NRC
Nanoptronics Research Center
IUST
بسم الله الرحمن الرحیم

سمینار درس الکترونیک نوری

استاد : دکتر شهرام محمد نژاد

دی ماه ۱۳۹۵

موضوع سمینار:

تاثیر شرایط جوی بر پارامتر های مختلف پرتوی لیزری

در این سمینار به بررسی

- اشوب جوی
- تاثیر اتمسفر بر اشعه ی لیزر
  تاثیر اتمسفر بر شدت تابش
  تاثیر اتمفسر بر واگرایی
  تاثیر اتمسفر بر طول همدوسی
  تاثیر اتمسفر بر قطر پرتو لیزری
- رابطه ی فاصله از منبع با شخصات لیزر
- جمع بندی

اشوب جوی

اغتشاشات جوی ناشی از تغییرات دمایی ،رطوبتی و چگالی ذرات موجود در اتمسفر منجر به تغییر در ضریب شکست اتمسفر می شود .

اشوب جوی $\Leftrightarrow$ **ثابت ساختار ضریب شکست** C_n

$$C_n = \left[79 * 10^{-6} \frac{P}{T^2} \right] C_T$$

اشوب قوی $C_n \approx 10^{-5}$

اشوب متوسط $C_n \approx 10^{-6}$

اشوب ضعیف $C_n \approx 10^{-7}$

P **اختلاف فشار**

r فاصله دو نقطه از یکدیگر

T **اختلاف دمای دو نقطه**

C_T **کمیت ساختاری دما**

تاثیر اتمسفر بر اشعه ی لیزر:

- **شدت تابش:**

تاثیر جذب و پراکندگی بوسیله مولکول ها و ذرات ائرسول موجود در اتمسفر که منجر به تضعیف سیگنال می شوند .

- **تغییر در ضریب شکست اتمسفر:**

اغتشاشات جوی ناشی از تغییرات دمایی ، رطوبتی و چگالی ذرات موجود در اتمسفر منجر به تغییر ضریب شکست اتمسفر می شود . در مورد اثرات این دسته لازم است که بسط پرتی لیزری ، اعوجاج در ان ، نوسانات زاویه ی تهدید و نوسانات شدت پرتوی لیزری را در نظر بگیریم .

ضریب شفافیت اتمسفر

$$T_A(\lambda) = \exp(-(\alpha A + \alpha D)R)$$

α_A : ضریب جذب α_D : ضریب پراکندگی R= فاصله منبع لیزری تا گیرنده

به طور کلی شرایط جوی تاثیراتی بر روی طول همدوسی ، واگرایی پرتوی لیزر ، قطر لکه و....خواهد داشت .

تاثیر شرایط اتمسفری بر روی ضریب کیفیت لیزر

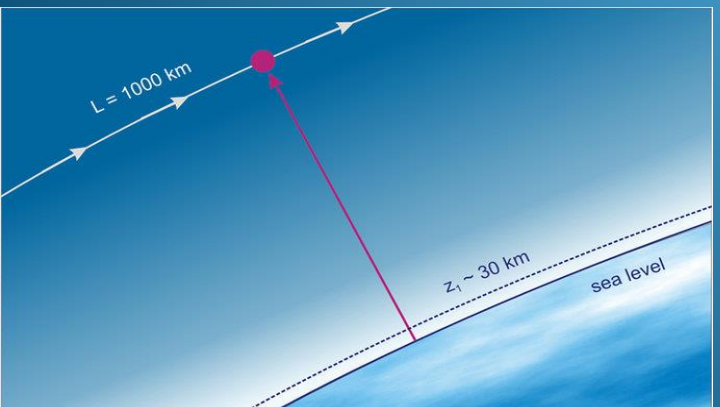
$M = 1$ پرتوی گاوسی

$M^2 > 1$ سایر

ضریب کیفیت $\Longleftrightarrow$ تمرکز و وضوح تصویر

بررسی عبور یک پرتوی لیزری با توزیع فضایی گاوسی از محیط اشوبی با Cn متفاوت و محاسبه ی میدان وابسته به پرتوی لیزری $\Psi(x)$

- تاثیر وضعیت های اشوبی متفاوت بر تابع توزیع شدت پرتو
- تاثیر فاصله از منبع بر توزیع شدت و کیفیت پرتوی لیزری



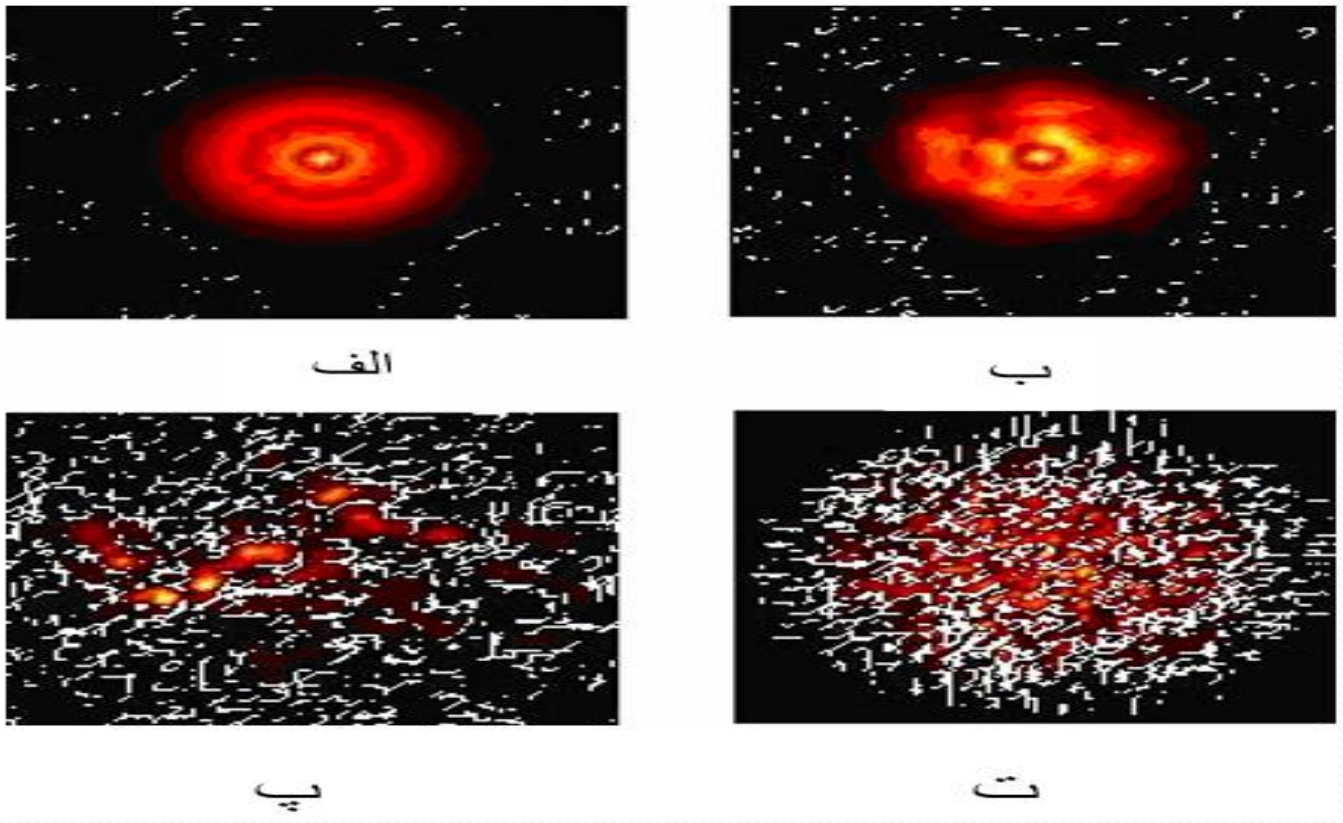
مشخصات اولیه ی پرتو :

شعاع پرتو = 5cm

فاصله z=1000 m

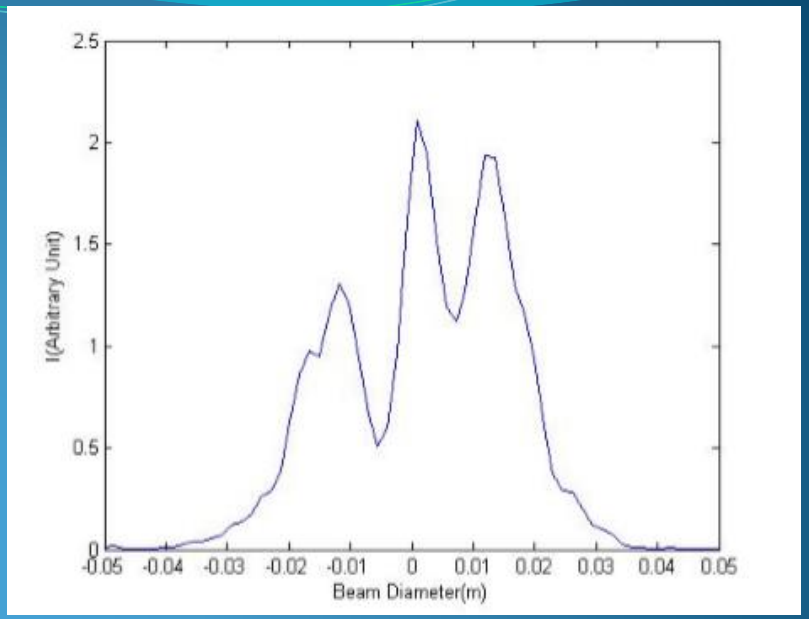
$\lambda = 800nm$

تاثیر شدت های اشوبی متفاوت بر تابع توزیع شدت پرتو

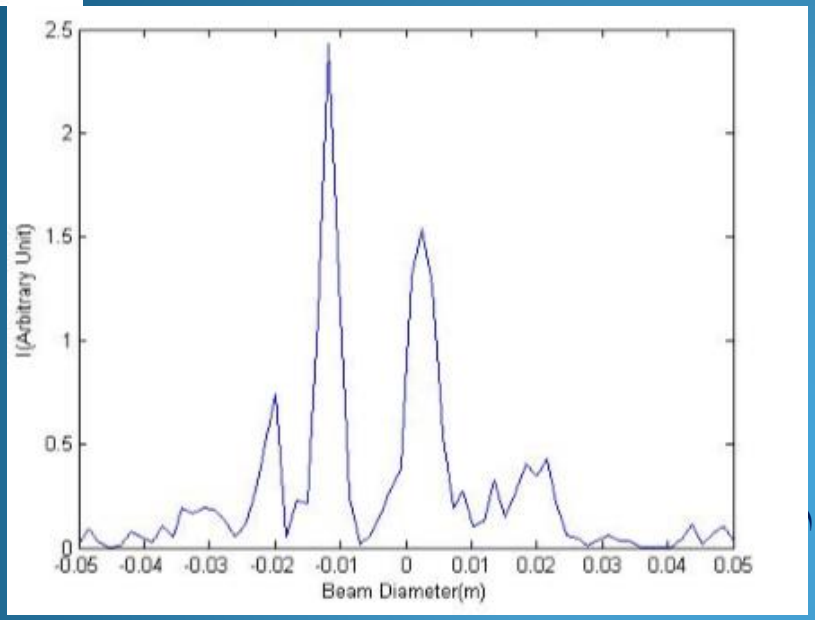


شکل ۱ . الف) توزیع شدت پرتو لیزر اولیه با مشخصات ذکر شده در متن . (ب) توزیع شدت پرتو پس از عبور از جو با شرایط اشوبی ضعیف ($C_n^2=10^{-14}$) به فاصله ی z=1000m.(پ) توزیع شدت پرتو پس از عبور از جو در شرایط اشوبی متوسط ($C_n^2=10^{-12}$) به فاصله ی z=1000m . (ت) توزیع شدت پرتو پس از عبور از جو در شرایط اشوبی قوی ($C_n^2=10^{-10}$) در فاصله ی z=1000m.

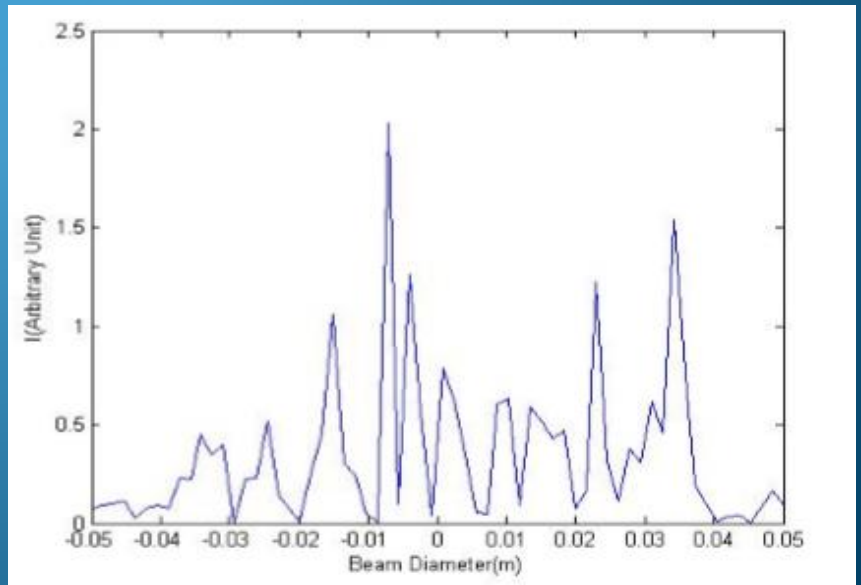
بررسی سطح مقطع توزیع های شدت پرتو پس از عبور از شرایط اشوبی .



شکـل ۲ .الف) سطح مقطع توزیع شدت پرتو لیزر (مربوط به شکل
پس از عبور از جو در شرایط اشوبی ضعیف Cn= 10-14

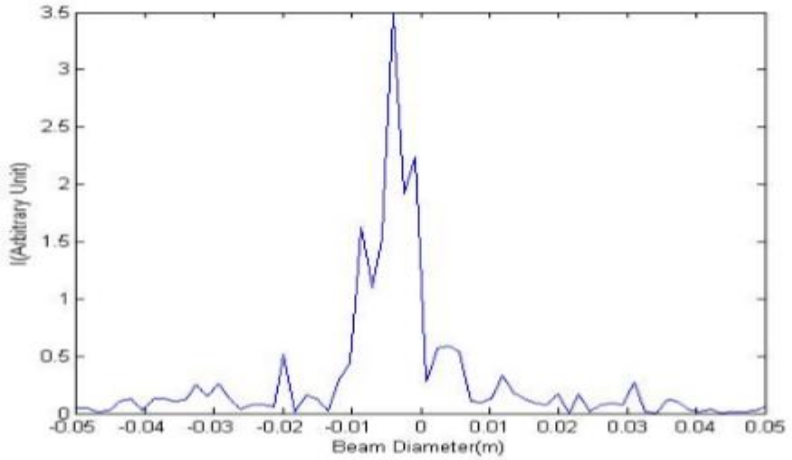


شکل۲ ب)سطح قطع توزیع شدت پرتوی لیزر (مربوط به شکل ۱)
پس از عبور از جو در شرایط اشوبی متوسط Cn2=10-12

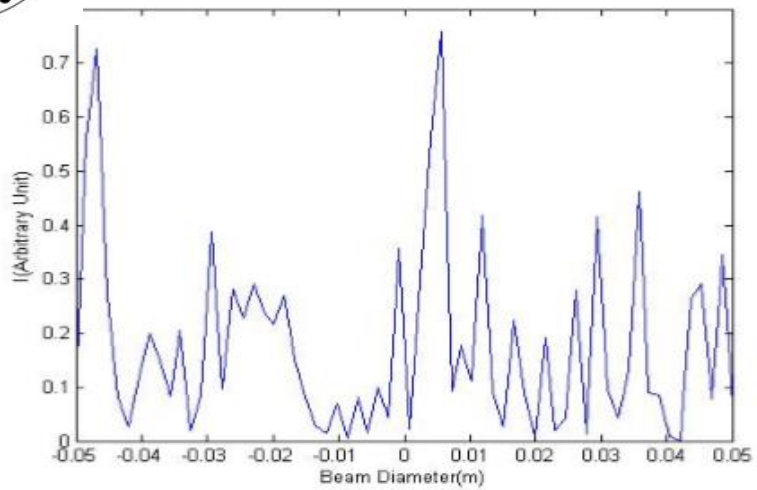


شکل ۲ .(پ)سطح مقطع توزیع شدت پرتوی لیزر (مربوط به شکل ۱)
پس از عبور از جو در شرایط اشوبی قوی Cn2=10-10

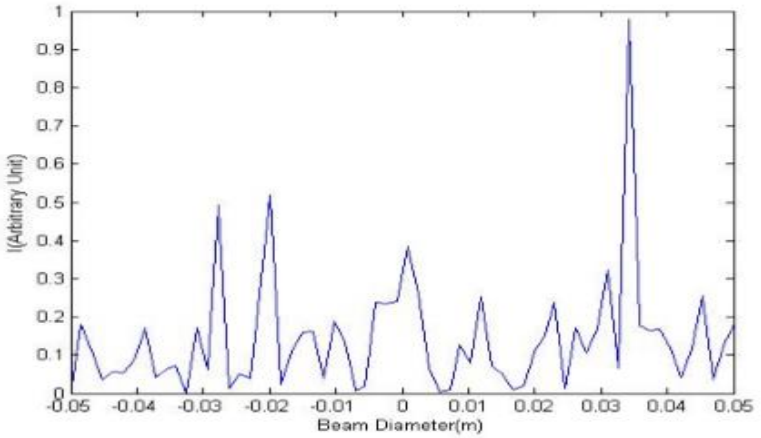
تاثیر فاصله بر توزیع شدت و کیفیت پرتوی لیزر



شکل۳ الف.سطح مقطع توزیع شدت پرتوی لیزر پس از عبور از شرایط اشوبی متوسط و به فاصله ی 500 متر .

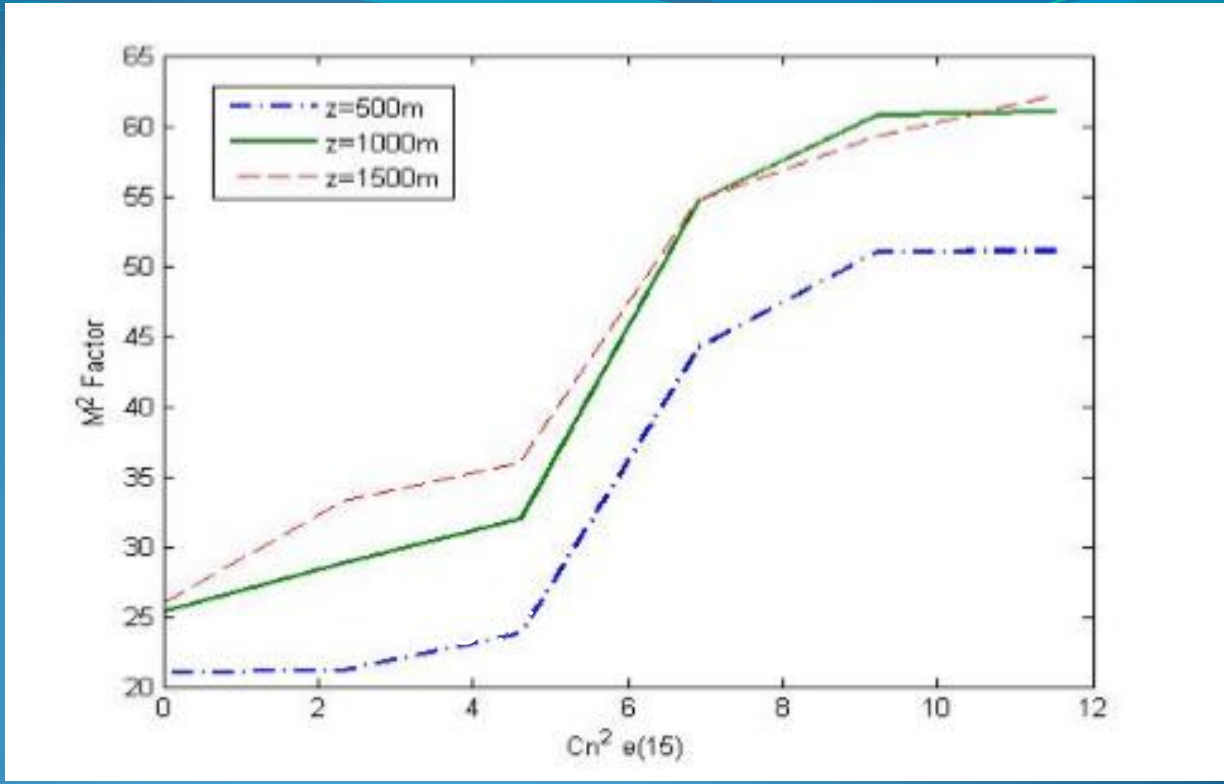


ب)سطح مقطع توزیع شدت پرتوی لیزر پس از عبور از شرایط اشوبی متوسط و به فاصله ی ۱۰۰۰ متر



پ) سطح مقطع توزیع شدت پرتوی لیزری پس از عبور از شرایط اشوبی متوسط و به فاصله ی ۱۵۰۰ متر

شکل ۳ سطح قطع توزیع شدت یک پرتوی لیزر به مشخصات طول موج 800nm و r = 5 cm پس از عبور از جو در شرایط اشوبی متوسط Cn=10-12 و در سه فاصله ی متفاوت نشان داده می شود .



شکل ۴ . ضریب کیفیت پرتوی لیزر بر حسب فاصله و در سه فاصله ی متفاوت

افزایش فاصله از منبع ⟸ اشفتگی بیشتر در توزیع شدت پرتو ⟸ پهن شدگی بیشتر پرتوی لیزر ⟸ پرتوی لیزر دارای کیفیت پایین تر

تاثیر اتمسفر بر طول همدوسی

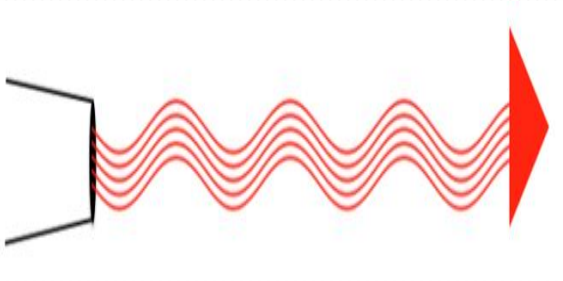
طول همدوسی

$$ro = (0.54 C_n^2 K^2 R)^{-3/5}$$

عدد موج

$$K = \frac{2\pi}{\lambda}$$

R=فاصله تا منبع لیزری



طول همدوسی یک موج نشان دهنده ی حداقل فاصله بین دو پرتو در یک تابش لیزری است که به علت عبور از اتمسفر ناهمگن با ضرایب شکست مختلف ، همچنان نسبت بهم نا هم بسته باقی بمانند.

اغتشاشات جوی منجر به نوسانات طولی و عرضی در فاز پرتوی لیزر شده و همدوسی فضایی و زمانی پرتو را کاهش می دهد .

طول همدوسی یک موج اپتیکی با افزایش فاصله ی طی شده و قوی تر شدن اغتشاشات جوی ، به شدت کاهش پیدا میکند . همچنین افزایش در طول موج لیزر مورد استفاده منجر به افزایش طول همدوسی خواهد شد . در نتیجه شاهد کاهش همگرایی و شاهد بروز اعوجاج اساسی در پرتوی لیزری خواهیم بود .

واگرایی و قطر پرتوی لیزر

$$\theta a = \frac{\lambda}{ro}$$

$$d = \sqrt{a^2 + (\theta + \theta \mathrm{a})^2 R^2}$$

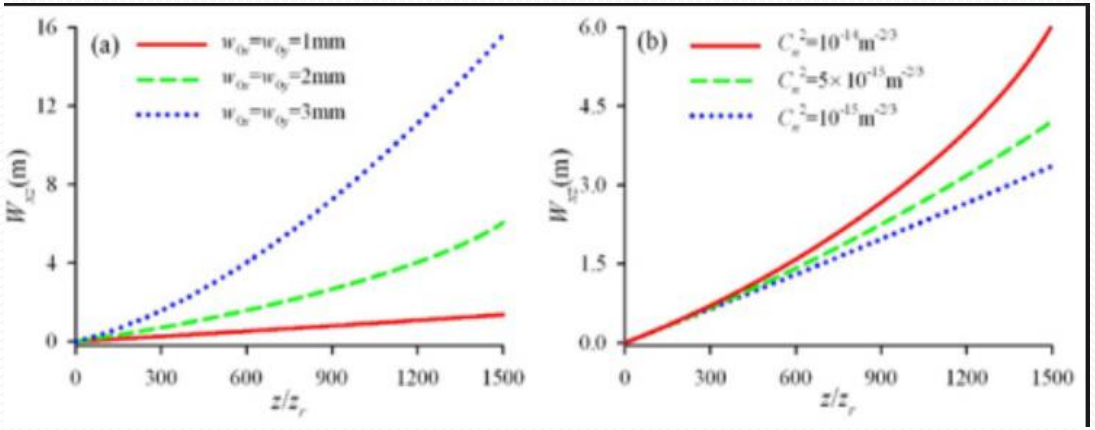
θa واگرایی ناشی از اتمسفر اشفته

ro طول همدوسی پرتو

λ طول موج پرتو

R فاصله از منبع لیزری

بررسی وابستگی قطر پرتوی لیزری نسبت به فاصله از منبع لیزری برای طول همدوسی های مختلف در اغتشاشات جوی نشان می دهد که با کاهش طول همدوسی (بدتر شدن اغتشاشات جوی) ، قطر پرتوی لیزری افزایش می یابد . در اغتشاشات ضعیف ، قطر پرتوی لیزری ایجاد شده تنها ناشی از واگرایی خود پرتو می باشد ، در حالی که در اغتشاشات قوی ، واگرایی پرتو از اتسفر اشفته نیز خواهد بود



جمع بندی

اغتشاشات جوی منجر به ایجاد نوسانات طولی و عرضی در پرتوی لیزری شده و همدوسی زمانی و فضایی پرتو را کاهش می دهد و در نتیجه کارایی سیستم لیزری افت خواهد نمود .

فهرست منابع :

[1] K. S. Shaik ; "Atmospheric Propagation Effects Relevant to Optical Communications" ; TDA Progress Report ;

[2] Xiaoming Zhu and M. Kahn ;"Free-Space Optical Communication Through Atmospheric Turbulence Channels"; IEEE Transacations on Communications ;Vol. 50 ; No. 8.(August 2002)

[3]L.C.Andrews , M.A.Al-Habash ,C.Y.Hopen and R.I.Phillips; " Theory of Optical Scintillation : Gaussian – beam Wave Model" ; Wave Random Media 11" ; (2001).271-291

با تشکر از توجه شما