همایش نانوفوتونیک ایران ۱۳۹۹- ۱ و ۲ آبان
Iranian Nano-Photonic Conference 2020
October 23 and 24

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

حسن تجره 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[1] خاصیت نورگرمایی 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)

این مقاله در صورتی دارای اعتبار است که در سایت www.opsi.ir قابل دسترسی باشد.

[Downloaded from www.opsi.ir on 2025-07-28]

۱- مقدمه

امروزه نانوساختار ها کاربرد های گسترده ای در پزشکی و زیست شناسی دارند. از نانوذرات برای افزایش خاصیت نورگرمایی 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 نانوساختار ها رو به افزایش است. به همین دلیل نیاز به شناخت اشکال مختلف نانوساختار ها و بررسی ویژگی های آن ها بیش از پیش احساس می شود. به علت اینکه یکی از مسایل اصلی در استفاده از نانوذره ها در فتودینامیک تراپی ، تصویربرداری زیست پزشکی ، تحریک عصبی و... اثرات نور-گرمایی این نانوساختار ها است ما نیز بر آن شدیم تا با بررسی نانوستاره های طلا در سایز های مختلف پتانسیل نور-گرمایی آن ها را نشان بدهیم[1].

۲- مبانی نظری

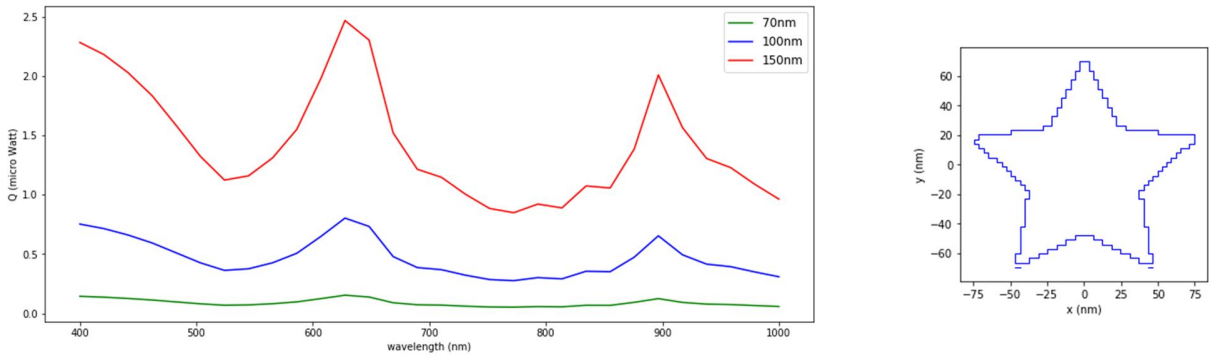
نانو ستاره های طلا با استفاده استفاده از پکیج شبیه سازی الکترودینامیکی pyGDM بر اساس زبان برنامه نویسی پایتون[2] و در ابعاد ۷۰ ۱۰۰ و ۱۵۰ نانومتر پیاده سازی شده اند. برای محاسبات نور-گرمایی می توان نشان داد که کل گرمای تولید شده در داخل نانو ساختار ها محصول قسمت موهومی گذردهی و شدت میدان الکتریکی است که از رابطه ی زیر بدست می آید[3]:

$$Q(\omega) = \int q(r,\omega)\, dr = \frac{\omega}{8\pi} \int V\, \mathrm{Im}(\epsilon(r))\, |E(r,\omega)|^2\, dr. \qquad (۱)$$

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 $۶۲۰\ nm$ است که برای نانوستاره به عرض $۱۵۰\ nm$ منجر به تولید $۲,۵\ \mu W$ گرما در درون ساختار شده است. همچنین میزان گرمای تولید شده در نانو ستاره های ۱۰۰ و ۷۰ نانومتری به ترتیب ۰,۷ و ۰,۲ میکرووات به دست آمد.



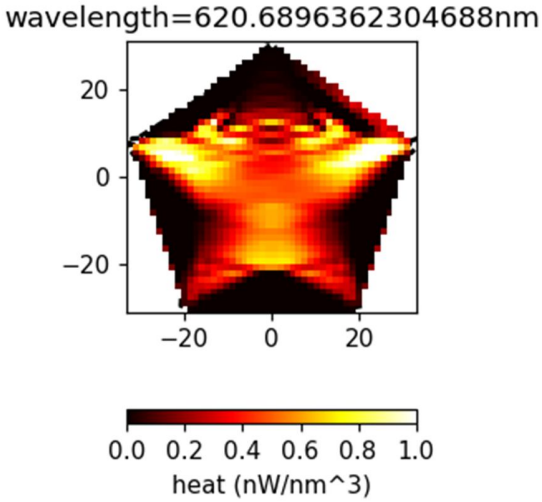
(ب) (الف)

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 مریی و فرو سرخ نزدیک برای نانو ستاره های ۷۰(سبز)، ۱۰۰ (آبی) و ۱۵۰ نانومتری(قرمز).

این مقاله در صورتی دارای اعتبار است که در سایت www.opsi.ir قابل دسترسی باشد.

[Downloaded from www.opsi.ir on 2025-07-28]

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 اوردیم و همانور که در شکل ۲ قابل مشاهده است بیشترین چگالی تولید گرما در گوشه های نانو ستاره و به اندازه ۰٫۹ $\frac{nW}{nm^3}$ توزیع شده است.



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

3- 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 ۰٫۹ $\frac{nW}{nm^3}$ 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)

این مقاله در صورتی دارای اعتبار است که در سایت www.opsi.ir قابل دسترسی باشد.

[Downloaded from www.opsi.ir on 2025-07-28]