمیل پارچه پلی‌استر با استفاده از سوسپانسیون گرافیت کربن‌نیترید به روش پد و رمق‌کشی و در دسته‌ای از نمونه‌ها با ترکیب گرافیت کربن نیترید و نیترات روی انجام که منجر به سنتز اکسید روی نیز شد. تکمیل انجام شده با فرآیند پد اغلب نتایج بهتری نسبت به رمق‌کشی نشان داد و به علاوه خواص نمونه‌های پد شده با افزایش تعداد دفعات پد بهبود یافته است. با افزایش میزان گرافیت کربن‌نیترید در نمونه‌های پد شده میزان ΔRGB و میزان کاهش زمان جذب قطره آب افزایش و

جدول ۳- خودتمیزشوندگی نمونه های مختلف

نمونه	ΔRGB پس از ۵ ساعت	ΔRGB پس از ۱۰ ساعت	ΔRGB پس از ۱۵ ساعت	ΔRGB پس از ۲۰ ساعت
نمونه شاهد	۱۴/۴	۱۷/۳	۱۹/۹	۲۰/۱
۱	۳۸/۱	۷۲/۴	۱۰۱/۰	۱۰۵/۷
۲	۳۷/۲	۷۳/۶	۱۰۶/۴	۱۱۰/۳
۳	۳۹/۶	۸۱/۰	۱۱۰/۳	۱۱۸/۴
۴	۳۳/۴	۶۷/۴	۹۸/۶	۱۰۴/۶
۵	۳۹/۵	۸۳/۵	۱۰۰/۹	۱۲۰/۳
۶	۱۶/۴	۳۰/۱	۳۹/۳	۴۳/۶
۷	۱۸/۰	۳۸/۰	۴۲/۹	۴۵/۷
۸	۲۱/۳	۳۹/۴	۴۵/۲	۵۷/۸
۹	۲۴/۲	۴۳/۳	۵۲/۲	۶۰/۰
۱۰	۲۵/۸	۴۲/۴	۵۴/۲	۶۳/۳
۱۱	۲۸/۶	۵۲/۳	۶۱/۳	۶۸/۸
۱۲	۶۱/۰	۱۱۲/۲	۱۳۰/۰	۱۴۱/۴
۱۳	۴۲/۲	۷۹/۹	۱۱۲/۰	۱۲۸/۳
۱۴	۴۲/۴	۷۸/۰	۱۰۴/۳	۱۱۵/۰
۱۵	۴۹/۳	۸۳/۶	۱۰۶/۲	۱۲۴/۱
۱۶	۵۱/۸	۹۰/۳	۱۱۶/۸	۱۲۶/۰
۱۷	۵۲/۰	۸۹/۱	۱۱۲/۵	۱۲۷/۹

در نتیجه خواص فتوکاتالیستی بهبود یافته‌است. در بین نمونه‌های رمق‌کشی شده نمونه‌های دارای ترکیب گرافیت کربن‌نیترید و نیترات روی از خواص فتوکاتالیستی بیشتری برخوردار بودند.همچنین آب‌دوستی نمونه‌های عمل شده نسبت به نمونه خام بیشتر شده و به علاوه افزایش آب‌دوستی نمونه‌های شامل اکسید روی و گرافیت کربن‌نیترید بیشتر از بقیه بوده است.

پی نوشت

۱- دانشکده مهندسی نساجی دانشگاه صنعتی امیرکبیر

جدول ٤ -زمان جذب آب نمونه های مختلف قبل و بعد از نوردهی

نمونه	زمان جذب قطره قبل از نوردهی (دقیقه)	زمان جذب قطره بعد از نوردهی (دقیقه)
نمونه شاهد	۱/۷	۱/۷
۱	۱۲/۶	۱۰/۳
۲	۲۵/۷	۱۶/۴
۳	۳۲/۸	۱۸/۹
۴	۴۵/۳	۳۱/۱
۵	۵۷/۴	۳۹/۲
۶	۸/۹	۵/۳
۷	۱۳/۴	۹/۷
۸	۱۵/۶	۱۱/۴
۹	۱۸/۳	۱۰/۷
۱۰	۲۳/۲	۱۷/۹
۱۱	۲۷/۴	۲۱/۶
۱۲	۹/۱	۳/۸
۱۳	۱۱/۳	۶/۸
۱۴	۱۴/۶	۸/۰
۱۵	۱۶/۹	۱۰/۹
۱۶	۱۹/۷	۱۱/۸
۱۷	۲۳/۵	۱۲/۹