بیست و هشتمین کنفرانس اپتیک و
فوتونیک ایران و چهاردهمین کنفرانس
مهندسی و فناوری فوتونیک ایران،
دانشگاه شهید چمران اهواز،
خوزستان، ایران.
۱۴-۱۲ 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 2026-11-05]

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 گزارش های 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.

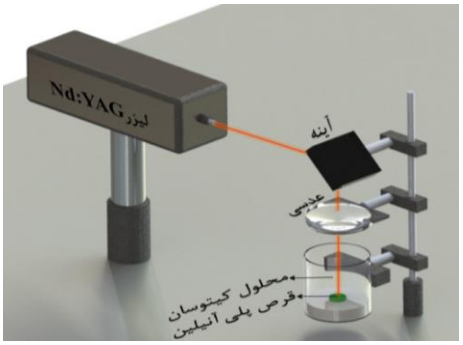
از سوی دیگر، افزایش فوتولومینسانس در نانو ساختارها با هدف کاربری در ادوات فوتونی، از اهمیت ویژه ای برخوردار است. در این پژوهش، نانوساختارهای پلی‌آنیلین و نانو کامپوزیت پلی‌آنیلین-طلا به روش کندو سوز لیزری در محلول کیتوسان سنتز شده و خواص نوری آنها از جمله فلورسانس بررسی شده است.

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 جدا گانه، 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^oC 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 موج ۱۰۶۴nm، 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 جدا گانه تحت تابش لیزر قرار گرفت، تا نانو ذرات طلا در محلول تشکیل شود.

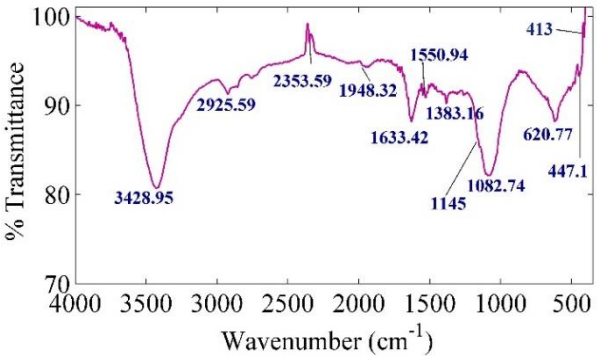
[Downloaded from opsi.ir on 2026-11-05]



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

بحث و نتایج

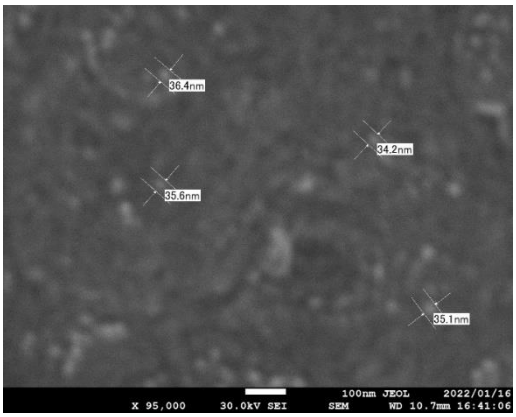
شـــکل۲ طیف جذبی مادون قرمز را در محدوده بین cm^{-1} ۴۰۰ تا cm^{-1} ۴۰۰۰ نشـان می‌دهد. قله‌های اصـلی درعدد موج های مختلف در نمودار مشـخص شـده اسـت. قلـه‌هـا یی کـه در مکـا نهـای cm^{-1} ۳۴۲۸/۹۵ cm^{-1}، cm^{-1} ۲۹۲۵/۵۹، cm^{-1} ۱۵۵۰/۹۴cm^{-1}، ۱۳۸۳/۱۶cm^{-1} و ۱۱۴۵cm^{-1} هسـتند به ترتیب مربوط به گرههای عاملی NH_2 (N-H)، CH_2 (C-H)، C=C، C-N، و C-H نانو ذرات پلی‌آنیلین اسـت[۵] و قـله های که در cm^{-1} ۲۳۵۳,۵۹، cm^{-1} ۱۹۴۸,۳۲، cm^{-1} ۱۶۳۳,۴۲ ،و cm^{-1} ۱۰۸۲,۷۴ مـشاهده می‌شوند



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

به ترتیب قله‌های نشـــان دهنده C-H، N-H، و C-O-C سـاختار کیتوسـان اسـت 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 میکرو سکوپی کامپوزیت کیتو سان/نانوپلی انیلین- طلا را نمایش می دهد. نانو ذرات طلا با ابعادی حدود ۳۶ نانومتر در سـطح کامپوزیت پراکنده شـده اند و مشاهده می شود که نانوذرات کیتو سان نانو ذرات طلا را احاطه کرده اند.

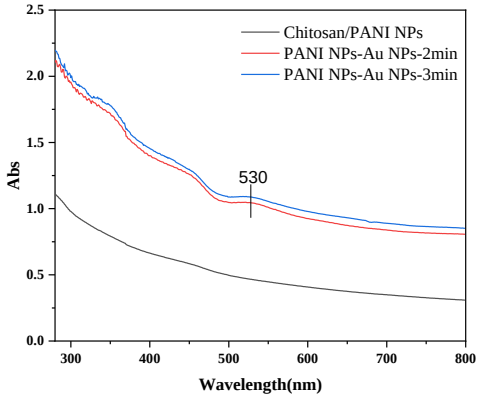


شکل ۳: تصویر میکرو سکوپ الکترونی بازتابی از نمونه کیتو سان /نانو پلی انیلین -طلا.

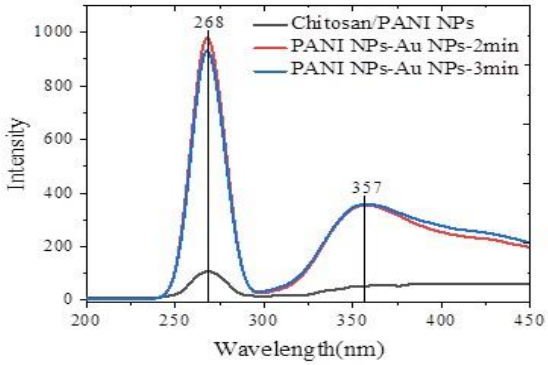
باتوجه به نتایج بد ست آمده از طیف جذبی، شکل۴ طیف جذب خطی در محدوده ۲۰۰ nm تا ۸۰۰ nm را برای نمو نه های کیتوســـان/ نانوپلی‌آنیلین و کیتوســـان/ نانوپلی‌آنیلین– طلا را نشـــان می دهد. قله های جذب که در طیف UV-vis در طول موج ۲۷۰ nm مشـــاهده می شود مربوط به کامپوزیت کیتو سان -نانو پلی‌آنیلین ا ست که به دلیل جذب الکترونی اربیتال‌های $\pi - \pi^*$ نانو پلی‌آنیلین تشـــکیل می‌شـــود. از طرفی در طول موج ۴۷۰ nm قله بسـیار پهن و کم ارتفاعی مشـاهده می شـود که مربوط به جابجایی از باند پولارون به باند π^* و از باند π به پلارون[۱] در زنجیره‌های نانوپلی‌آنیلین اســـت. در طیف های مربوط به کیتو سان – نانو پلی‌آنیلین -طلا دو قله در ۵۳۰ nm 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 2026-11-05]

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

شـــکل۵ طیف فلورســـانس نمونه های کیتوســـان/ نانو پلی‌آنیلین و کیتوســـان/ نانو پلی‌آنیلین-طلا را نشـــان می‌دهد. اندازه‌گیری فلورســـانس برای نمونه‌هایی که مدت زمان شـــکل گیری نانو ذرات طلا ۲ و ۳ دقیقه اســـت جداگانه انجام شـــده اســـت. نمونه های فوق با انرژی فوتونهـایی در طول موج ۲۶۸nm نـانومتر تحریـک شـــده‌اند[۱و۵] با توجه به نتیجه آزمایش، فوتون های فلورسـانس در طول موج ۳۵۷ nm منتشـر شـده اند. این فوتون‌ها مربوط به گذار الکترونی اربیتالهای $\pi - \pi^*$ نانو پلی‌آنیلین است از شکل ۳ مشاهده می شود که نانوذرات طلا توســـط نانو ذرات پلی انیلین احاطه شـــده 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 ســـوز 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 بســـیاری در طراحی ادوات فوتونی دارد و می تواند پنجره ای نو در این راســـتا 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.٤٥٠٢-٤٥٠٣, ۲۰۰٤.

[٤] B H. Liu, J. Kameoka, D.A. Czaplewski, H.G. “Craighead Polymeric nanowire chemical sensor”. Nano letters, ٤(٤), pp.٦٧١-٦٧٥, 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 2026-11-05]