



همایش نانوفوتونیک ایران ۱۳۹۹-۲۰۲۱ آبان

Iranian Nano-Photonic Conference 2020
October 23 and 24



محاسبه تولید گرما در نانو ستاره های طلا جهت کاربری در فوتوترمال تراپی

حسن تجربه نژاد عبداللهی، محمد علی انصاری* و سیده مهری حمیدی

پژوهشکده لیزر و پلاسما، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران

چکیده: اطلاع از میزان و چگونگی توزیع حرارت در نانوساختارها به منظور بهره گیری از آنها در درمانهای نوری، از اهمیت بسزایی برخوردار است. به این دلیل با استفاده از روش گرین دیادیک^۱ خاصیت نور گرمایی نانو ستاره های طلا در ابعاد مختلف را در بازه ی طیف مرئی و فروسرخ نزدیک مورد بررسی قرار داده ایم. همچنین چگالی پخش گرمای تولید شده در داخل نانو ستاره را برای قله ی طول موجی با بیشترین تولید گرما (620 nm) ترسیم کردیم.

کلید واژگان: نانو ستاره؛ نانوساختار؛ طلا؛ تولید گرما

Heat generation calculation in gold nanostars for photothermal therapy

Hassan Tajarenejad Abdollahi, Mohammad Ali Ansari, Seyedeh Mehri Hamidi

Laser and Plasma Research Institute, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran.

Abstract- heat generation in nanostructures is so important for their usage in photothermal therapy applications. In this article, by using the Green dyadic method we investigated heat generation in gold nanostars in different sizes in the visible and near infrared spectral region. In addition, heat density in nanostars at the main major peak (620 nm) is demonstrated for the best photo-thermal conversion.

Keywords: Nanostar; gold nanostar; Heat generation

* m_ansari@sbu.ac.ir

¹ Green Dyadic Method (GDM)

۱- مقدمه

امروزه نانوساختارها کاربرد های گسترده ای در پزشکی و زیست شناسی دارند. از نانوذرات برای افزایش خاصیت نور گرمایی در جهت درمان بیماری هایی مثل سرطان استفاده می شود. همچنین در علوم اعصاب برای افزایش میزان پاسخ های سلول های عصبی در هنگام تحریک نور- گرمایی مورد استفاده قرار گرفته است. در زمینه ی تصویر برداری پزشکی نیز استفاده از نانوساختارها رو به افزایش است. به همین دلیل نیاز به شناخت اشکال مختلف نانوساختارها و بررسی ویژگی های آنها بیش از پیش احساس می شود. به علت اینکه یکی از مسایل اصلی در استفاده از نانوذره ها در فتوداینامیک تراپی، تصویربرداری زیست پزشکی، تحریک عصبی و... اثرات نور- گرمایی این نانوساختارها است ما نیز بر آن شدیم تا با بررسی نانوستاره های طلا در سایز های مختلف پتانسیل نور- گرمایی آنها را نشان بدهیم [1].

۲- مبانی نظری

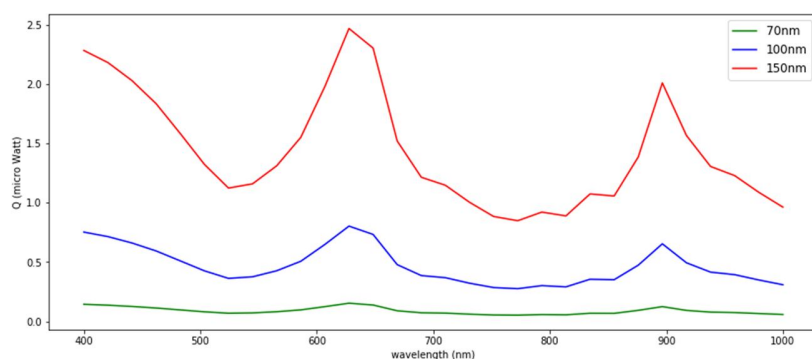
نانو ستاره های طلا با استفاده از پکیج شبیه سازی الکترو دینامیکی pyGDM بر اساس زبان برنامه نویسی پایتون [2] و در ابعاد ۷۰ و ۱۰۰ نانومتر پیاده سازی شده اند. برای محاسبات نور- گرمایی می توان نشان داد که کل گرمای تولید شده در داخل نانو ساختارها محصول قسمت موهومی گذردهی و شدت میدان الکتریکی است که از رابطه ی زیر بدست می آید [3]:

$$Q(\omega) = \int q(r, \omega) dr = \frac{\omega}{8\pi} \int V \text{Im}(\epsilon(r)) |E(r, \omega)|^2 dr. \quad (1)$$

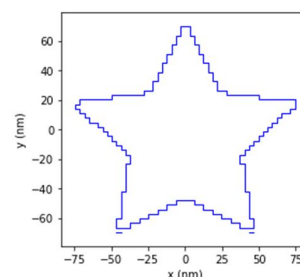
در تمام محاسبات شدت نور دریافتی را برابر با $1 \frac{mW}{\mu m^2}$ در نظر می گیریم و با استفاده از روش گرین دیدیاک و با مش بندی ساختار میدان الکتریکی درون ساختار را محاسبه می کنیم.

۲- نتایج

طیف وابستگی طول موجی نانو ستاره های طلا را در شکل ۱- مشاهده می شود و همانطور که در شکل واضح است پیک طول موجی اصلی در طول موج 620 nm است که برای نانوستاره به عرض 150 nm منجر به تولید $2.5 \mu W$ گرما در درون ساختار شده است. همچنین میزان گرمای تولید شده در نانو ستاره های ۷۰ و ۱۰۰ نانومتری به ترتیب ۰.۷ و ۰.۲ میکرووات به دست آمد.



(ب)

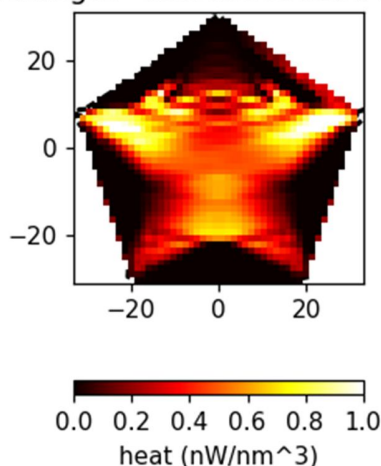


(الف)

شکل ۱- (الف) طرح ساده ای از نانو ستاره ی طراحی شده و (ب) طیف تولید گرما در نانو ستاره ها در بازه طول موجی مرئی و فرو سرخ نزدیک برای نانو ستاره های ۷۰ (سبز)، ۱۰۰ (آبی) و ۱۵۰ نانومتری (قرمز).

برای اینکه نشان دهیم توزیع گرمای تولیدی در سطح نانوساختار به چه شکل است برای یکی از نانو ستاره ها چگالی گرمایی در طول موج ۶۲۰ نانومتر را بدست آوردیم و همانور که در شکل ۲ قابل مشاهده است بیشترین چگالی تولید گرما در گوشه های نانو ستاره و به اندازه $0.9 \frac{nW}{nm^3}$ توزیع شده است.

wavelength=620.6896362304688nm



شکل ۲- پخش گرما در نانو ستاره طلای ۷۰ نانومتری و در طول موج ۶۲۰ nm

۳- جمع بندی

در این مقاله تولید گرما در نانو ستاره های طلا را برای چندین اندازه ی مختلف شبیه سازی کردیم و میزان تولید گرما در هر کدام را بر حسب طول موج رسم کردیم. دیده شد که قله ی طول موجی برای بهترین تبدیل نور-گرمایی در حدود ۶۲۰ نانومتر با توزیع گرمایی بهینه در لبه های نانوستاره به میزان بیشینه $0.9 \frac{nW}{nm^3}$ رسیده که جهت کاربری در تحریک اعصاب و فوتو ترمال تراپی مناسب است.

مراجع

1. Leon Smith, *et. al.*, **Journal of nanomaterials** Volume 2012, Article ID 891318 (2012).
2. Peter R. Wiecha, **Computer Physics Communications** 233, 167-192 (2018).
3. G. Baffou, *et. al.*, **Appl. Phys. Lett.** 94, 153109 (2009)