تهیه و بررسی رفتار حسگر تارنوری پوشش داده با لایه نازک طلا مبتنی بر تشدید پلاسمون سطحی

کبری تراویده، رقیه پرویزی، ابراهیم صادقی

گروه فیزیک، دانشکده علوم پایه، دانشگاه یاسوج، یاسوج، ایران.

چکیده : در این مقاله، پدیده تشدید پلاسمون سطحی با تهیه و بکارگیری تار نوری پلیمری لایه نشانی شده با ضخامت-های مختلف لایه نازک طلا مورد مشاهده قرارگرفت. اثر تغییرات ضریب شکست بر عملکرد ناحیه حسگری تهیه شده در معرض محلول هایی با ضریب شکست های متفاوت بر اساس مطالعه انتقال طول موج تشدید بررسی شد. نتایج بدست آمده نشان می دهد که طول موج تشدید مشاهده شده در طیف عبور، با افزایش ضریب شکست به سمت طول موج بلندتر جابه‌جا می‌شود. درادامه بررسی تاثیر ضخامت لایه نازک طلا نتیجه می دهد رفتارحسگری تارنوری لایه نشانی شده با لایه ضخیم تر طلا تشدیدی در طول موج بلندتر را نشان می دهد. در حالی که برای هر دو تار پوشانده شده با لایه های ۵۳ و ۱۰۰ nm از طلای نازک یک رابطه خطی بین ضریب شکست و طول‌موج وجود دارد ولی میزان حساسیت برای حسگری با ضخامت بیشتر ۸۰۷ nm/RIU و برای حسگر دیگر ۳۹۶ nm/RIU بدست آمد.

کلید واژگان: تشدید پلاسمون سطحی، حسگر تار نوری، لایه نازک طلا

Preparation and investigation Optical Fiber Sensor coated Gold Thin Film based on Surface Plasmon Resonance

Kobra taravideh, Roghaieh parvizi, Ebrahim Sadeghi

Department of Physics, Faculty of Science, Yasouj University, Yasouj 75914-353, Iran.

Abstract: In this paper, we investigate the Surface Plasmon Resonance (SPR) provided by Au coated optical fiber sensor utilized as a refractometer. It is observed that SPR are formed at the dielectric metal boundary interface in the sensing region. In this work, two different thicknesses of Au thin later deposited on polymer optical fiber were experimentally studied in exposure to the solutions with various refractive index. The obtained results revealed that the SPR wavelength appeared in the transmitted spectra shifts to the longer wavelength according to the changes in the refractive index of surrounded solution. Moreover, it could be observed that the fiber coated with thicker Au layer with 53 and 98 nm thickness shows a more efficient sensing performance rather than that of the thin one but Sensitivity was obtained for a sensor with a thickness of 807 nm / RIU and for another sensor with 396 nm / RIU. The linearity and high sensitivity obtained by the proposed sensing fibers point to a versatile sensing probe for the development of SPR-based biosensors.

Keywords: Surface Plasmon Resonance,Optical Fiber Sensor, Gold Thin Film,

[Downloaded from opsi.ir on 2026-11-10]

این مقاله در صورتی دارای اعتبار است که در سایت http://opsi.ir/ قابل دسترسی باشد.

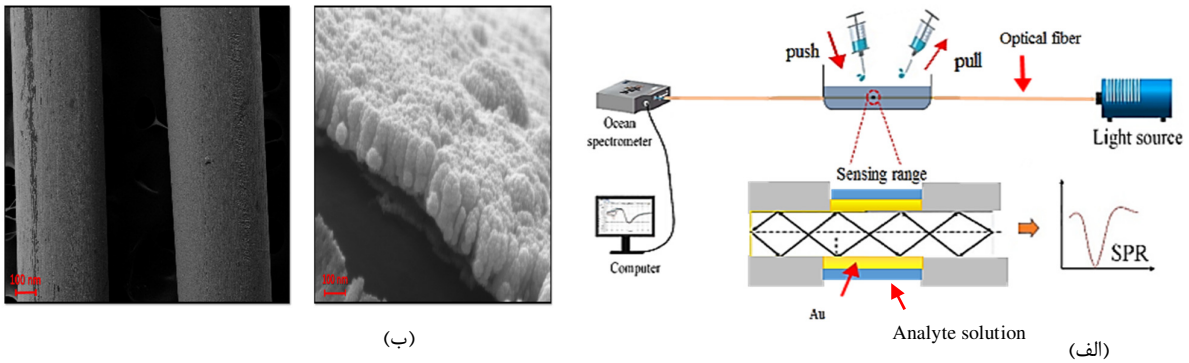
مقدمه

پلاسمون در واقع برانگیختی دسته جمعی الکترون‌های لایه هدایت ماده رسانا توسط تابش الکترومغناطیس می‌باشد. فلزات به دلیل داشتن دریایی از الکترون‌های آزاد بهترین تولیدکنندگان پلاسمون می‌باشند. از بین فلزات طلا به دلیل اینکه تشدید پلاسمون‌های سطحی آن در ناحیه مرئی طیف الکترومغناطیس می‌باشد و پایداری و مقاومتی که در برابر اکسید شدن دارد، بیشتر مورد استفاده قرار گرفته است. در حسگرهای تشدید پلاسمون سطحی[۱]، پلاریتون‌های پلاسمون سطحی، در فصل مشترک یک لایه نازک فلزی مانند طلا و یک دی الکتریک برانگیخته می‌شود. دو اثر مهم پلاسمون‌های سطحی پهنا و قله جذب تشدید پلاسمون هستند که تغییر در آن‌ها به اندازه، شکل، نوع فلز، محیط دی الکتریک اطراف آن و فاصله بین نانو ذرات وابسته است[۱]. اندازه‌گیری تغییرات ناشی از این عوامل فیزیکی اساس کار حسگرهای SPR است.

از جمله عواملی که بر نوسان پلاسمون سطحی نانو ذرات طلا اثر می‌گذارد ، تغییر ضریب شکست محیطی است که نانو ذره در آن قرار دارد. تغییر ضریب شکست نانو ذرات، ثابت انتشار پلاسمون های سطحی را تغییر داده و باعث تغییراتی در جفت‌شدگی بین نور و پلاسمون سطحی می‌شود که به صورت مشخصه‌های نوری در خروجی قابل مشاهده است. از این خاصیت برای ساخت بسیاری از حسگرها در صنعت و پزشکی استفاده می‌شود.

مواد و روش کار:

در این پژوهش طولی حدود ۲ cm از تار نوری پلیمری با قطر ۷۵۰ μm را با استفاده از روش مکانیکی تا رسیدن به قطر بهینه یعنی حالتی که ۴۰% از ضخامت اولیه تار نوری از بین برود سونش داده سپس یک و دو لایه طلا به ضخامت حدود ۵۳ nm و ۱۰۰ با روش کندوپاش روی تار نوری لایه‌نشانی شده است. تار نوری حاصل در سامانه حسگری و در معرض محلول‌هایی با ضریب شکست‌های مختلف[۲] قرار داده می‌شود. نتایج و داده‌های آن ترسیم و مورد بررسی قرار گرفت.



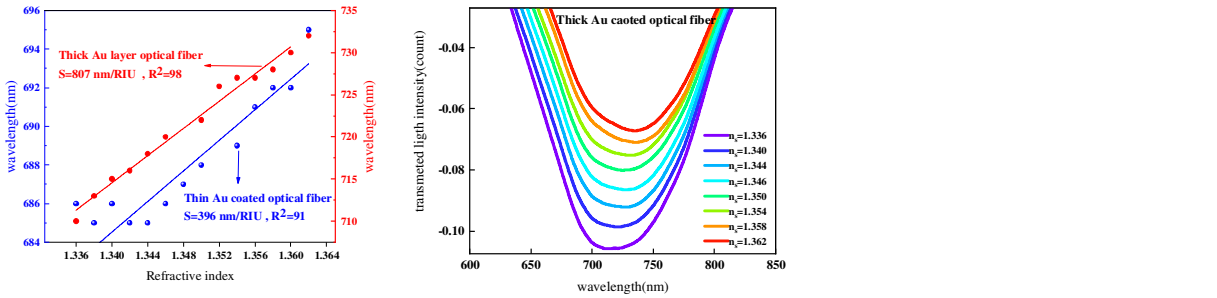
شکل ۱- (الف) چیدمان حسگر تار نوری لایه‌نشانی شده (ب) تصاویرSEM ازلایه نازک طلا بر روی مقطع عرضی تار نوری

این مقاله در صورتی دارای اعتبار است که در سایت http://opsi.ir/ قابل دسترسی باشد.

[Downloaded from opsi.ir on 2026-11-10]

نتایج و بحث

شکل۲(الف)و (ب) طیف پلاسمای سطحی مربوط به یک حسگرلایه نشانی شده با نانوذرات طلا را نشان می‌دهد. مشاهده می‌شود که برای ضریب شکست‌های مختلف ناحیه حسگری، طول موج تشدید جابه‌جا می‌شود.



(ج) (ب) (الف)

شکل۲- طیف پلاسمای سطحی حسگر برای ضریب شکست‌های مختلف شکل **(الف)** لایه نازک‌تر **(ب)** لایه ضخیم‌تر**(ج)** تغییرات طول موج تشدید در ضریب شکست‌های مختلف

همان‌طور که در شکل۲ مشاهده می‌شود طول موج تشدید نسبت به ضریب شکست حساس می‌باشد. با افزایش ضریب شکست، این طول موج به سمت مقادیر بزرگ‌تر جابه‌جا می‌گردد و این دلیلی بر کارایی حسگر است. به‌طورکلی این حسگرها ضریب شکست‌سنج هستند و بیش‌ترین واکنش را به تغییرات این کمیت نشان می‌دهند. در ادامه تأثیر ضخامت لایه طلا بر طیف حاصل بررسی می‌شود. با توجه به شکل ۲ قسمت (ب) به وضوح می‌توان جابه‌جایی طول موج تشدید این‌بار به دلیل تغییر ضخامت لایه طلا را مشاهده کرد. میزان تغییرات طول موج برای لایه ضخیم تر بیشتر و از طول موج ۷۱۰ nmتا ۷۳۲nm برای تغییر ضریب شکست از n_s=۱,۳۳۶ تا n_s=۱,۳۶۲ است درحالی که برای لایه نازک تر ۶۸۶ nm تا ۶۹۵ nm می باشد. درشکل ۲ قسمت (ج) که تغییرات طول موج به تغییرات ضریب شکست را مشخص می کند شیب خط پارامتر حساسیت را نشان می دهد. اگرچه برای هر دو تار نوری یک رابطه خطی بین ضریب شکست و طول موج وجود دارد ولی میزان حساسیت در تار نوری با ضخامت بیشتر ۸۰۷ nm/RIU و برای تار نوری دیگر۳۹۶ nm/RIU می‌باشد. مقایسه با کارهای گذشته به طور کلی صحت نتایج فوق را تایید می کند.[۳], [۴, ۵]

۱. Zhang, C., et al., *U-bent fiber optic SPR sensor based on graphene/AgNPs.* Sensors and Actuators B: Chemical, 2017. **251**: p. 127-133.
۲. bin Mat Yunus, W.M. and A. bin Abdul Rahman, *Refractive index of solutions at high concentrations.* Applied optics, 19 :(۱۶)۲۷ .۸۸p. 3341-3343.
۳. Wang, Q., et al., *Enhanced sensitivity of bimetallic optical fiber SPR sensor based on MoS2 nanosheets.* Optics and Lasers in Engineering, 2020. **128**: p. 105997.
٤. Wei, Y., et al., *Multi-channel SPR sensor based on the cascade application of the Single-mode and multimode optical fiber.* Optics Communications, 2017. **390**: p. 82-87.
۵. Kanso, M., S. Cuenot, and G. Louarn, *Sensitivity of optical fiber sensor based on surface plasmon resonance: modeling and experiments.* Plasmonics, 2 :(۲)۳ .۰۰۸p. 49-57.

این مقاله در صورتی دارای اعتبار است که در سایت http://opsi.ir/ قابل دسترسی باشد.

[Downloaded from opsi.ir on 2026-11-10]