بیست و ششمین کنفرانس اپتیک و
فوتونیک ایران و دوازدهمین کنفرانس
مهندسی و فناوری فوتونیک ایران،
دانشگاه خوارزمی،
تهران، ایران.
۱۶-۱۵ بهمن ۱۳۹۸

سنتز نانو ذرات بیضوی طلا برای پایش گلوکز

مهسا ناصحی[۱]، محمد کاظم مروج فرشی[۱*]، جلال الدین غنوی[۲]

[۱] هسته پژوهشی نانو پلاسمو فوتونیک، دانشگاه تربیت مدرس، تهران- ایران

[۲] مرکز تحقیقات مایکوباکتریولوژی،پژوهشکده سل و بیماری‌های ریوی،بیمارستان دکتر مسیح دانشوری دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران- ایران

چکیده - در پژوهش حاضر، روشی جدید برای سنتز نانوذرات غیر همسانگرد طلا بدون استفاده از هرگونه ماده سمی ارائه شده است. در این روش، نانوذرات طلا طی دو مرحله همزمان و از طریق مخلوط کردن یک عامل احیاکننده و یک ترکیب واکنش دهنده سنتز می‌شوند. نتایج حاصل از TEM نشان می‌دهد که نانوذرات سنتز شده ب غیرهمسانگرد و یکنواخت اند. روش ارائه شده در مطالعه حاضر کاملاً ایمن و سازگار با محیط زیست است و برای ساخت انواع زیست حسگرها به منظور پایش متابولیت‌های خونی از جمله گلوکز کاربرد دارد. در ادامه تغییرات طیف جذب نانوذرات در حضور غلظت‌های گوناگون گلوکز بررسی شده است.

کلید واژه- سنتز، نانوذرات طلا، غیر همسانگرد، گلوکز

Synthesizing Elliptical Gold Nanoparticles for Glucose Sensing

Mahsa Nasehi[1], Mohammad Kazem Moravvej-Farshi[1*], Jalaledin Ghanavi[2]

[1] Nano-Plasmo Photonic research Group, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran.

[2] Mycobacteriology Research Centre (MRC), National Research Institute of Tuberculosis and Lung Disease (NRITLD), Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran.

Emails: m.nasehi@modares.ac.ir; moravvej@modares.ac.ir; j.ghanavi@sbmu.ac.ir

Abstract- We are presenting a novel method for the synthesis of anisotropic gold nanoparticles without the use of any toxic compounds. In this method, gold nanoparticles are synthesized via two simultaneous steps by mixing a reducing agent and a reaction mixture. Results of TEM indicate that the synthesized nanoparticles are anisotropic but uniform. The developed method is completely safe and can be used for the fabrication of biosensors for monitoring of blood metabolites such as glucose. Finally, we have studied the variation of absorbance spectra in the presence of glucose.

Keywords: Anisotropic nanoparticles, Gold nanoparticles, Glucose

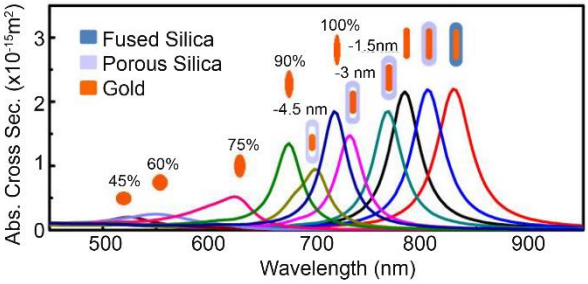
این مقاله درصورتی دارای اعتبار است که در سایت www.opsi.ir قابل دسترسی باشد.

[Downloaded from opsi.ir on 2026-11-20]

مقدمه

نانوذرات خواص فیزیکی، شیمیایی، مکانیکی، الکتریکی، حرارتی، مغناطیسی و نوری منحصر به فردی دارند [۱]. برای سنتز نانوذرات غیرهمسانگرد روش‌های گوناگونی از قبیل روش‌های الکترولیتی، احیای شیمیایی و احیای نوری وجود دارد. یکی از مشکلات این روش‌ها، نیازشان به مواد فعال در سطح، از قبیل CTAB می‌باشد که به صورت گسترده برای القای رشد ذرات ناهمسانگرد در محلول آبی طی فرآیند ساخت نانوذرات به کار می‌رود. ماده مذکور، سمی و حتی مقدار بسیار کم آن نیز برای بدن انسان مضر است [۲]. در حالت کلی یک عنصر ممکن است ذاتاً سمی باشد مانند نانوذرات نقره، اما طلا ذاتا ماده سمی نیست پس با توجه به غیر سمی بودن آن میتوان اصلاحاتی روی روش سنتز آن به وجود آورد به گونه‌ای که کاملا ایمن و از نظر زیستی با بدن انسان سازگار باشد [۳]. ارتعاش جمعی الکترون‌ها در حجم‌های کوچک، پلاسمون‌های سطحی موضعی مستقر[1] نامیده می‌شود [۴]. در نتیجه‌ی نوسان الکترون‌های رسانش تحت تاثیر میدان الکتریکی تابش الکترومغناطیسی برخوردی، قله جذب قوی درهمان فرکانس نوسان حاصل می‌شود[۵]. در واقع نانوذرات در پاسخ به میدان‌ها و نیروهای خارجی اثراتی را نشان می‌دهند که به اندازه، شکل ذره، ترکیبات موجود و به همان نسبت به ثابت دی الکتریک محیط و فلز وابسته می‌باشد[۶-۴]، به طوریکه این تغییرات در میزان پرتو پراکنده شده، پرتو جذب شده و یا تغییر طول موج آن بروز می‌کند[۷].از ویژگی‌های مهم نانوذرات طلا و نقره و مس وجود طیف جذب پلاسمونی قوی در ناحیه مرئی است.

به طورکلی نانوذرات صفر بعدی دارای یک قله پلاسمونی و نانوذرات تک بعدی دارای دو قله پلاسمونی می‌باشند. نانومیله‌ها نسبت به نانوذرات کروی از حساسیت بیشتری برخوردار می‌باشند، اما کنترل ابعاد نانوذرات میله‌ای و تشکیل یکنواخت آن‌ها چالش برانگیز است [۴]. هرچه نانوذرات کروی کشیده تر شده و به شکل بیضی نزدیکتر شود (شکل ۱) شدت قله پلاسمونی و حساسیت بیشتر شده و همچنین محل قله به سمت طول موج‌های بیشتر جابجا می‌شود و با نزدیکتر شدن به نانو میله، دو قله پلاسمونی پدیدار میشود [۸].



شکل ۱: طیف جذب پلاسمونی نانو ذرات کروی، بیضوی و نانو میله‌های طلا [۸].

دیابت شیرین اختلال متابولیک است که در آن، قند خون دارای نوسانات زیادی است و از محدوده‌ی ۹۰ تا ۱۴۰ میلی گرم بر دسی لیتر فراتر می‌رود. از میان روش‌های موجود برای اندازه گیری گلوکز، تکنیک‌های نوری به دلیل غیرتهاجمی بودنشان از اهمیت بیشتری برخوردار هستند [۹]. در این مطالعه تغییرات طیف جذب وابسته به پلاسمون سطحی نانو ذرات طلا در حضور گلوکز بررسی می‌شود.

روش سنتز

نانوذرات طلای سنتز شده در این پژوهش طی دو مرحله همزمان و از طریق مخلوط کردن یک عامل احیا کننده و یک ترکیب واکنش دهنده حاصل می‌شوند؛ به گونه ای که از ترکیب ۱ میلی لیتر نمک طلا $HAuCl_4.3H_2O$ ۱۰ میلی مولار و ۱ میلی لیتر اسید چرب غیراشباع لینولئیک[2] به همراه ۱۰ میلی لیتر کلروفرم محلول واکنش دهنده به دست میاید. همچنین عامل احیا کننده از ترکیب ۱۰ میلی لیتر اسید چرب لینولئیک به همراه ۵۰ میلی لیتر پلی اتیلن گلیکول(۱۰۰۰) و ۱ میلی لیتر اسکوربیک اسید به دست میاید. این دو مخلوط با هم ترکیب شده و به مدت ۳۰-۱۰

[1] Localized Surface Plasmon
[2] Linoleic acid

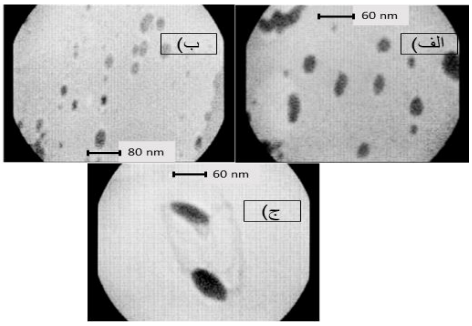
این مقاله درصورتی دارای اعتبار است که در سایت www.opsi.ir قابل دسترسی باشد.

[Downloaded from opsi.ir on 2026-11-20]

دقیقه در دمای ۸۰-۱۲۰ درجه سانتیگراد گرما داده می‌شود و در نهایت نانوذرات طلا تشکیل خواهند شد. عوامل مختلفی از جمله دما، زمان، سرعت به هم زدن نمونه و غلظت مواد به کار برده شده در سنتز این نانوذرات تاثیر گذار می‌باشند.

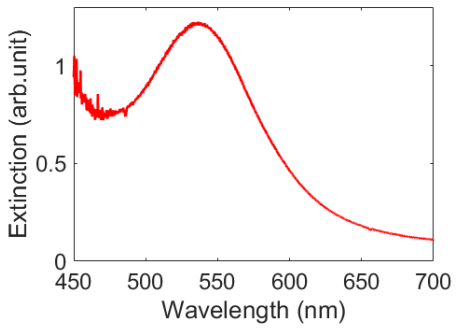
نتایج تجربی و بحث

در ابتدا با تغییر دمای واکنش به دنبال شرایط سنتز بهینه و یکنواخت نانوذرات می‌باشیم. شکل ۲، تصویر TEM سه نمونه از نانوذرات تشکیل شده را در دماهای (الف)۸۰، (ب)۱۰۰و (ج)۱۲۰ درجه سانتیگراد را نشان می‌دهد. نتایج TEM نشان می‌دهد با افزایش دما تا ۱۲۰ °C نانوذرات یکنواخت‌تری سنتز خواهند شد. طیف جذب وابسته به پلاسمون‌های سطحی نانوذرات طلا سنتز شده در شرایط بهینه بدست آمده در مطالعه حاضر در شکل ۳ نشان داده شده است. بر اساس نتایج بدست آمده از تصاویر TEM نمونه‌ها مطابق شکل ۲(ج)، دمای ۱۲۰ درجه سانتیگراد به عنوان دمای بهینه برای سنتز نانوذرات طلا انتخاب گردید.



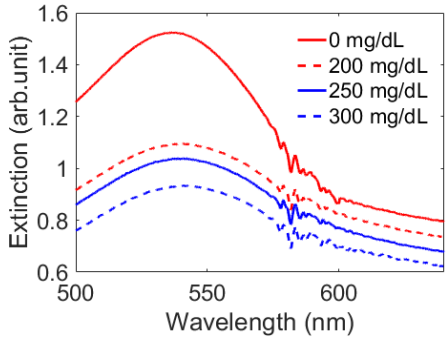
شکل ۲: نانوذرات تشکیل شده در دمای(الف) ۸۰ °C، (ب) ۱۰۰°C و (ج) ۱۲۰ °C (در شرایط واکنش همسان).

همان طور که مشخص است، این ذرات به صورت یکنواخت و غیرهمسانگرد به شکل بیضوی سنتز شده و دارای طول حدوداً ۵۰ نانومتر و نسبت طول به قطر تقریباً ۲٫۲ می‌باشند همچنین با توجه به پهنای طیف پلاسمونی مشخص می‌شود. که نانوذرات به صورت یکنواختی سنتز شده اند.



شکل ۳: طیف خاموشی نانوذرات سنتز شده در شرایط بهینه در دمای ۱۲۰°C.

در مرحله بعدی، برهمکنش میان این نانوذرات طلا در حضور گلوکز بررسی شد. شکل ۴ طیف جذب نانوذرات را در حضور غلظت‌های ۲۰۰، ۲۵۰، ۳۰۰ میلی گرم بر دسی لیتر در حجم برابر و معادل ۳۰۰ میکرولیتر را نشان می‌دهد. همانطور که مشخص است این نانوذرات با حساسیت قابل قبولی میتوانند مقدار گلوکز را در گستره خطی ۰ تا ۳۰۰ میکرو لیتر بر دسی لیتر را اندازه گیری کند.



شکل ۴: طیف خاموشی نانوذرات طلا در حضور گلوکز با غلظت‌های ۲۰۰، ۲۵۰، و ۳۰۰ mg/dl.

باتوجه به شکل ۴ مشخص است که شدت قله جذب پلاسمونی در اثر اتصال گلوکز به نانوذرات با افزایش غلظت گلوکز کاهش میابد. از آنجا که عامل رشد نانو ذرات غیر همسانگرد مانند نانومیله‌ها تمایل به اتصال به بعضی وجوه دارند و اجازه رشد از آن قسمت‌ها را نمیدهند (مانند CTAB) پس مولکول‌های گلوکز می‌توانند به سایر وجوه متصل شوند و در اثر افزایش غلظت گلوکز، به تدریج شدت

این مقاله درصورتی دارای اعتبار است که در سایت www.opsi.ir قابل دسترسی باشد.

[Downloaded from opsi.ir on 2026-11-20]

قله جذب پلاسمونی نانوذرات کاهش میابد. طی مطالعاتی که توسط رن و همکارانش[۴] بر روی نانوذرات کروی طلا و نانوذرات میله‌ای طلا صورت گرفته است مشاهده شد که نانوذرات میله‌ای طلا می‌توانستند غلظت گلوکز را تا ۶/۷ میلی مولار(۱۲۰ میلی گرم بر دسی لیتر) را اندازه گیری کند این در حالی است که نانوذرات کروی طلا در حضور گلوکز تغییر محسوسی نشان نداد. از آنجا که تغییرات حاصله محسوس می‌باشد نتایج بدست آمده تاییدی بر سنتز نانوذرات به صورت غیرهمسانگرد می‌باشند. پس نانوذرات سنتز شده در این پژوهش گستره خطی تشخیص و همچنین حساسیت بالایی دارند که میتوان برای ساخت حسگر تشخیص گلوکز استفاده شود .

نتیجه گیری

دراین پژوهش نانوذرات بیضوی غیرهمسانگرد سنتز و سپس بهینه سازی گردید. این نانوذرات بیضوی همانند نانوذرات کروی دارای یک قله پلاسمونی هستند با این تفاوت که با توجه به غیرهمسانگرد بودنشان نسبت به نانوذرات کروی دارای حساسیت بیشتری هستند. از طرفی، اندازه آنها یکنواخت و یکسان است که نشان می‌دهد ابعاد ذرات در روش حاضر قابل کنترل است. پس از سنتز نانوذرات تغییرات طیف جذب این نانوذرات در حضور غلظت‌های گوناگون گلوکز بررسی شد. نتایج نشان می‌دهد شدت قله پلاسمونی نانوذرات با افزایش غلظت گلوکز کاهش می‌یابد.

مرجع‌ها

[1] I. Khan, K. Saeed, and I. Khan, “Nanoparticles: properties, applications and toxicities,” Arab. J. Chem. Vol. 12, pp. 908-931, 2017.

[2] C. Buzea, I. Pacheco, and K. Robbie, “Nanomaterials and nanoparticles: sources and toxicity,” Biointerphases, Vol. 2, pp. MR17–MR71, 2007.

[3] V. Aerle, R. Lange, A. Moorhouse, A. Paszkiewicz, K.H. Ball, K. Johnston, et al., “Molecular mechanisms of toxicity of silver nanoparticles in zebrafish embryos,” Environ. Sci. Technol. Vol. 47, pp. 8005-8014, 2013.

[4] X. Ren, L. Yang, J. Ren, and F. Tang, “Direct interaction between gold nanorods and glucose,” Nanoscale Res. Lett. Vol. 5, pp. 1658–1663, 2010.

[5] T. Read, R.V. Olkhov, and A.M. Shaw, “Measurement of the localised plasmon penetration depth for gold nanoparticles using a noninvasive bio-stacking method,” Phys. Chem. Chem. Phys. Vol. 15, pp. 6122–6127, 2013.

[6] S. Marquez, E. Morales, and N. Front, “Nanoplasmonics in Paper-Based Analytical Devices,” Bioeng. Biotechnol. Vol. 7, 2019.

[7] S.K. Ghosh, and T. Pal, “Interparticle coupling effect on the surface plasmon resonance of gold nanoparticles: from theory to applications,” Chem. Rev. Vol. 107, pp. 4797–4862, 2007.

[8] Y.S. Chen, W. Frey, S. Kim, K. Homan, P. Kruizinga, K. Sokolov, S. Emelianov, “Enhanced thermal stability of silica-coated gold nanorods for photoacoustic imaging and image-guided therapy, ” Opt. Express, Vol. 18, pp. 8867-8878,2010.

[9] O.S Khalil, “Spectroscopic and clinical aspects of noninvasive glucose measurements,” Clin. Chem., Vol. 45, pp. 165–177,1999.

این مقاله درصورتی دارای اعتبار است که در سایت www.opsi.ir قابل دسترسی باشد.

[Downloaded from opsi.ir on 2026-11-20]