

## لیزر گاز کربنیک با جریان محوری سریع گاز با توان اپتیکی ۸۰۰ وات

پازکیان، هدیه<sup>۱</sup>؛ جلوانی، سعید<sup>۱</sup>؛ ملاباشی، محمود<sup>۲</sup>؛ منتظرالقائم، محسن<sup>۱</sup>؛ امین نعیمی، سعید<sup>۱</sup>؛ اسماعیل پور، داود<sup>۱</sup>؛ عطایی امیرنژاد، سعید<sup>۱</sup>

<sup>۱</sup>مرکز تحقیقات و کاربرد لیزر، سازمان انرژی اتمی ایران

<sup>۲</sup>دانشگاه علم و صنعت ایران

### چکیده

در این مقاله به طراحی و عملکرد لیزر گاز کربنیک پیوسته با جریان محوری سریع گاز با توان اپتیکی ۸۰۰ وات با واگرایی ۱٫۵ میلی رادیان اشاره شده است. این لیزر با منبع تغذیه سوییچینگ تحریک شده و دارای بازدهی اپتیکی ۱۷٪ می باشد.

## Performance of 800 Watt fast-axial flow cw CO<sub>2</sub> laser

Pazokian, H<sup>1,2</sup>; Jelvani, S<sup>1</sup>; Mollabashi, M<sup>2</sup>; Montazerolghaem, M<sup>1</sup>; A. Naeimi, S<sup>1</sup>; Esmail pour, D<sup>1</sup>; A. Amirnezad, S<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Laser Research Center, Atomic Energy Organization of Iran

<sup>2</sup>Iran University of science and industry

### Abstract

In this article design features and operational characteristics a high-power axial fast-flow CW CO<sub>2</sub> laser are reported. The system has provided an output power of 800W with a beam divergence of 1.5 mrad and an electro-optic efficiency 17%.

### مقدمه:

سوزنی از جنس تنگستن است که فاصله آنها ۳۰ سانتی متر بوده و تیوپ دیگر دارای کاتد و آندهای سوزنی از جنس تنگستن می باشد که فاصله آنها ۴۷٫۲۵ سانتی متر است. در این لیزر از آینه با پوشش طلا و درصد انعکاس ۹۹٪ و شعاع انحنای ۴ متر برای آینه ی عقب و آینه تخت از جنس ZnSe و درصد انعکاس ۷۰٪ برای آینه جلو استفاده شده است.

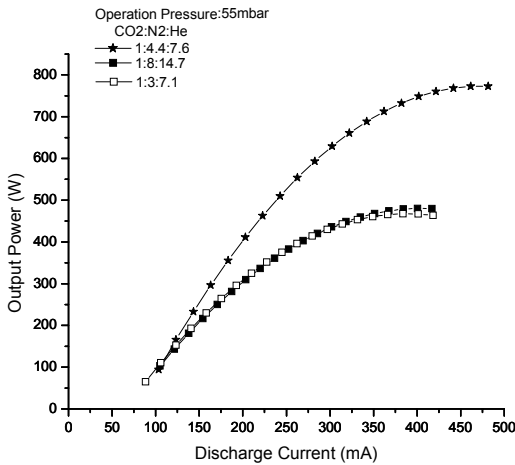
در این طراحی، سیستم چرخش گاز و خلا به ترتیب از پمپ TurboStream با آهنگ جریان متغیر ۲۵۰۰ متر مکعب بر ساعت و پمپ خلا با آهنگ جریان ۲۵ متر مکعب بر ساعت استفاده شده است. [۲]

توسعه لیزرهای گاز کربنیک با جریان محوری سریع گاز با توان هایی در محدوده ۲۰۰ تا ۱۰۰۰ وات به دلیل کاربردهای آن در پردازش مواد به ویژه در صنعت بیشتر مورد توجه قرار گرفته است سادگی طراحی، اقتصادی بودن، کیفیت بالای پرتو، پایداری توان و عملکرد بادوام از عواملی هستند که باعث افزایش روز افزون استفاده از اینگونه لیزرها شده است. [۱]

### چیدمان آزمایش:

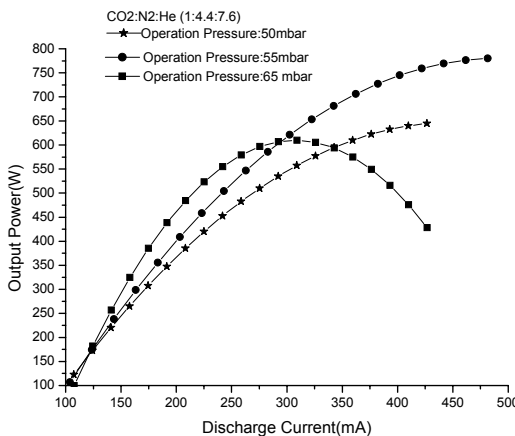
شکل ۱ چیدمان آزمایش رانشان می دهد. در این آزمایش لیزر دارای دو تیوپ تخلیه از جنس پیرکس با قطر ۳ سانتی متر می باشد. یکی از تیوپ ها دارای کاتد استوانه ای از جنس مس و آندهای

سیستم خنک کننده گاز نیز شامل سه مبدل حرارتی یکی در مسیر خروج گاز از تیوپ و دو مبدل با ابعاد کوچکتر در مسیر خروج گاز از پمپ Turbo قرار داده شده اند می باشد



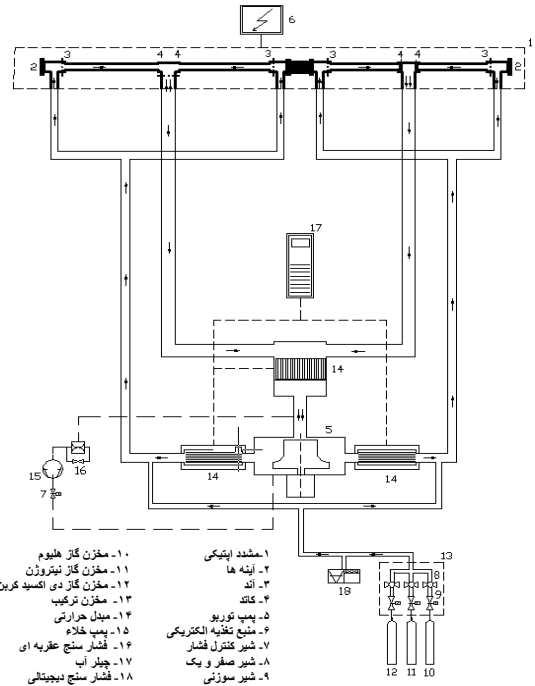
شکل ۲: توان خروجی بر حسب جریان تخلیه برای نسبت های مختلف گاز

خروجی لیزر به ازای فشارهای مختلف مشاهده شد که بهینه فشار برای این مخلوط ۵۵ میلی بار است. شکل ۳.



شکل ۳: توان خروجی بر حسب جریان تخلیه برای فشارهای مختلف

همان طور که مشاهده می شود در جریان های پایین توان لیزر با ازدیاد فشار افزایش می یابد، در صورتیکه در جریان های بالا این روند سیر نزولی دارد و کمترین توان مربوط به بیشترین فشار یعنی ۶۵ میلی بار می باشد، زیرا با افزایش فشار تعداد مولکولها در واحد حجم زیاد شده و در نتیجه توان افزایش می یابد، اما در جریان های بالاتر، افزایش فشار باعث افزایش برخوردهای



شکل ۱: شماتیک لیزر

منبع تغذیه الکتریکی سوئیچینگ با توان ۴۸ کیلووات شامل ۱۶ خروجی که هر خروجی دارای حداکثر جریان ۱۷۵ میلی آمپر است، برای تحریک محیط گاز داخل تیوپ استفاده می شود.

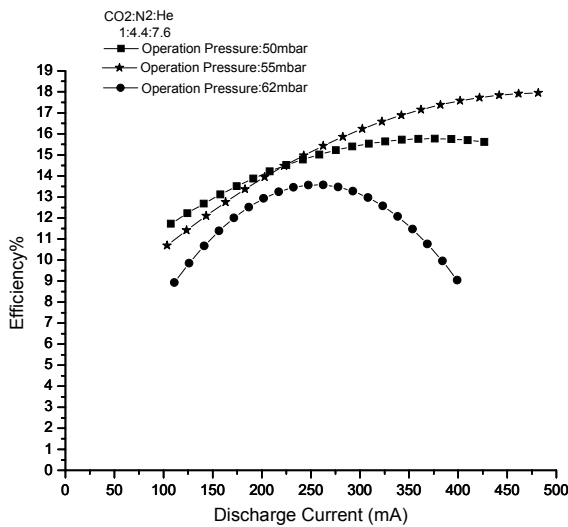
### نتایج آزمایش :

در این آزمایش ابتدا سعی شد نسبت بهینه برای مخلوط  $CO_2:N_2:He$  مشخص شود. با آزمایش های مکرر و اندازه گیری توان خروجی لیزر به ازای نسبت های مختلف، بهینه نسبت برای مخلوط به دست آمد. مشاهده شد که بهترین نسبت برای مخلوط  $CO_2:N_2:He$  (۶ : ۷ : ۱) است که در آن خروجی لیزر به ۸۰۰ وات می رسد. شکل ۲ توان خروجی لیزر بر حسب جریان تخلیه را برای سه نسبت مختلف نشان می دهد.

بعد از تخمین نسبت بهینه،  $CO_2:N_2:He$  (۶ : ۷ : ۱)، آزمایش های مکرر برای یافتن فشار بهینه انجام شد. با اندازه گیری توان

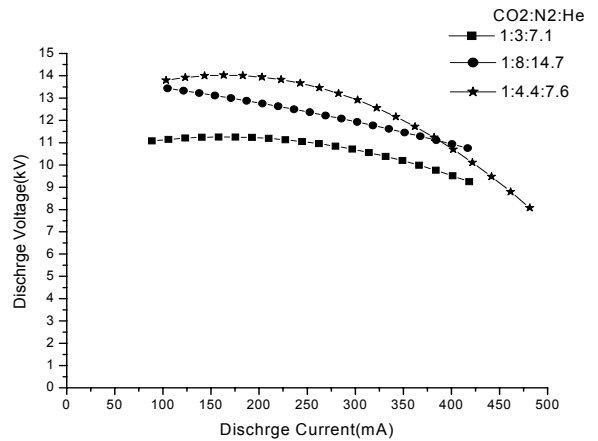
الکترونها،  $V$  ولتاژ تخلیه و  $d$  طول تخلیه است) توضیح داد: یعنی با افزایش فشار گاز تحرک الکترونها کم شده و در چگالی جریان ثابت ولتاژ تخلیه افزایش می یابد.

در نهایت بازده لیزر برای نسبت های مختلف محاسبه و مشاهده شد که بازده سیستم به ازای نسبت و فشار بهینه که در آن توان لیزر به ۸۰۰ وات می رسد حدود ۱۷٪ است. شکل ۶.

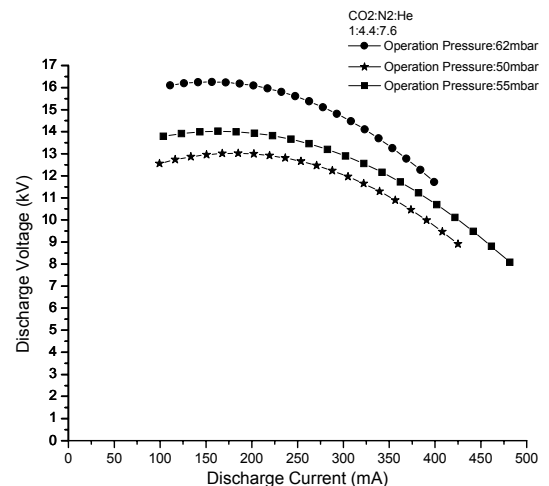


شکل ۶: بازده لیزر برحسب جریان تخلیه در فشار های مختلف

کشسان الکترون با مولکولها شده و در نتیجه بر دمای گاز و به دنبال آن فروافت برخوردی می افزاید [۳].  
 در مرحله بعد ولتاژ تخلیه برحسب جریان برای نسبت های متفاوت و نیز فشار های مختلف اندازه گیری شد.



شکل ۴: ولتاژ تخلیه برحسب جریان تخلیه برای نسبت های مختلف



شکل ۵: ولتاژ تخلیه برحسب جریان تخلیه در فشار های

از شکل های ۴ و ۵ همانگونه که مشاهده می شود ولتاژ تخلیه با افزایش جریان کاهش می یابد. دلیل این امر می توان چنین بیان کرد که با افزایش جریان تعداد مولکولهای گازیونیزه شده ازدیاد یافته و باعث افزایش رسانایی محیط شده و در نتیجه با افزایش جریان، مقاومت و ولتاژ مورد نیاز کاهش می یابد.

همچنین مشاهده می شود که با افزایش فشار و ولتاژ تخلیه افزایش می یابد یکی از دلایل این امر می توان از روی رابطه  $J = n_e e b_e V / d$  (که در آن  $n_e$  چگالی الکترونها،  $b_e$  تحرک

## مرجع ها

- [۱]-W.J.Witteman, "The CO<sub>2</sub> laser"; "Springer series in optical science; Volume 53;  
 [۲]-جلوانی، سعید؛ امین نعیمی، سعید؛ دهقان، غلامحسین؛ منتظرالقائم، محسن؛ اسماعیل پور، داود؛ ((طراحی و ساخت لیزر گاز کربنیک با جریان محوری سریع گاز))؛ سازمان انرژی اتمی ایران.  
 [3]-S.Jelvani ; S.A.Naeimi ; G.H.Deaghan ; M. Montazerolghaem ; D.Esmaeil pour "Effect of anode number on the operating parameters of a fast- axial flow CO<sub>2</sub> laser." to be published "Optical Engineering " (accepted).