بیست و هفتمین کنفرانس اپتیک و
فوتونیک ایران و سیزدهمین کنفرانس
مهندسی و فناوری فوتونیک ایران،
دانشگاه سیستان و بلوچستان،
زاهدان، ایران.
۱۴-۱۶ بهمن ۱۳۹۹

کد مقاله : ۱-۲۵۸۸-۱۰-A

تولید نانوذرات پلاتین با استفاده از لیزر تارنوری در شاریدگی‌های مختلف در آب

مهسا عبداللهی[۱]، بابک ژاله[۱]، وفا ارناوطی[۱] و آیدا مرادی[۱]

[۱] گروه فیزیک، دانشکده علوم پایه، دانشگاه بوعلی سینا، همدان

abdollahi461@gmail.com, jaleh@basu.ac.ir, wafaahameed1983@gmail.com, stelf4ever@gmail.com

چکیده –کندوسوز لیزری در مایع در دهه‌های گذشته مورد توجه بسیاری قرار گرفته است. نانوذرات پلاتین با استفاده از کندوسوز لیزرتارنوری در شاریدگی‌های مختلف در محیط آب سنتز شد.جذب نوری کلوئیدهایی که در شاریدگی‌های مختلف لیزر تولید شدند توسط بیناب‌نمایی فرابنفش-مرئی بررسی گردید. بمنظور بررسی ساختار نانوذرات پلاتین از آنالیز پراش پرتو ایکس استفاده شد. همچنین مورفولوژی نانوذرات پلاتین با استفاده از میکروسکوپ الکترونی عبوری مورد بررسی قرار گرفت. مشاهده شدکه نانوذرات به‌دست آمده تقریبا کروی هستند و اندازه‌ی آن‌هابین ۲ تا ۶۰ نانومتر می‌باشد. میانگین اندازه نانوذرات پلاتین تولید شده هم توسط دستگاه پراکندگی نور دینامیکی مورد بررسی قرار گرفت.

کلید واژه- کندوسوز لیزری در مایع(LAL)، لیزر تارنوری، نانوذرات پلاتین.

Fabrication of platinum nanoparticles by fiber laser at different fluences in water

MahsaAbdollahi[1], BabakJaleh [1], WafaaArnaouty[1] and Aida Moradi[1]

[1] Department of Physics, Faculty of Science, Bu-Ali Sina University, Hamedan

abdollahi461@gmail.com, jaleh@basu.ac.ir, wafaahameed1983@gmail.com, stelf4ever@gmail.com

Abstract- Laser ablation in liquid has collected a lot of scrutiny in recent decades. Platinum nanoparticles and its colloids were synthesized using fiber laser with different fluences in liquid. The optical absorption of colloids was examined by ultraviolet-visible. X-ray diffraction analysis was used to investigate the structure of Pt nanoparticles. Likewise, the morphology of Pt nanoparticles was assessed employing a transmission electron microscope. The obtained nanoparticles are almost spherical and their size is between 2 to 60 nm. The average size of the produced platinum nanoparticles was investigated by a dynamic light scattering (DLS) device.

Keywords: Laser ablation in liquid (LAL), fiber laser, platinum nanoparticles

این مقاله در صورتی دارای اعتبار است که در سایت www.opsi.ir قابل دسترس باشد.

مقدمه

یکی از روش‌های سریع، ایمن و پاک برای تولید نانوذرات کلوئیدی با ویژگی‌های مختلف ساختاری و اپتیکی، روش کندوسوز لیزر پالسی در محیط مایع است [۱]. فرآیند کندوسوز لیزری در طی چند مرحله انجام می شود. ابتدا پرتوی لیزر با بر روی سطح هدف غوطه ور در مایع متمرکز می‌شود سپس تابش به هدف نفوذ می‌کند و باعث تمیزه شدن و یونیزاسیون هدف و تجزیه مایع می شود[۲]. در نتیجه، یک توده موضعی پلاسما در هدف تولید می‌شود که توسط محیط مایع محدود می شود و در نتیجه گسترش آن را به تأخیر می اندازد. واکنش شیمیایی بین گونه های کنده شده موجود در پلاسما و گونه‌های برانگیخته یا یونیزه در مایع می‌تواند در شرایط دما و فشار بالا رخ دهد. سرانجام ، پلاسما خاموش می شود و یک حباب حفره ایجاد می شودکه محصولات کلوئیدی جدید را حفظ می کند. سپس حباب حفره فرومی‌ریزد و گونه-های داخلیدر مایع پخشمی شوند و مرحله رشد آغاز می-شود و در نتیجه تولید نانوذرات کلوئیدیبه اوج خود می رسد[۳].نانوذرات فلز را می توان با کندوسوز لیزری در مایعات، تمیز و بدون آلودگی تهیه کرد. آلودگی سطح با روش کندوسوز لیزری در مقایسه با روش‌های شیمیایی بسیار کاهش می‌یابد زیرا ذرات مستقیما از کندوسوز هدف خالص در یک حلال خالص تشکیل می‌شوند. کلوئید نانوذرات فلزات نجیب، خواص نوری وابسته به اندازه و همچنین خصوصیات جالب مغناطیس و کاتالیستی را نشان داده اند. پلاتین و نانو ذرات آلیاژی آن به دلیل کاربرد بالقوه آنها در بسیاری از واکنش‌های کاتالیزوری از جمله کاهش گاز های آلاینده‌ی خروجی از اتومبیل‌ها[۴]، تصفیه نفت[۵] و تولید هیدروژن[۶] استفاده می‌شوند. همچنین به‌دلیل تشدید پلاسمونی سطحی قوی(SPR) و پاسخ غیرخطی نوری، در زمینه‌ی اپتیک مورد توجه بسیاری قرار گرفته‌اند[۷]. علاوه براین در پزشکی به‌عنوان بخشی از داروی درمان سرطان کاربرد دارد[۸]. دراین پژوهش اثرات شاریدگی‌های مختلف لیزر را برروی اندازه، ساختار و خصوصیات نوری نانوذرات پلاتین با روش کندوسوز لیزری(LAL) در مایع گزارش می‌کنیم.

روش انجام آزمایش

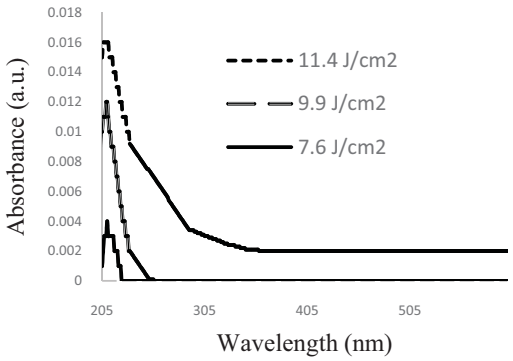
به‌منظور انجام عمل پرتودهی برروی فلز پلاتین، ابتدا قطعه‌ای به ابعاد۳cm×۱/۵cm با درصد خلوص ۹۹/۹۷ (شکل۱) طی دو مرحله، هر مرحله به مدت ۱۵دقیقه، سطح موردنظر را درون بشرهای حاوی استون و آب مقطر توسط دستگاه اولتراسونیک جهت پاک نمودن آلودگی‌های سطحی و جلوگیری از ورود ناخالصی به درون کلوئید شسته شده است. بعد از انجام شستشو و خشک‌سازی، نمونه پلاتین در ۱۰سی‌سی آب دیونیزه به‌عنوان محیط-مایع تحت تابش قرارمی‌گیرد. در این کار از لیزر تارنوری (RFL-P30Q) با طول‌موج ۱۰۶۴nm ، طول-پالس۱۰۰ ns حداکثر توان۳۰وات استفاده‌شد. هدف پلاتین با سرعت جاروب ۲۰۰mm/s، فرکانس ۲۰KHz و قطر لکه ۵۰ µm در ظرف‌حاوی آب دیونیزه در شاریدگی-های مختلف پرتودهی شد(شکل۲).در ابتدا به‌منظور به-دست آوردن مقدار تقریبی آستانه‌شاریدگی، فلز پلاتین، در بازه‌ی شاریدگی ۱۱/۴J/cm^2 تا ۷J/cm^2 تحت پرتودهی‌لیزر قرار گرفت. زمان تابش در این آزمایش ۱۲ دقیقه در نظر گرفته شده است. میزان جذب کلوئیدهای حاصل از این پرتودهی توسط بیناب نمایی فرابنفش-مرئی مورد بررسی قرارگرفت (شکل۳). با توجه به این نمودار، در کلوئید مربوط به شاریدگی ۷J/cm^{2}جذبی مشاهده نشد زیرا عمل کندگی اتفاق رخ نداده است. پس شاریدگی ۷/۶J/cm^2 به-عنوان آستانه تقریبی کندگی پلاتین مشخص شد. به منظور تولید و سنتز نانوذرات کلوئیدی، پلاتین را تحت شرایطی که در جدول۱ آورده شده است پرتودهی می-کنیم. شاریدگی‌های اعمال شده برای تولید نانوذرات باید بسیار بیشتر از آستانه شاریدگی باشد. پلاتین را در هر مرحله به مدت ۱۲ دقیقه پرتودهی کردیم سپس نمونه-های کلوئیدی نانوذرات پلاتین جهت سنتز و بررسی توسط آنالیزهای مختلف آماده شد(شکل۴).برای بررسی جذب کلوئیدهای نانوذرات پلاتین تولید شده در شاریدگی‌های

این مقاله در صورتی دارای اعتبار است که در سایت www.opsi.ir قابل دسترس باشد.

مختلف ازدستگاه بیناب‌نمایی ماورابنفش-مرئی(JASCO V730) استفاده شد. به منظور بررسی ساختار نانوذرات پلاتین از دستگاه XMD300 استفاده شد. یکی از روش-های موثردر تعیین اندازه دقیق نانوذرات استفاده از میکروسکوپ‌الکترونی عبوری است که در این پژوهش از دستگاه PhilipsCM120 استفاده شد. روش پراکنـدگی نـور دینـامیکی(DLS)روشـی فیزیکـی، غیرمخرب و سریع است که برای تعیین توزیع انـدازه ذرات موجود در محلول و سوسپانسیون محلول استفاده می‌شود. توزیع پراکندگی اندازه نانوذرات تولید شده توسط دستگاه پراکندگی نور دینامیکی (Malvern Nano ZS)انجامشد.

شکل ۱. قطعه‌ی پلاتین موردنظر

شکل۲. کندوسوز لیزری روی هدف پلاتین



شکل۳. طیف بیناب‌نمایی جذبی فرابنفش-مرئی نانوذرات پلاتین جهت مشخص نمودن آستانه شاریدگی

شکل۴. نمونه‌های کلوئید نانوذرات پلاتین در شاریدگی‌های مختلف

جدول۱. شرایط پرتودهی به هدف پلاتین

انرژی (mJ)	شاریدگی(J/cm^2)
۱/۵	۷۶/۴
	۶۱/۱۱/۲
۰/۷۵	۳۸/۲
۰/۵	۲۵/۴

بحث و بررسی

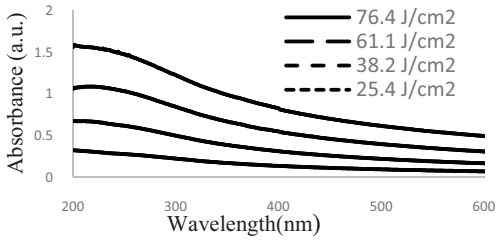
بیناب جذبی کلوئید نانوذرات پلاتین در شاریدگی‌های مختلف توسط بیناب‌نمایی ماورابنفش-مرئی بررسی گردید. با توجه به شکل۵، بیشترین جذب مربوط به بالاترین شاریدگی ($۷۶/۴J/cm^2$) و کمترین جذب مربوط به پایین-ترین شاریدگی ($۲۵/۴ J/cm^2$) است.

نتایج آنالیز پراش اشعه ایکس در شکل ۶ ارائه شده است. پراش در زوایای °۳۹/۸۷، °۴۶/۳۶، °۶۷/۶۱، °۸۱/۳۷ و °۸۵/۷۴ اتفاق افتاده است که به ترتیب متعلق به صفحات (۱۱۱)، (۲۰۰)، (۲۲۰)، (۳۱۱) و (۲۲۲) می‌باشند.

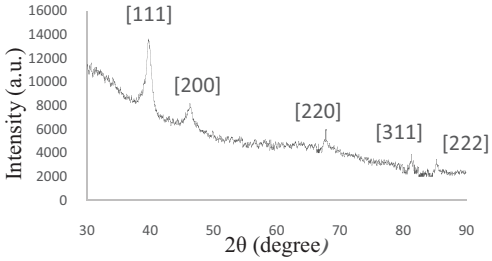
ریخت‌شناسی نانوذرات پلاتین تولید شده با استفاده‌از میکروسکوپ الکترونی عبوری(TEM) مشخص شد. مطابق شکل ۷ نانوذرات پلاتین تولید شده تقریبا کروی هستند و اندازه‌ی آن‌ها بین ۲ تا ۶۰ نانومتر می‌باشد.

توزیع اندازه نانوذرات تولید شده درون آب دیونیزه، توسط آنالیز پراکندگی نور دینامیکی(DLS) بررسی شد.باتوجه به شکل ۸، توزیع فراوانی کلوئیدنانوذرات پلاتین تولید شده در شاریدگی $۷۶/۴J/cm^2$، در بازه‌ی ۱۰ nm تا۱۰۰ nm قرار دارند. همچنین میانگین قطر نانوذرات پلاتین در این شاریدگی که توسط این آنالیز به‌دست آمد ۳۰/۲۵nm بود.

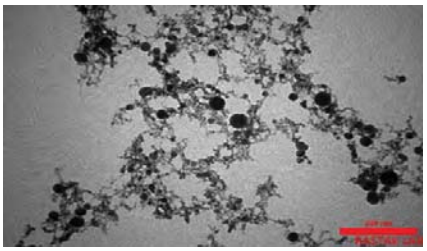
این مقاله در صورتی دارای اعتبار است که در سایت www.opsi.ir قابل دسترس باشد.



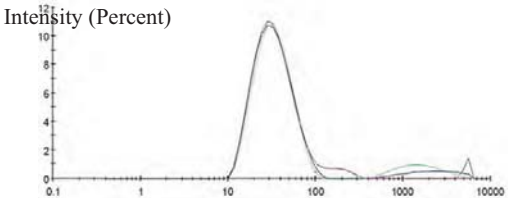
شکل۵. طیف بیناب‌نمایی جذبی ماورابنفش-مرئی نانوذرات پلاتین در شاریدگی‌های مختلف



شکل۶. الگوی پراش اشعه ایکس نانوذرات پلاتین



شکل۷.کلوئید نانوذرات پلاتین در شاریدگی‌های مختلف با استفاده از میکروسکوپ الکترونی عبوری



شکل۸. الگوی توزیع اندازه نانوذرات پلاتین تولید شده در آب دیونیزه در شاریدگی $۷۶/۴J/cm^2$

نتیجه‌گیری

در این پژوهش نانوذرات پلاتین با استفاده از لیزر تار نوری در شاریدگی‌های مختلف تولید شد. خواص نوری و ریخت شناسی نانوذرات پلاتین توسط آنالیزهای متفاوتی بررسی شد. با استفاده از آنالیز بیناب‌نمایی فرابنفش-مرئی آستانه-ی کندگی پلاتین تقریبا $۷/۶J/cm^2$ تعیین شد و در ادامه-کار اثر شاریدگی‌های مختلف را بر روی غلظت نانوذرات بررسی کردیم. به این نتیجه رسیدیم که بیشترین غلظت (جذب) مربوطبه شاریدگی $۷۶ /۴J/cm^2$ و کمترین غلظت (جذب) مربوط به شاریدگی $۲۵/۴ J/cm^2$ است. همچنین آنالیز پراش اشعه ایکس مشخص کرد نانوذرات پلاتین ساختار مکعبی(fcc) دارند. با استفاده از تصویربرداری الکترونی عبوری به این نتیجه رسیدیم که نانوذرات پلاتین تولید شده تقریبا کروی هستند.

مرجع‌ها

[1] W. Nichols, T. Sasaki, N. Koshizaki,"Laser ablation of a platinum target in water. III. Laser-induced reactions",J. Appl.Phys, Vol.100, No. 11, pp. 114911, 2006.

[2] D. Zhang , J. Liu , P. Li,Zh. Tian, Ch. Liang, "Recent advanced in surfactant-free, surface-charged, and defect-rich catalysts developed by laser ablation and processing in liquids",ChemNanoMat, Vol. 3, No. 8, pp. 512-533, 2017.

[3] H. Zeng, X-W. Du, S. Singh, S. Kulinich, Sh. Yang, J. He, W. Cai. "Nanomaterials via laser ablation/irradiation in liquid: a review",Adv. Funct. Mater, Vol. 22, No. 7, pp. 1333-1353, 2012.

[4] E. Kizilaslan, S. Aktaş and MK. Şeşen, "Towards environmentally safe recovery of platinumfrom scrapautomotive catalytic converters", Turkish. J. Eng. Env. Sci, Vol. 33, pp. 83-90, 2010.

[5] SW. Curry. "Platinum catalysts in petroleum refining", Platinum Metals Rev, Vol. 1, No. 2, pp.3843, 1957.

[6] AR. Martins, LS.Carvalho, P. Reyes, JM. Grau, M.Carmo. "Hydrogen production on alumina-supported platinum catalysts", Mol. Cat, Vol. 429,pp.1-9, 2017.

[7] G.Fan, Sh.Ren, Sh.Qu,Zh. Guo, Q. Wang, Y. Wang, R. Gao. "Mechanisms for fabrications and nonlinear optical properties of Pd and Pt nanoparticles by femtosecond laser",Opt. Commun, Vol.295, pp. 219-225,2013.

[8] AL. Ruiz, CB. Garcia,SN.Gallón, ThJ. Webster. "Novel Silver-Platinum Nanoparticles for Anticancer and Antimicrobial Applications", Int. J. Nanomedicine, vol. 15, pp. 169-179, 2020.

این مقاله در صورتی دارای اعتبار است که در سایت www.opsi.ir قابل دسترس باشد.