بیست و هشتمین کنفرانس اپتیک و
فوتونیک ایران و چهاردهمین کنفرانس
مهندسی و فناوری فوتونیک ایران،
دانشگاه شهید چمران اهواز،
خوزستان، ایران.
۱۲-۱۴ بهمن ۱۴۰۰

افزایش خاصیت فوتولومینسانس در نانو کامپوزیت پلی‌انیلین-طلا

فرناز عمویان[۱]، امیررضا صدرالحسینی[۱]، سیده مهری حمیدی*[۱]و محمود کاظم زاد[۲]

[۱]آزمایشگاه مگنتو پلاسمونیک، پژوهشکده لیزر و پلاسما، دانشگاه شهید بهشتی، تهران

[۲]پژوهشگاه مواد و انرژی، تهران

چکیده – در این تحقیق با استفاده از روش کند و سوز لیزری نانو ذرات پلی آنیلین و پلی آنیلین-طلا در محلول کیتوسان تهیه شد. بطوریکه از قرص پلی آنیلین به عنوان هدف برای تهیه نانو ذرات پلی آنیلین در محلول کیتوسان استفاده شد. پس از آن، صفحه طلا در محلول کیتوسان- پلی آنیلین غوطه ور شد و نانو ذرات طلا با استفاده از روش کند و سوز لیزری در محلول تشکیل شد. نتایج UV-vis، تبدیل فوریه طیف مادون قرمز و فوتولومینسانس نشان داد که نانو ذرات پلی آنیلین و نانو ذرات طلا در محلول کیتوسان تشکیل شدند. طیف فوتولومینسانس نشان می دهد که نانوذرات طلا خاصیت نورتابی نانوکامپوزیت را افزایش داده است.

کلید واژه- فوتولومینسانس، کند و سوز لیزری، نانو ذرات پلی آنیلین، نانو ذرات طلا، کیتوسان.

Photoluminescence Enhancement In Polyaniline-Gold Nanocomposite

Farnaz Amouyan[۱], Amir Reza Sadrolhosseini[۱], Seyedeh Mehri Hamidi*[۱] and Mahmood Kazamzad[۲]

***m_hamidi@sbu.ac.ir**

[۱]□□□□□□□□-□□□□□□□□□□ □□□, □□□□□ □□□ □□□□□□ □□□□□□□□ □□□□□□□□□, □□□□□□ □□□□□□□□ □□□□□□□□□□□

[۲]□□□□□□□□□□ □□□ □□□□□□ □□□□□□□□ □□□□□□□, □□□□□□□-□□□□

Abstract- In this study, the polyaniline-gold nanoparticles were prepared using the laser ablation technique in the chitosan solution. The polyaniline tablet was used as a target to prepare the polyaniline nanoparticles in the chitosan solution. After that, the gold target was immersed in the chitosan- polyaniline solution and the gold nanoparticles were formed in the solution using the laser ablation technique. The UV-vis, Fourier transform infrared spectra, and photoluminescence results confirmed the polyaniline nanoparticles and the gold nanoparticles were formed in the chitosan solution. The photoluminescence spectra show the gold nanoparticles enhanced the photoluminescence property of nanocomposite.

Keywords: Photoluminescence, Laser ablation, Polyaniline nanoparticles, Gold nanoparticles, Chitosan.

[Downloaded from opsi.ir on 2026-02-02]

مقدمه

پلی‌آنیلین یکی از پلیمرهای هادی با فرمول شیمیایی $[C_6H_5NH_2]_n$ است و کاربردهای فراوانی در حوزه حسگرهای زیستی، ابرخازن‌ها، سلولهای خورشیدی و نانو الکترونیک دارد. از آنجایی که پلی‌آنیلین بدلیل پروتونه شدن، رسانندگی و پایداری حرارتی خوبی نسبت به سایر پلیمر های رسانا دارد و هزینه تهیه این پلیمر کم است، این پلیمر رسانا برای مصارف صنعتی، پزشکی و تحقیقاتی مورد توجه قرار می گیرد. پلی‌آنیلین را می‌توان به روش شیمیایی و الکترو شیمیایی[۱] و به صورت پودر و یا لایه نازک از مونومرآنیلین تهیه کرد. باتوجه به مقالات و گزارشهای علمی، نانو ذرات پلی‌آنیلین را می‌توان به روشهای گوناگونی از جمله خودآرایی القایی نانو ساختارها [۲] استفاده از دانه‌های نانو ساختار[۳] روش الکترو شیمیایی، الکتروریسی[۴] و روش شیمیایی مبتنی بر واکنش‌های اکسیداسیون و احیا آنیلین سنتز کرد. این نانو ساختارها در ساخت دستگاه های الکترونیکی، حسگرها، چاپگر های سه بعدی و وسایل زیست فناوری در نانو پزشکی کاربرد فراوان دارند. ولی روشهای چند مرحله ای مبتنی بر امواج فراصوت، سل – ژل و روشهای مبتنی بر عملیات حرارتی که برای تهیه نانو ذرات پلی‌آنیلین استفاده می شود کمی دشوار و پیچیده است. از این رو روشهای فیزیکی مانند کندو سوز لیزری از اهمیت خاصی برخوردار است.

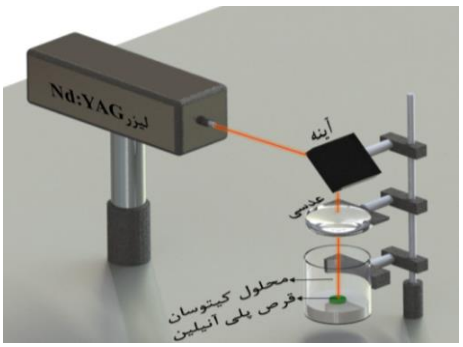
از سوی دیگر، افزایش فوتولومینسانس در نانو ساختارها با هدف کاربری در ادوات فوتونی، از اهمیت ویژه ای برخوردار است. در این پژوهش، نانوساختارهای پلی‌آنیلین و نانو کامپوزیت پلی‌آنیلین-طلا به روش کندو سوز لیزری در محلول کیتوسان سنتز شده و خواص نوری آنها از جمله فلورسانس بررسی شده است.

مواد و روش کار

محلول کیتوسان $C_8H_{13}NO_5$ به عنوان پلیمر میزبان اصلی، به ترتیب زیر تهیه شده است. ابتدا ۰/۵g پودر کیتوسان (Sigma-Aldrich) در ۱۰۰ ml محلول ۰/۲نرمال اسید استیک (در دمای اتاق) حل شد و پس از ۲۴ ساعت محلول شفاف کیتوسان بدست آمد.

برای تهیه قرص پلی‌آنیلین ابتدا ۱۰۰ ml محلول ۰/۱ مولار آنیلین (Sigma-Aldrich) و ۱ مولار H_2SO_4 به‌کمک روش تقطیر و همچنین بطور جداگانه، محلول آمونیوم پرواکساید دی سولفات به عنوان اکسید کننده تهیه شد. سپس دو محلول فوق باهم به مدت ۱ ساعت مخلوط شدند و پس از ۱۲ ساعت پودر پلی‌آنیلین در ظرف ته نشین شد. پس از تصفیه پودر و خشک کردن آن در دمای $90^{o}C$ به مدت ۳ ساعت قرص نهایی به قطر ۱۵ میلیمتر برای تولید نانو ذرات پلی‌آنیلین به روش کند و سوز لیزری آماده شده است (شکل ۱). در این آزمایش از لیزر Nd:YAG (طول موج۱۰۶۴nm، فرکانس تکرار ۱۰Hz و انرژی ۵۰mJ)، عدسی همگرا با فاصله کانونی ۱۰ cm، یک آینه تخت، ظرف حاوی محلول و نگه دارنده هدف (قرص پلی‌آنیلین یا صفحه طلا) استفاده شده است. پرتو لیزر که به‌کمک آینه، تحت زاویه ۹۰ درجه منحرف شده است، توسط عدسی بر روی سطح هدف متمرکز شد. برای تهیه نانو ذرات پلی آنیلین، هدف در ۱۵ ml از محلول رقیق شده کیتوسان غوطه ور شد، و به مدت ۲ دقیقه تحت تابش لیزر قرار گرفت و نانو ذرات پلی‌آنیلین در محلول پخش شدند. برای تهیه نانو کامپوزیت پلی‌آنیلین-طلا در محلول کیتوسان، صفحه طلا در محلول کیتوسان-نانو پلی‌آنیلین بجای قرص پلی‌آنیلین قرار داده شد و به مدت ۲ تا۳ دقیقه بطور جداگانه تحت تابش لیزر قرار گرفت، تا نانو ذرات طلا در محلول تشکیل شود.

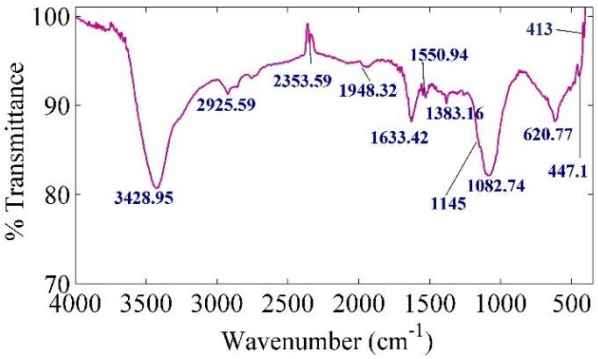
[Downloaded from opsi.ir on 2026-02-02]



شکل ۱: چیدمان کند و سوز لیزری برای سنتز نانو ذرات پلی‌آنیلین و طلا در محلول رقیق شده کیتوسان.

بحث و نتایج

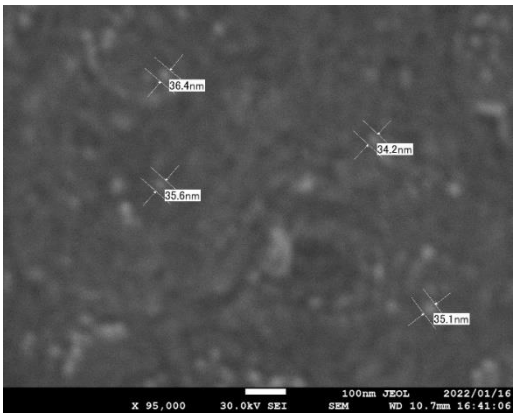
شکل۲ طیف جذبی مادون قرمز را در محدوده بین cm^{-1} ۴۰۰ تا cm^{-1} ۴۰۰۰ نشان می‌دهد. قله‌های اصلی درعدد موج های مختلف در نمودار مشخص شده است. قله‌هایی که در مکانهای cm^{-1} ۳۴۲۸/۹۵، cm^{-1} ۲۹۲۵/۵۹، cm^{-1} ۱۵۵۰/۹۴، cm^{-1} ۱۳۸۳/۱۶ و cm^{-1} ۱۱۴۵ هستند به ترتیب مربوط به گرههای عاملی NH_2 (N-H)، CH_2 (C-H)، C=C، C-N، و C-H نانو ذرات پلی‌آنیلین است[۵] و قله های که در cm^{-1} ۲۳۵۳,۵۹، cm^{-1} ۱۹۴۸,۳۲، cm^{-1} ۱۶۳۳,۴۲، و cm^{-1} ۱۰۸۲,۷۴ مشاهده می‌شوند



شکل ۲: طیف جذبی مادون قرمز برای نمونه کیتوسان-پلی‌آنیلین- طلا در محدوده بین cm-۱ ۴۰۰ تا cm-۱ ۴۰۰۰.

به ترتیب قله‌های نشان دهنده C-H، N-H، و C-O-C ساختار کیتوسان است و قله cm^{-1} ۶۲۰,۷۷ مربوط به CH و OH خارج از صفحه کیتوسان است[۶]. نکته قابل توجه اینکه دو قله cm^{-1} ۴۴۷ و cm^{-1} ۴۱۳ در محدوده ۴۰۰ تا cm^{-1} ۵۰۰ ظاهر شده اند که از شکل گیری طلا در کامپوزیت مربوطه خبر می دهد.

شکل ۳ تصویر میکروسکوپی کامپوزیت کیتوسان/نانوپلی انیلین- طلا را نمایش می دهد. نانو ذرات طلا با ابعادی حدود ۳۶ نانومتر در سطح کامپوزیت پراکنده شده اند و مشاهده می شود که نانوذرات کیتوسان نانو ذرات طلا را احاطه کرده اند.

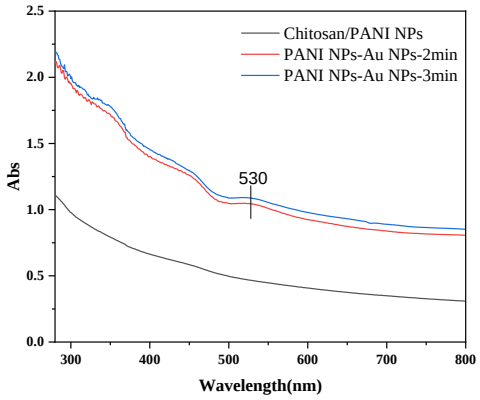


شکل ۳: تصویر میکروسکوپ الکترونی بازتابی از نمونه کیتوسان /نانو پلی انیلین -طلا.

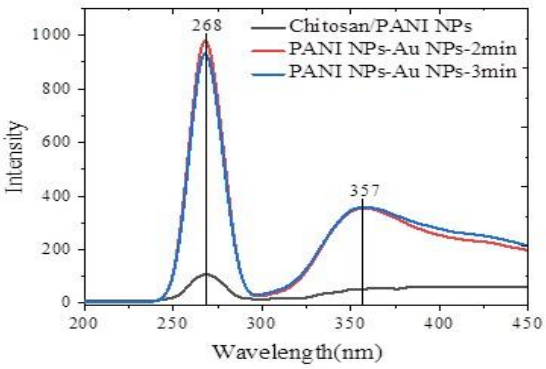
باتوجه به نتایج بدست آمده از طیف جذبی، شکل۴ طیف جذب خطی در محدوده nm ۲۰۰ تا nm ۸۰۰ را برای نمونه های کیتوسان/ نانوپلی‌آنیلین و کیتوسان/ نانوپلی‌آنیلین– طلا را نشان می دهد. قله های جذب که در طیف UV-vis در طول موج nm ۲۷۰ مشاهده می شود مربوط به کامپوزیت کیتوسان -نانو پلی‌آنیلین است که به دلیل جذب الکترونی اربیتالهای $\pi - \pi^*$ نانو پلی‌آنیلین تشکیل می‌شود. از طرفی در طول موج nm ۴۷۰ قله بسیار پهن و کم ارتفاعی مشاهده می شود که مربوط به جابجایی از باند پولارون به باند π^* و از باند π به پلارون[۱] در زنجیره‌های نانوپلی‌آنیلین است. در طیف های مربوط به کیتوسان – نانو پلی‌آنیلین -طلا دو قله در nm ۵۳۰ مشاهده می شود که مربوط به نوسانات موضعی پلاسمونهای سطحی ذرات طلا است. بنابراین، طیف های مادون قرمز و جذب خطی ترکیبات فوق، شکل گیری نانو

[Downloaded from opsi.ir on 2026-02-02]

پلی‌آنیلین و طلا را اثبات می‌کند. به علاوه شدت جذب در نمونه‌ای که مدت زمان شکل گیری طلا ۳ دقیقه است، بیشتر است.



شکل ۴: طیف جذبی UV-vis برای نمونه کیتو سان/ نانو پلی‌آنیلین و کیتوسان/ نانو پلی‌آنیلین- طلا.



شکل ۵: طیف فلورسانس کیتوسان/ پلی‌آنیلین و کیتوسان/ پلی‌آنیلین- طلا.

شکل۵ طیف فلورسانس نمونه های کیتوسان/ نانو پلی‌آنیلین و کیتوسان/ نانو پلی‌آنیلین-طلا را نشان می‌دهد. اندازه‌گیری فلورسانس برای نمونه‌هایی که مدت زمان شکل گیری نانو ذرات طلا ۲ و ۳ دقیقه است جداگانه انجام شده است. نمونه های فوق با انرژی فوتونهایی در طول موج ۲۶۸nm نانومتر تحریک شده‌اند[۱و۵] با توجه به نتیجه آزمایش، فوتون های فلورسانس در طول موج ۳۵۷ nm منتشر شده اند. این فوتون‌ها مربوط به گذار الکترونی اربیتالهای $\pi - \pi^*$ نانو پلی‌آنیلین است از شکل ۳ مشاهده می شود که نانوذرات طلا توسط نانو ذرات پلی انیلین احاطه شده اند، و بین نانوذرات طلا و نانو ذرات پلی انیلین تبادل الکترون آزاد وجود دارد. بنابر این، از نتایج آزمایش مشاهده می‌شود که شدت انتشار فوتونها برای نمونه‌ای که مدت شکل گیری نانو ذرات طلا ۳ دقیقه بوده است، بیشتر می‌باشد.

نتیجه‌گیری

با روش کندو سوز لیزی نانو ذرات پلی‌آنیلین و نانو کامپوزیت پلی‌آنیلین – طلا به خوبی در محلول کیتو سان شکل گرفتند و خاصیت نورتابی کامپوزیت کیتو سان/ نانو پلی‌آنیلین با شکل گیری نانو ذرات طلا افزایش یافته است. این افزایش ۵ برابری، کاربرد های بسیاری در طراحی ادوات فوتونی دارد و می تواند پنجره ای نو در این راستا بگشاید.

مرجع‌ها

[۱] M. Beygisangchin, S. Abdul Rashid, S. Shafie, A. R. Sadrolhosseini, and H. N. Lim, "Preparations, Properties, and Applications of Polyaniline and Polyaniline Thin Films Review". Polymers, ۱۳(۱۲), p.۲۰۰۳, ۲۰۲۱.

[۲] H. Qui, M. Wan, B. Mathews, L. Dai," Conducting polyaniline nanotubes by template-free polymerization". Macromolecules, ۳٤(٤), pp.٦٧٥-٦٧٧, ۲۰۰۱.

[۳] X. Zhang, W.J. Goux, S.K. Manohar, "Synthesis of polyaniline nanofibers by nanofiber seeding". Journal of the American Chemical Society, ۱۲٦(۱٤), pp.٤٥۰۲-٤٥۰۳, ۲۰۰٤.

[٤] B H. Liu, J. Kameoka, D.A. Czaplewski, H.G. "Craighead Polymeric nanowire chemical sensor". Nano letters, ٤(٤), pp.٦٧۱-٦٧٥, ۲۰۰٤.

[٥] F. Chen, P. Liu "Conducting Polyaniline Nanoparticles and Their Dispersion for Waterborne Corrosion Protection Coatings," ACS Appl. Mater. Interfaces, ۳, ۷, ۲٦۹٤–۲۷۰۲,۲۰۱۱.

[٦] P. K. Dara, R. Mahadevan, P.A. Digita, S. Visnuvinayagam, L.R. Kumar, S. Mathew, C.N. Ravishankar, and R.J.S.A.S Anandan, "Synthesis and biochemical characterization of silver nanoparticles grafted chitosan (Chi-Ag-NPs): in vitro studies on antioxidant and antibacterial applications," SN Applied Sciences, ۲(٤), pp.۱-۱۲, ۲۰۲۰.

[Downloaded from opsi.ir on 2026-02-02]