



بیستمین کنفرانس اپتیک و فوتونیک ایران  
و ششمین کنفرانس مهندسی و فناوری فوتونیک ایران  
۸ تا ۱۰ بهمن ماه ۱۳۹۲ - دانشگاه صنعتی شیراز



## تشدید اثر مگنتو اپتیکی کر در حضور نانوذرات با ساختار هسته پوسته طلا-نقره

مرتضی علیزاده اسکویی و سیده مهری حمیدی .

پژوهشکده لیزر و پلاسما، دانشگاه شهید بهشتی، تهران

چکیده - اثر مگنتو اپتیکی به عنوان اثر تغییر دهنده قطبش نور فرودی، در مواد مگنتو اپتیکی به خاطر تضعیف دامنه میدان الکتریکی باید بوسیله روش هایی تشدید شود. این تشدید بوسیله افزایش طول مغناطیسی طی شده توسط نور و یا استفاده از یک میدان تشدید شده جایگزیده به وقوع می پیوندد. در این پروژه از نانوذرات هسته پوسته طلا و نقره برای تشدید میدان جایگزیده استفاده کرده ایم. تشدید چند صد برابری را در میدان جایگزیده به کمک امواج پلاسمون سطحی مشاهده نموده ایم که موجب افزایش چرخش مگنتو اپتیکی تا ۲ درجه در بازه طول موجی گسترده شده است که افق جدیدی در ایزولاتورهای مخابراتی با پهنای باند گسترده می گشاید.

کلید واژه- اثر مگنتو اپتیکی کر، تشدید پلاسمون های سطحی، نانو ساختار هسته-پوسته، نانوذرات فلزی طلا-نقره.

## Enhanced Magneto-optical Kerr effect in cobalt thin film structures incorporating Ag@Au core-shell nanoparticles.

Morteza Alizadeh Oskuei and Seyedeh Mehri Hamidi.

Laser and Plasma research institute,shahid beheshti university,Tehran,iran.

Abstract- We report an experimental research on the magneto-optical enhanced in cobalt thin film by the aid of Ag/Au core shell nanoparticles. This magneto-plasmonic structure was prepared by laser ablation in liquids and electron beam deposition method. Our results show that we have sufficient enhancement in amplitude of electric field and we have enough magneto-optical Kerr rotation due to the light localization in the nanoparticles in wide wavelength range.

Keywords: magneto-optical kerr effect, surface plasmons, core-shell structure,ag-au metallic nanoparticles.

## مقدمه

## چیدمان آزمایشگاهی

برای تولید نانوذرات از هارمونیک اول لیزر نئودیموم یاگ، ۱۰۶۴ نانومتر استفاده می‌کنیم. هرکدام از فلزات طلا و نقره را به ترتیب در یک محلول ۱۰ میلی لیتری آب دوبار یونیزه به نحوی به وسیله‌ی نگهدارنده قرار می‌دهیم که ۲ میلی متر آب در روی سطح هدف قرار گیرد. ابتدا نانوذرات نقره را که به عنوان هسته در ساختار مورد استفاده قرار گرفته است را تولید می‌کنیم، سپس هدف نگهدارنده‌ی طلا را قرار می‌دهیم و با لیزر نانوذرات را تولید می‌کنیم. از یک آینه برای انحراف مسیر پرتو لیزر به درون محفظه‌ی نگهدارنده استفاده می‌کنیم. همچنین از یک لنز ۸ سانتی متری برای متمرکز کردن پرتو لیزر به روی سطح هدف استفاده می‌کنیم. برای از بین بردن حباب‌های تولید شده در سطح هدف که باعث اتلاف انرژی لیزر می‌شوند از چرخاننده در زیر محفظه‌ی نگهدارنده استفاده می‌کنیم. چرخاننده همچنین به همگن‌تر کننده شدن نانوذرات کمک بسزایی می‌کند.

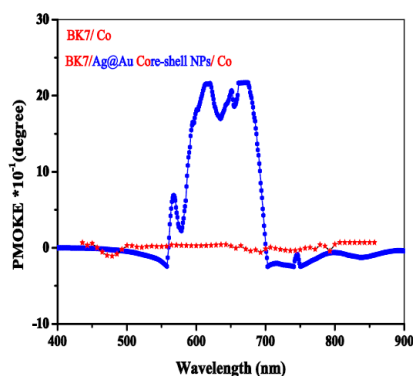
ساختارهای هسته پوسته‌ی نانوذره ای تحت شرایط خاصی تولید می‌شوند. این ساختارها اگر به صورت هم محلول برای دو فلز تولید شوند، منجر به تشکیل هسته پوسته می‌شوند. برای رسیدن به ساختاری با هسته‌ی نقره ابتدا صفحه‌ی نقره‌ای را تحت تابش لیزری قرار می‌دهیم. نانوذرات تولید شده به درون آب ریخته می‌شوند. در ادامه به تولید نانوذرات طلا از صفحه‌ی طلا در همان محلول می‌پردازیم. نانوذرات طلا که ابتدا به صورت یونی هستند، پتانسیل لازم برای رسیدن به تعادل را از نانوذرات نقره کسب می‌کنند و به پایداری می‌رسند. این کسب پتانسیل از نانوذرات نقره مستلزم رسوب نانوذرات طلا به روی نانوذرات نقره می‌شود و ساختار هسته - پوسته را تشکیل می‌دهد.

پس از تولید نانوذرات آن‌ها را روی زیرلایه‌ی BK7 خشک نموده سپس و پس از تبخیر آب موجود در محلول لایه‌ی مگنتوآپتیکی کبالت را به ضخامت ۴۰ نانومتر به روش لایه نشانی باریکه الکترونی لایه نشانی می‌کنیم.

استفاده از نانوذرات فلزی به خاطر قرار داشتن بیشینه‌ی جذبی آن‌ها در بازه‌ی مرئی در سال‌های اخیر بسیار مورد توجه قرار گرفته است [۱]. استفاده از این بیشینه‌های جذبی در قالب نانوذرات در این بازه و آن‌هم به صورت بیشینه‌های پلاسمونی انجام می‌گیرد. نانوذرات تولید شده به وسیله‌ی روش لیزری با قابلیت تنظیم پذیری بالای مکان بیشینه‌ی جذبی در تشدید دلخواه اثر مگنتوآپتیکی در بازه‌ی دلخواه مورد استفاده قرار می‌گیرند [۲]. اثر مگنتوآپتیکی که به صورت تغییر صفحه‌ی قطبش نور بازتاب شده از ماده‌ی فرومغناطیس عمل می‌کند در مواد فرومغناطیس مشاهده گردیده است. یکی از این اثرات، تحت عنوان اثر مگنتوآپتیکی که در بازتاب نور از نمونه‌ها مگنتوآپتیکی است که تقویت این اثر مگنتوآپتیکی در راستای نسل به ادوات اپتیکی مانند ایزولاتورها مورد توجه فراوان قرار گرفته است. در این راستا از تشدید پلاسمونی سطحی در نانوذرات فلزی که دارای مولفه‌ی میدان تشدید شده هستند استفاده می‌کنیم [۳]. برای رسیدن به ساختار مگنتوآپتیکی در کنار نانوذرات ابتدا نانوذرات را تولید کرده و سپس ساختار مگنتوآپتیکی را به روی آن لایه نشانی می‌کنیم.

حضور نانوذرات به همراه ماده‌ی فرومغناطیسی باعث تغییر قسمت‌های حقیقی و موهومی ضریب دی الکتریک می‌گردد. این تغییرات به صورت یک پاسخ کلی از سیستم توسط مولفه‌ی نور فرودی دیده می‌شود. حضور لایه‌ی هسته پوسته در مجاورت ماده‌ی فرومغناطیس باعث کاهش قسمت موهومی ضریب دی الکتریک به عنوان پاسخ ماده می‌شود و در نتیجه افزایش خاصیت مگنتوآپتیکی متناسب با تشدید پلاسمونی نانوذرات مشاهده می‌شود.

نانوذرات می‌باشد. دو بیشینه‌ی ظاهر شده در منحنی تشدید اثر مگنتوآپتیکی مربوط به ساختار هسته پوسته می‌باشد. بیشینه‌های ظاهر شده در تشدید اثر مربوط به توزیع اندازه‌ی نانوذرات می‌باشد. این توزیع اندازه تبعاتی از این دست را به خاطر وابستگی طول موج تشدید به اندازه‌ی نانوذرات خواهد داشت.



شکل ۲: تشدید اثر مگنتوآپتیکی کر در حضور نانوذرات

### نتیجه‌گیری

ساختار هسته پوسته پس از ترکیب با ماده‌ی فرومغناطیس و تشکیل ساختار مگنتوپلاسمونی با تغییر ضریب دی‌الکتریک منجر به تشدید اثر مگنتوآپتیکی کر در بازه‌ی مورد نظر می‌شوند. وجود نانوذرات در کنار ماده-ی فرومغناطیس، میدان الکتریکی نور فرودی را به صورت گرینشی (در بازه‌ی جذبی پلاسمونی) تشدید کرده و منجر به تشدید اثر کر می‌گردد.

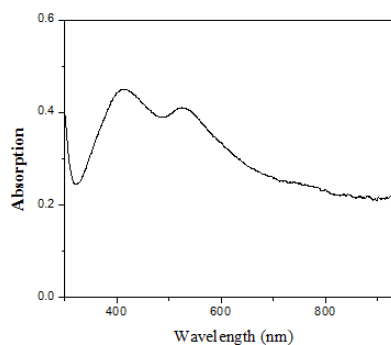
### مراجع

[1] H.Han, Y.Fang, Z.Li, H.Xu, "Tunable surface plasma resonance frequency in Ag/Au core shell nanoparticles system prepared by laser ablation", Appl. phys. lett. **92**, 023116 (2008).

اندازه‌گیری چرخش مگنتوآپتیکی کر با کمک روش طیف سنجی مگنتوآپتیکی در حضور میدانهای مغناطیسی در راستای نور و در خلاف جهت آن صورت پذیرفته است. در تمام بازه‌ی طول موجی اندازه‌گیری در زاویه‌های مختلف بین قطبیده‌ها انجام می‌شود و در نهایت به داده‌های چرخش مگنتوآپتیکی در بازه طول موجی ختم می‌گردد. [۴-۵].

### نتایج

محلول هسته پوسته‌ی تولید شده دارای دو بیشینه‌ی جذبی می‌باشد که مربوط به هسته‌ی نقره و پوسته‌ی طلا می‌باشد که در شکل (۱) این طیف قابل مشاهده است.



شکل ۱: بیشینه‌ی جذبی ساختار هسته پوسته نقره طلا

قرار گرفتن نانوذرات طلا نقره در نزدیکی ماده‌ی مغناطیسی و از سوی دیگر زیر لایه‌ی شیشه‌ای به عنوان محیط دی‌الکتریک، باعث می‌شود که پاسخ ماده به میدان الکترومغناطیسی با حالتی که نانوذرات وجود ندارند تفاوت داشته باشد. نانوذرات در بازه‌ای که دارای طول موج جذبی هستند باعث تضعیف مقدار موهمی ضریب دی‌الکتریک می‌شوند. البته باید این نکته را در نظر داشته باشیم که ترکیب نانوذرات و ماده‌ی فرومغناطیسی بیشینه‌ی پلاسمونی نانوذرات را جابه‌جا می‌کند شکل (۲) تاثیر حضور نانوذرات در نزدیکی لایه‌ی فرومغناطیسی را نشان می‌دهد.

منحنی قرمز مربوط به اثر مگنتوآپتیکی بدون حضور

[2] H.Zeng , X.Du , S.C. Singh , S.A. Kulinich , S.Yang ,J.He ,and Weiping Cai, “*Nanomaterials via Laser Ablation/Irradiation in Liquid: A Review*”, AfM journal. **22**, 1333 (2012).

[3] S.M.Hamidi, ,M.Tehranchi, S.Sadeghi, “*Effect of magnetic annealing on magneto-optical properties of Ce : YIG thin films incorporating gold nanoparticles*”, J.physD:appl.physc. **44**. 305003 (2011).

[4] S. M. Hamidi, M.M. Tehranchi, “*Effect of magnetic annealing on magneto-optical properties of Ce YIG thin films incorporating Gold nanoparticles*”, J. Phys. D: Applied Phys. **44**, 305003 (2011).

[5] S. M. Hamidi, M. Oskuie, S. Sadeghi, M. M. Tehranchi , “*Enhanced polar magneto-optical Kerr rotation in cobalt thin film incorporating Ag nanoparticles*”, Journal of Superconductivity and novel magnetism, 10.1007\_s10948-013-2366-2 (2013).