بیستمین کنفرانس اپتیک و فوتونیک ایران
و ششمین کنفرانس مهندسی و فناوری فوتونیک ایران
۸ تا ۱۰ بهمن ماه۱۳۹۲ - دانشگاه صنعتی شیراز

بررسی تجربی امکان قفل شدگی مد در لیزر Nd:YAG پالسی توسط لایه ای از رسوب اکسید گرافن بر روی شیشه

محمود حسینی فرزاد[۱]، محمد مهدی درودمند[۲] و فهیمه مرادی مفرد[۳]

۱. شیراز، دانشگاه شیراز، دانشکده علوم، بخش فیزیک

۲. شیراز، دانشگاه شیراز، دانشکده علوم، بخش شیمی

۳. شیراز، دانشگاه شیراز، دانشکده علوم، بخش فیزیک

چکیده - دراین مقاله سعی شده که جاذب اشباع پذیری از جنس اکسید گرافن با روشهای شیمیایی تهیه و سپس با برپایی یک لیزر *Nd:YAG* پالسی مناسب و قرار دادن نمونه تهیه شده از اکسید گرافن در آن به بررسی پالسهای خروجی این لیزر پرداخته شود. همچنین امکان پیش بینی خروجی لیزر در حضور نمونه های مختلف با طیف جذبی متفاوت توسط شبکه هوش مصنوعی مورد بررسی قرار گرفته است.

کلید واژه- اکسید گرافین، حالت قفل شدگی، لیزر پالسی

Experimental capability investigation of a mode-locked Nd:YAG laser by graphene oxide deposited laser on the glass

M. Hosseini Farzad[۱], M.M. Doroodmand[۲], and F. Moradi Mofrad[۳]

Abstract- In this paper the graphene oxide as a saturation absorber is prepared by the chemical method. then this sample is inserted into a Nd:YAG pulsed laser resonator and measuring and evaluating pulses of this laser. The properties of the laser outputs for different samples with different absorption spectrums can be also predicted by artificial neural network.

Keywords: Graphene Oxide, Mode-Locking, Pulsed Laser,

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

۱- مقدمه

فرآیند قفل شدگی مد[1] در لیزرهای جامد با روشهای مختلفی که دو دسته عمده فعال و غیر فعال می باشد، انجام می شود. که همراه با توان پیک بالا و عرض پالس کوتاه می باشد.بعنوان مثال آینه های نیمه هادی جاذب اشباع پذیر[2] به طور گسترده ای برای تولید پالسهای Q-سوئیچ[3] و قفل شده مد در لیزرها استفاده می شود [۴-۱]. با این حال، این جاذب های اشباع پذیر نیاز به تکنیک های لایه برآرایی گران قیمت و پیچیده دارند. در سال های اخیر، نانولوله های کربنی [۶و۵] و گرافن [۹-۷] با توجه به خواص الکتریکی و نوری منحصر به فرد خود به شدت مورد بررسی قرار گرفته اند. گرافن همراه با طیف گسترده ای از طول موج می تواند به عنوان یک جاذب اشباع بدون نیاز به تنظیم پارامتر های دیگر استفاده شود.

در این مقاله اکسید گرافن را با استفاده از روش رفلاکس بر روی لام های میکروسکوپ قرار داده ایم و با استفاده از روش شبکه هوش مصنوعی با توجه به داده های ورودی که از پرتوی خروجی لیزر با قرار دادن نانولوله های کربنی قبلا بدست آمده، تا حدودی خروجی لیزر را در این حالت در حضور اکسید گرافن برای پالس قفل شده مد پیش بینی کرده ایم.

۲- آزمایش:

در این آزمایش از سه نمونه اکسید گرافن و جامد گرافن که در یک مرحله اکساید شده اند استفاده شد، که با روش رفلاکس بر روی لام های مورد نظر قرار داده میشوند. در این آزمایش مقدار ml ۵۰ اکسید گرافن را درون بالن های ته گرد همراه با مگنت و لام در دما ۴۰ درجه سانتی گراید به مدت ۱۰ ساعت قرار داده ایم تا اکسید گرافن بر روی لام ها قرار گیرد. برای اکسید کردن گرافن، آن را به مدت ۳ ساعت همراه با ml ۵۰ آب اکسیژنه در دستگاه رفلاکس قرار دادیم و سپس برای قرار گرفتن اکسید گرافین بر روی لام ها در رفلاکس قرار داده ایم. در این ازمایش از ۳ نوع ماده استفاده شده است که متشکل از گرافن نقطه کوانتومی ،کربن نقطه کوانتومی و هیبریدی (ترکیبی از ایندو) است. بعضی از نمونه های ساخته شده شامل پلیمر می باشند. این نمونه ها بعد از فرآیند خشک سازی در داخل رزناتور لیزر Nd:YAG برپا شده در محل مناسبی قرار می گیرند.

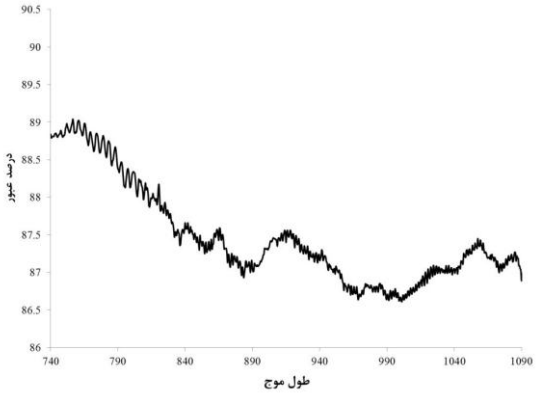
شبکه عصبی هوش مصنوعی

شبکه عصبی هوش مصنوعی تا حدودی مانند سیستم عصبی بدن کار می کند، این شبکه میتواند برای ما خروجی داده ها را برای سیستم های غیر خطی مانند فرآیند قفل شدگی مد پیش بینی کند. برای استفاده از این شبکه باید اول شبکه را با استفاده از ماتریس پردیکشن[4] آموزش داد که این کار با مثال هایی از کار مد نظر، که ورودی و خروجی مشخص دارند امکان پذیر است. که بعد از آموزش برای صحت از کار سیستم، سیستم را تست میکنیم. و در نهایت سیستم برای دادن ورودی جدید آماده است که بتواند خروجی داده های جدید را پیش بینی کرد. در بعضی موارد آموزش شبکه سخت و یا غیر ممکن است ولی اگر بتوان شبکه را آموزش داد جوابهای قابل قبولی بدست خواهیم آورد. در این کار، ورودی های جدید مقدار جذب[5] نمونه های اکسید گرافن در ۱۰٦٤ نانو متر می باشد و انتظار داریم روش شبکه عصبی مصنوعی پرتوی خروجی حاصل از لیزر را از لحاظ خاصیت قفل شدگی مد و میزان آن پیش بینی کند.

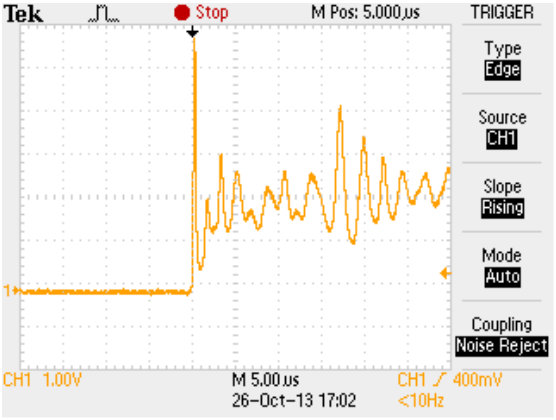
در شکل (۱) نمودار طیف مادون قرمز عبوری یکی از نمونه ها مشاهده می شود، که با توجه به نمودار عبوری، می توان جذب را در طول موج مورد نظر بدست می آوریم. شکل (۲) پالس خروجی در حالت کارکرد آزاد لیزر (بدون اکسید گرافن) را نمایش می دهد، و در شکل (۳) پالس خروجی از لیزر بخاطر حضور یکی از نمونه ها در داخل رزناتور لیزر Nd:YAG نشان داده شده که این اندازه گیری توسط اسیلوسکوپ انجام شده است. با مقایسه شکلهای (۱) و (۲) می توان دریافت که با حضور لایه اکسید گرافن پالس خروجی شکل منظم تری پیدا کرده و انتظار می رود که با داشتن وسیله اندازه گیری مناسبتر مانند اوتوکرولاتور[6] بتوان پالسهای بسیار کوتاه در زیر قله های این شکل پالس خروجی مشاهده کرد.

[1] Mode locking
[2] Semiconductor Saturable Absorber Mirrors (SESAMs)
[3] Q-switching
[4] prediction
[5] absorbance
6 AutoCorrelator

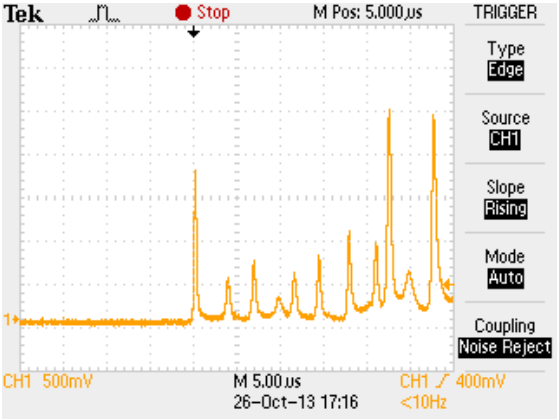
[Downloaded from www.opsi.ir on 2026-11-05]



شکل ۱: نمودار طیف مادون قرمز عبوری



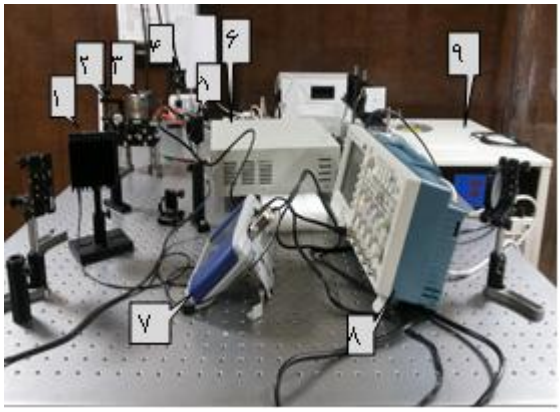
شکل ۲ : خروجی دستگاه لیزر بدون جاذب اشباع پذیر



شکل ۳: خروجی دستگاه لیزر با جاذب اشباع پذیر اکسید گرافن

۳- چیدمان دستگاه لیزر:

در شکل (۴) عکسی از چیدمان لیزر مورد استفاده را نشان می دهد، که شامل اسیلوسکوپ، ژول متر، و سایراعضا به همراه آینه هایی برای تنظیم نور لیزر می باشد. رزناتور لیزر از نوع خطی می باشد، توان آن در حدود ۸۵ میکرو ژول می باشد، و در این لیزر از آینه های تخت استفاده شده است.



شکل ۴: عکسی از چیدمان لیزر

۱:آینه جلو	۲:نگه دارنده	۳:کاواک لیزر
۴:آینه عقب	۵:فتو دیود	۶:درایور لیزر
۷:ژول متر	۸:اسیلوسکوپ	۹:خنک کننده

۴- نتیجه گیری:

در این مقاله، سعی شده که با تهیه نمونه های رسوبی از اکسید گرافن بر روی لام میکروسکوپ و بکارگیری آنها در لیزر پالسی Nd:YAG به بررسی تاثیر حضور این نمونه ها در پالس خروجی لیزر می پردازیم. انتظار می رود نمونه هایی که از لایه رسوبی اکسید گرافن تهیه شده شکل نامنظم در پالسهای خروجی حالت آزاد خروجی لیزر Nd:YAG را متظم کرده و به ساختار قطار پالس قفل شده مد در این لیزر نزدیک کند. تا حدودی این انتظار از اندازه گیری پالس های خروجی لیزر در حضور این نمونه ها برآورده شده که نیاز به تهیه نمونه هایی با کیفیت بیشتر و بکارگیری ابزار مخصوص برای اندازه گیری پالسهای بسیار کوتاه (چند ده پیکو ثانیه) برای میل به این هدف می باشد.

۵- مراجع

[1] U. Keller, D. A. B. Miller, G. D. Boyd, T. H. Chiu, J. F. Ferguson, and M. T. Asom, **Opt. Lett**. 17, 505 (1992).

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

[2] B. Y. Zhang, G. Li, M. Chen, Z. G. Zhang, and Y. G. Wang, **Opt. Lett.** 28, 1829 (2003).
[3] Y. X. Fan, J. L. He, Y. G. Wang, S. L, H. T. Wang, N. B. Ming, and X. Y. Ma, **Appl. Phys. Lett**. 86, 101103 (2005).
[4] L. Sun, L. Zhang, H.J. Yu, L. Guo, J.L. Ma, J. Zhang, W. Hou, X.C. Lin, and J.M. Li, **Laser Phys. Lett**. 7, 711 (2010).
[5] .J. C. Travers, J. Morgenweg, E. D. Obraztsova, A. I. Chernov, E. J. R. Kelleher, and S. V. Popov, **Laser Phys. Lett**. 8, 144 (2011).
[6] E. J. R. Kelleher, J. C. Travers, Z. Sun, A. C. Ferrari, K. M. Golant, S. V. Popov, and J. R. Taylor, **Laser Phys. Lett**. 7, 790 (2010).
[7] Y. W. Song, S. Y. Jang, W. S. Han, and M. K. Bae, **Appl. Phys. Lett**. 96, 051122 (2010).
[8] W. D. Tan, C. Y. Su, R. J. Knize, G. Q. Xie, L. J. Li, and D. Y. Tang, **Appl. Phys. Lett**. 96, 031106 (2010).
[9] H. Zhang, D. Y. Tang, L. M. Zhao, Q. L. Bao, K. P. Loh, B. Lin, and S. C. Tjin, **Laser Phys. Lett.** 7, 591 (2010).

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