بسم اللہ الرحمن الرحیم

دانشکده مهندسی برق

بررسی روش ها و تکنیک های تشخیص خارج از محور (off-axis) پرتو لیزری در شرایط جوی مختلف

سمینار درس: الکترونیک نوری

استاد:

جناب آقای دکتر محمدنژاد

- مقدمه
- تهدیدات لیزری
- هشدار دهنده لیزری
- پرتوهای بازتابی
- آیروسل ها و پراکندگی
- پرتوهای off-axis
- جمع بندی

تهدیدات لیزری

- لیزر امواج الکترومغناطیس هم فاز، هم فرکانس و هم جهتی است که به صورت یک دسته اشعه موازی ، از جنس نور تک رنگ است.
- اولین کاربرد لیزر برای نابودی سیستم اپتیکی دشمن و خیره کردن چشمان خلبانان و هدف گیری سلاح های از دور هدایت شونده بود.

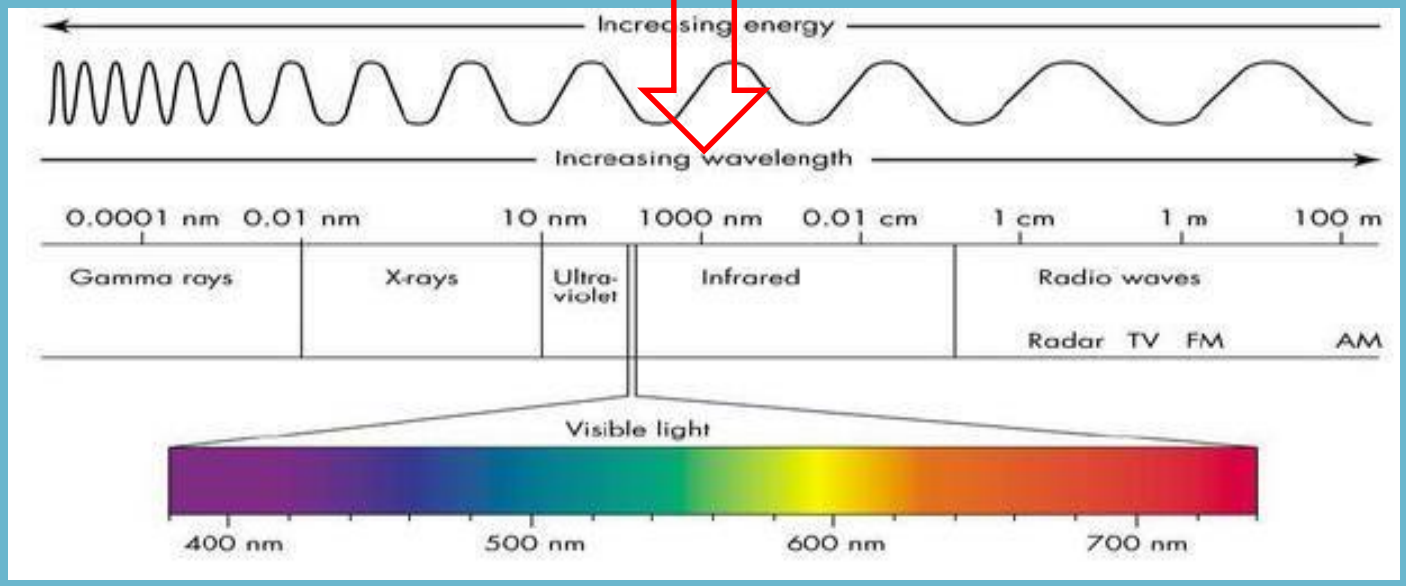
سلاح از دور هدایت شونده

مقدمه

تاریخچه

طول موج مادون قرمز نزدیک

محدوده طول موج NIR: 7. µm تا 3µm



طیف امواج الکترومغناطیس

انواع تهدیدات

پرتو لیزر بسیار باریک، شدید و دارای طیف محدود است و به همین دلیل منجر به ایجاد سلاح هایی شده که در آن از این فن آوری استفاده می شود.

انواع سلاح های لیزری

- علامت گذار لیزری (LTD)
- سوار بیم(پرتو) لیزری (LBR)
- فاصله یاب لیزری (LRF)
- سلاح هدایت شونده لیزری(LGW)

تهدیدات لیزری

تهدیدات لیزری

تهدیدات لیزری

علامت گذار لیزری(LTD):
لیزر پالسی با توان بالا،
هدف از قبل روشن شده وموشک به سمت هدف جهت گیری می کند.

علامت گذار لیزری

فاصله یاب لیزری

سلاح هدایت شونده لیزری(LGW):
لیزر پالسی با توان بالا،
سلاح با پالس زدن به سمت هدف، مسیرش را تعیین می کند.

فاصله یاب لیزری (LRF): لیزر پالسی با توان بالا، تعیین فاصله

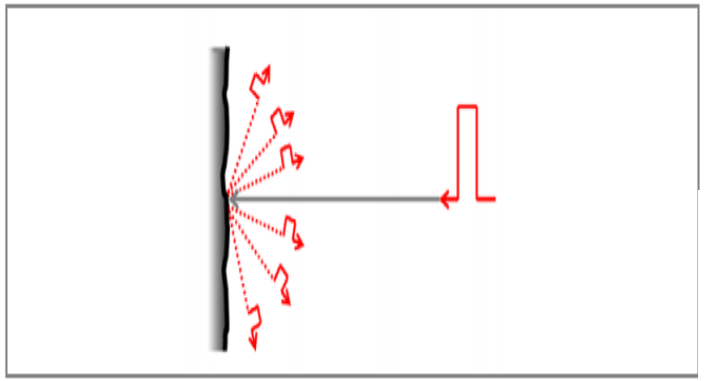
سلاح هدایت شونده لیزری

سوار بیم لیزری (LBR): لیزر پیوسته با توان پایین، ازعقب هدایت موشک را انجام می دهد (موشک روی لیزر سوار شده است)

هشداردهنده لیزری

هشدار دهنده لیزری

گسترش سلاح های لیزری موجب شده که از گیرنده لیزری هشداردهنده LWR (laser warning receivers) برای مقابله با تهدیدات لیزری استفاده می شوند.



پراکندگی یک پالس با برخورد به مانع

هشداردهنده لیزری

از قابلیت های یک سیستم هشدار دهنده لیزری

تشخیص پرتوهای منعکس شده از پلتفرم ها و سطوح مختلف

لیزرهای Off- Axis و On-Axis

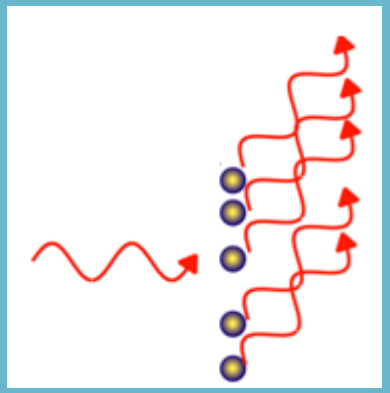
انواع پرتوهای بازتاب شده از لیزر

- لیزرهای On- Axis:
- لیزرهای Off- Axis:

پرتوهای بازتابی

لیزرهای On- Axis: لیزر ارسال شده از منبع مستقیما به هدف برخورد می کند.

لیزرهای Off- Axis: لیزر ارسال شده از منبع به صورت تصادفی بعد از برخورد به ذرات موجود در هوا با تغییر زاویه پراکنده می شوند.

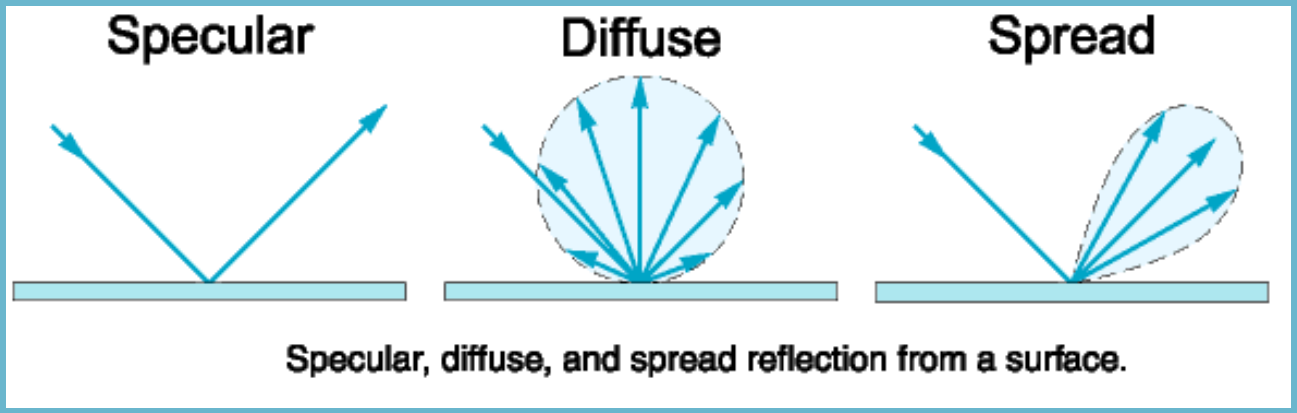


نحوه پراکندگی در Off-axis

بررسی بازتاب از سطوح و پلتفرم مختلف

به طور کلی بازتاب از سطوح مختلف به سه صورت انجام می گیرد:

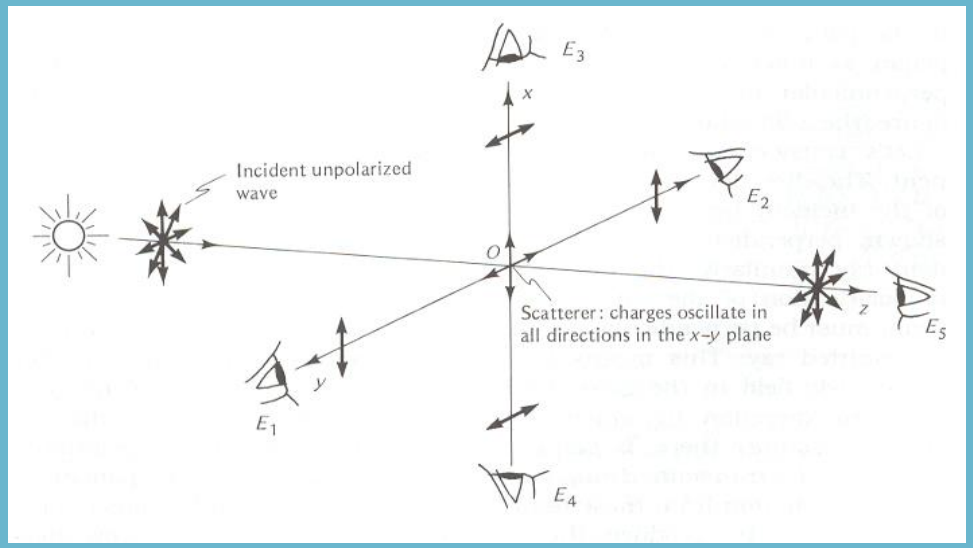
- جزء آینه ای
- جزء انتشاری از همه جهات
- جزء انتشاری از برخی جهات



پرتوهای بازتابی

انواع بازتاب از سطوح مختلف

انواع آیروسل های موثر در پراکندگی



پراکندگی از زاویه دید مختلف

آیروسل چیست؟
ذرات بسیار ریزی که در هوا پخش شده اند را آیروسل می گویند. مثلا ذرات گرد و غبار، بخارآب، مولکول ازون O_3، کربن دی اکسید

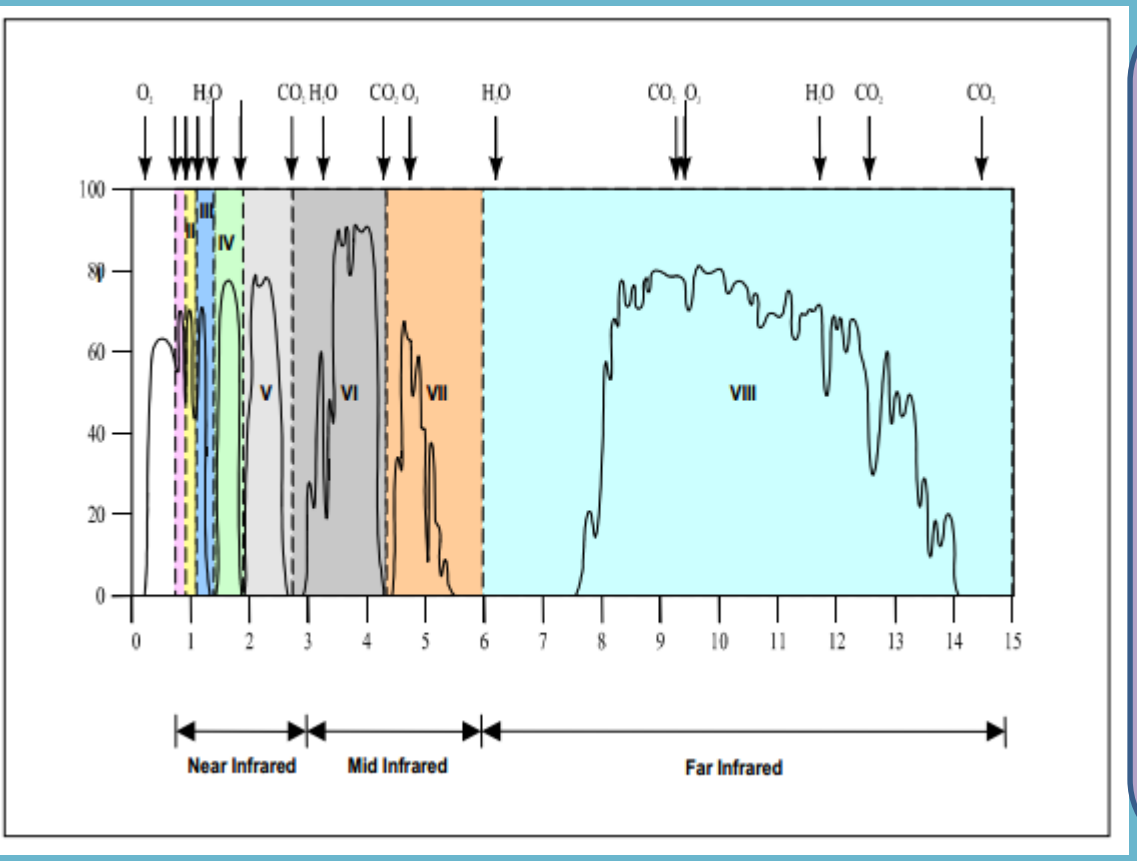
آیروسل ها

چه آیروسل هایی پراکندگی در نور لیزر ایجاد می کنند؟

بخار آب H_2O

کربن دی اکسید Co_2

انواع آیروسل های موثر در پراکندگی

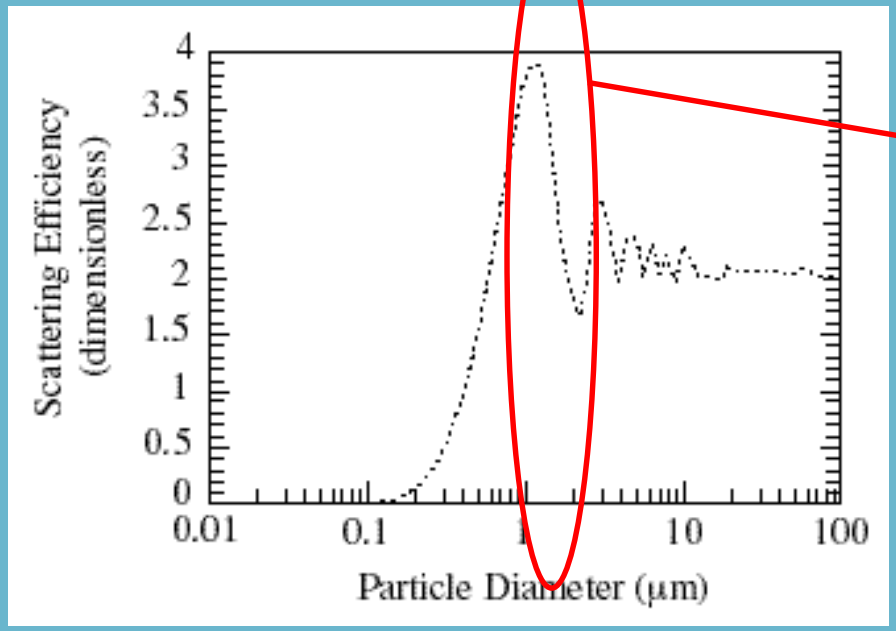


ضریب بازتاب بر حسب طول موج لیزر

در شکل مقابل در محدوده مادون قرمز نزدیک ضریب بازتاب برای ذرات آب و کربن دی اکسید مقدار قابل توجهی است.

آیروسل ها

شعاع آیروسل ها



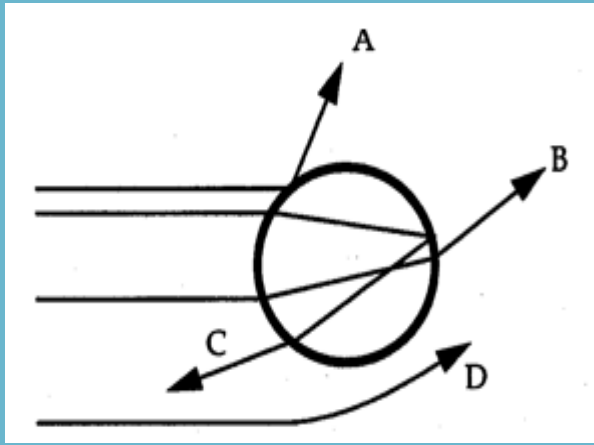
راندمان پراکندگی بر حسب شعاع آیروسل ها
برای نور سبز با $\lambda=.5\ \mu m$

آیروسل ها

نشان دهنده ی ذراتی است که بازدهی بالاتری دارند طول عمر آنها بیشتر است و تقریبا شعاع ذرات در محدوده 1-1 μm است.

پراکندگی ها در برخورد به آیروسل ها

- پروسه بازتاب(Reflection) — A
- پروسه شکست(Refraction) — B
- پروسه شکست و بازتاب داخلی — C
- پروسه خمش (Diffraction) — D



انواع پراکندگی در برخورد به یک آیروسل

پراکندگی

پراکندگی کشسان

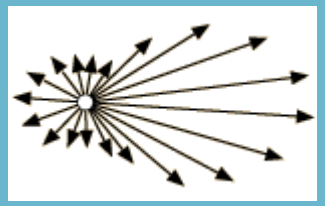
$$x = \frac{2\pi r}{\lambda}$$

پراکندگی ها به چندین دسته تقسیم می شوند:

پراکندگی کشسان و پراکندگی ناکشسان و پراکندگی شبه کشسان

پراکندگی

پراکندگی کشسان: طول موج نور پراکنده برابر طول موج نور تابشی است که این دسته شامل دو پراکندگی Mie و Rayleigh می شود.

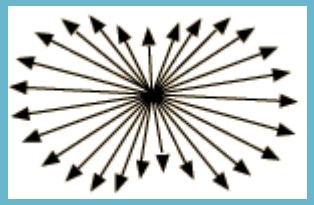


Mie

پارامتری به نام x برای تعیین نوع پراکندگی تعریف می شود:

r : شعاع آیروسل کروی

λ : طول موج لیزر



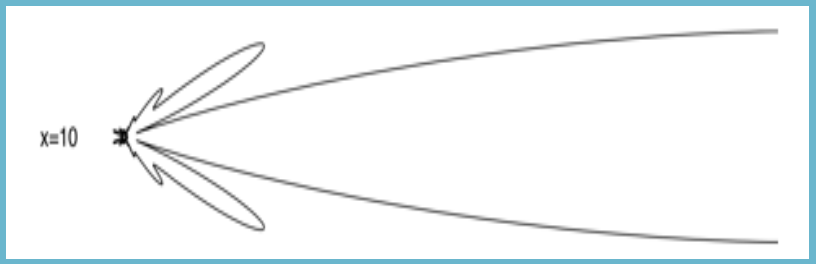
Rayleigh

اگر x ~1 ⟸ پراکندگی Mie

مثلا ذرات بخار آب به شکل کروی در هوا وجود دارند.

اگر x<<1 ⟸ پراکندگی Rayleigh

توزیع پراکندگی

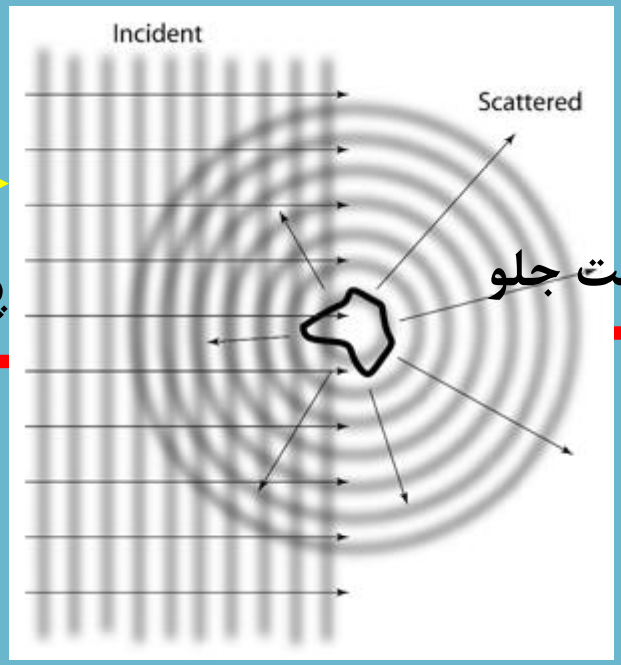


پراکندگی به سمت جلو

پراکندگی

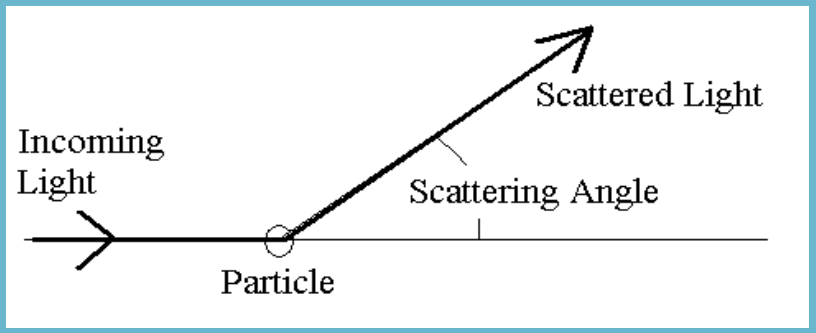
جهت تابش نور

پراکندگی به سمت عقب



پراکندگی به سمت جلو

هندسه پراکندگی

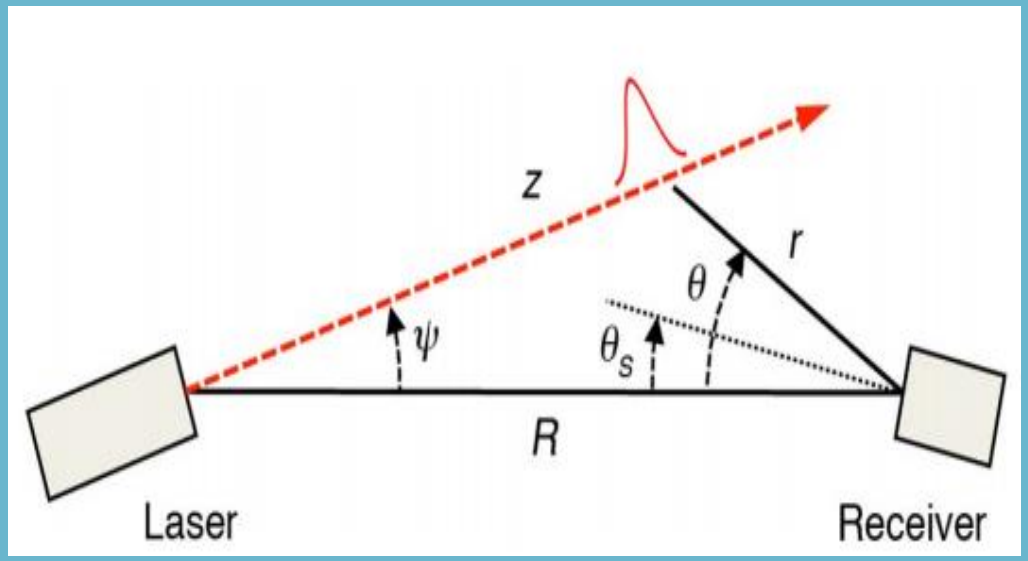


شماتیک برخورد لیزر به ذرات

مدلی برای پرتو off-axis

پرتو
off
axis

- گیرنده و منبع لیزر در فاصله R از هم قرار گرفته اند.
- پرتو لیزر به اندازه زاویه ψ از خط R فاصله گرفته است.
- گیرنده این لیزر را با زاویه θ در فاصله r از محلی که در جو پراکنده شده دریافت می کند.
- θ_s زاویه بین لیزر اصلی با گیرنده است.



طول موج و عرض پالس منبع لیزر

λ= 1.06μm

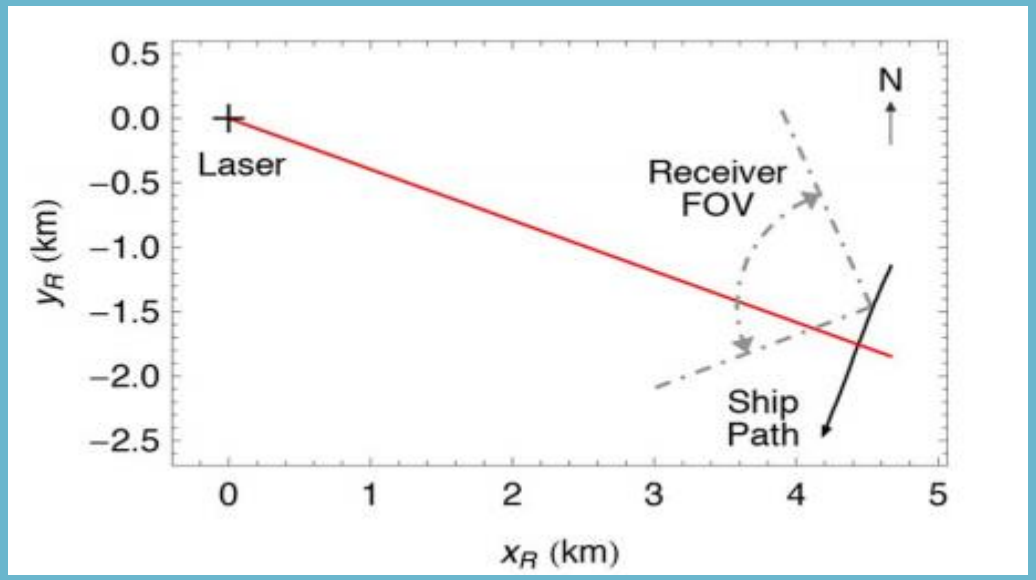
T=20ns

هندسه پراکندگی لیزر و جمع کردن آن توسط گیرنده

مدلی برای پرتو off-axis

پرتو
off
axis

- مسیر گیرنده تقریبا با ساحل موازی و عمود بر پرتو در امتداد لیزر است.
- شماتیک میدان دید (FOV) در یک نقطه از مسیر در شکل زیر نشان داده شده است.



شماتیک میدان دید گیرنده نسبت به منبع لیزر

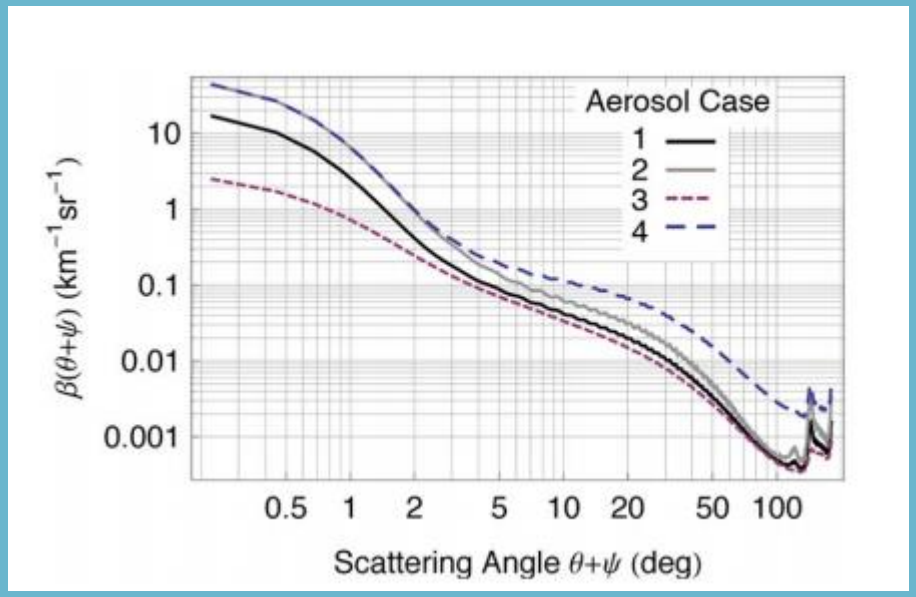
طول موج منبع لیزر با طول موج گیرنده برابر است.

پراکندگی از نوع Mie است

مدلی برای پرتو off-axis

Aerosol Case	Wind Speed w (m/s)	amp	Height h (m)	b (km^{-1})	a (km^{-1})
1	2	3	2	0.0474	0.00023
2	8	3	2	0.0828	0.00058
3	8	3	300	0.0316	0.00006
4	8	8	2	0.1563	0.00219

پارامترهای محیطی برای چهار نوع آیروسل



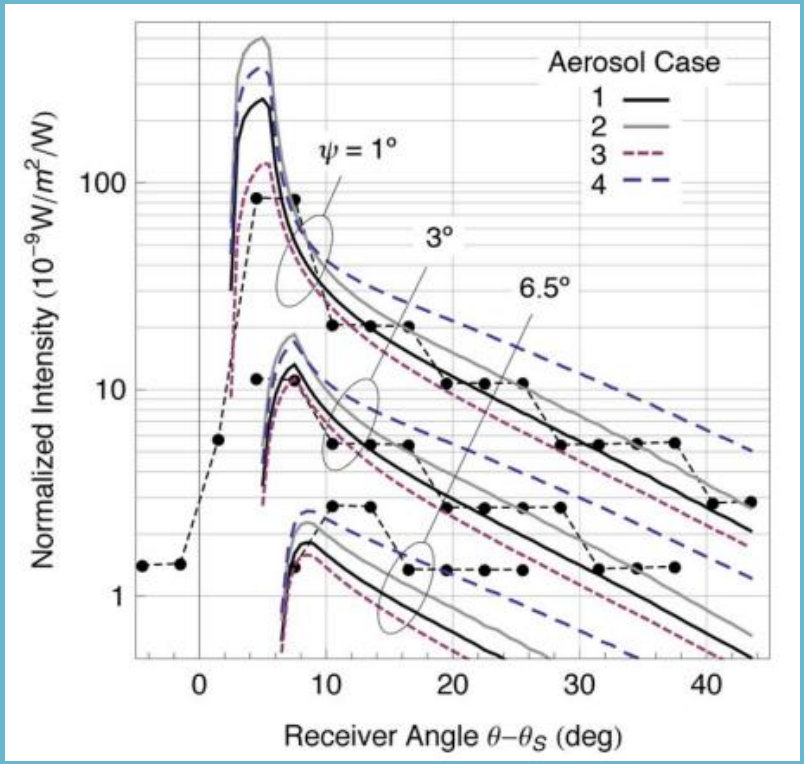
زاویه پراکندگی نسبت به مسیر برابر $\theta + \psi$ است.

- سرعت باد ω
- دما T
- ارتفاع از سطح دریا h
- ضریب پراکندگی b
- ضریب جذب کل a
- پارامتر هوا جرم (amp) به منظور بیان نفوذ ساحلی نسبی (از ۰ تا ۱۰)
- S_{ij} عناصر ماتریس مولر
- β تابع حجم پراکندگی

$$\beta = \left(\frac{\lambda}{2\pi}\right)^2 (S_{11} - S_{12})$$

مدلی برای پرتو off-axis

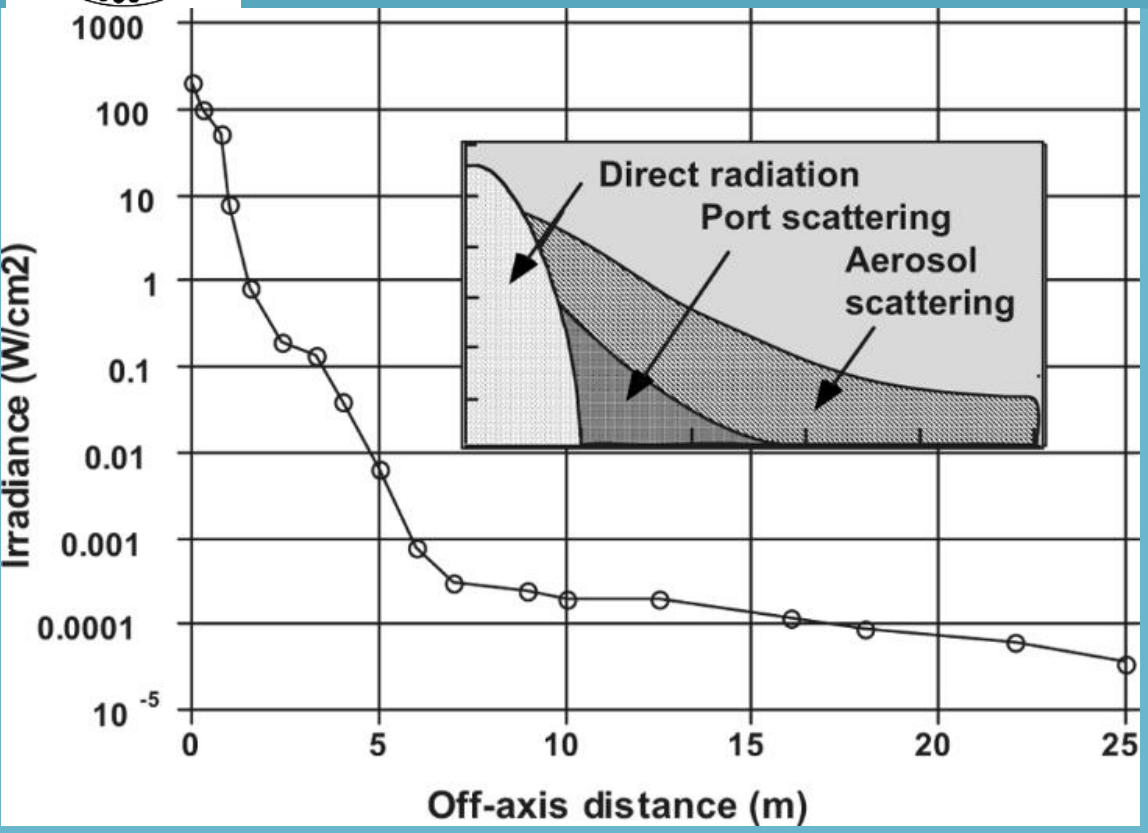
پرتو
off
axis



شدت نرمالیزه بر حسب زاویه گیرنده

- در این شکل زاویه پرتو در محدود ه ψ از -6.5° تا +6.5° فرض شده است.
- با افزایش زاویه $\theta - \theta_s$ شدت به صورت نمایی کاهش می یابد.
- پراکندگی پرتو لیزر عمدتا در جهت رو به جلو بود و شدت گیرنده به زاویه پرتو نسبت به خط مبنا بین منبع و گیرنده بستگی دارد.

مدلی برای پرتو off-axis



نمونه لیزر نظامی خارج از محور با $\lambda = 1.06\mu m$

- بیشتر توان در تابش مستقیم است.
- غالب شدن پورت یا آیروسل وابسته به نوع لیزر، طول موج و اتمسفر وابسته است.
- در نزدیکی $1\mu m$ پراکندگی پورت کمتر از پراکندگی آیروسل است.

جمع بندی

۱
- به لیزرهایی که با برخورد به ذرات موجود در هوا با تغییر زاویه پراکنده شده off-axis گفته می شود.

۲
- در محدوده طول موج NIR آیروسل های موثر در پراکندگی H_2O و CO_2 هستند.

۳
- اگر طول موج منبع لیزر و لیزر پراکنده شده برابر و آیروسل کروی باشد پراکندگی از نوع Mie است.

۴
- غالب شدن پراکندگی پورت یا آیروسل وابسته به نوع لیزر، طول موج و اتمسفر وابسته است.

۵
- با افزایش زاویه پراکندگی، $\theta - \theta_s$ شدت به صورت نمایی کاهش می یابد.

با سپاس از
حسن توجه شما