

رسالة محمد

دانشگاه یزد

دانشکده فیزیک

پایان نامه

برای دریافت درجه کارشناسی ارشد

فیزیک اتمی و مولکولی

انتشار جفت سالیتون‌های فتوولتاییک در مواد نورشکستی دوفوتونی تحت شرایط مدار باز

استاد راهنما: دکتر محسن حاتمی

استاد مشاور: دکتر محمدکاظم توسلی

پژوهش و نگارش: لیلا صدرالساداتی

اسفند ۱۳۸۸

تقدیم به :

پدر و مادرم

که همواره شمع وجودشان چراغ هدایتی در
مسیر پرتلاطم زندگی است.

همسرم

که در تمام این مدت صبورانه مرا همراهی
نمود.

تشکر و قدردانی :

با تقدیم احترام و تقدیر فراوان از استاد
محترم راهنما جناب آقای دکتر محسن حاتمى و
استاد محترم مشاور جناب آقای دکتر محمدکاظم
توسلى به جهت راهنمایی و تلاشی که به
منظور به ثمر رساندن این اثر مبذول
داشتند.

چکیده:

مطالعه پدیده‌های غیرخطی در مواد نورشکستی سابقه‌ای طولانی دارد. ویژگی‌های غیرخطی مواد نورشکستی باعث تشکیل سالیتون‌های فضایی در موجبرهای کریستال‌های نورشکستی می‌شود. از میان انواع سالیتون‌های فضایی نورشکستی، ما سالیتون‌های نورشکستی فوتوولتائیک را انتخاب و انتشار آن‌ها را در این مواد تحت مدل دوفوتونی بررسی کرده‌ایم. در این پایان‌نامه ابتدا مبانی انتشار موج را در موجبرهای مختلف تخت و استوانه‌ای بدون در نظر گرفتن اثر غیرخطی مورد بررسی قرار داده‌ایم و سپس اثر الکترواپتیکی خطی را در مواد ناهمسانگرد بیان و در پی آن اثر نورشکستی را در این مواد بررسی کردیم. در ادامه گذر کوتاهی نیز بر معادلات حاکم بر مواد نورشکستی بر پایه دو مدل تک‌فوتونی و دوفوتونی داشتیم. سپس به بیان تاریخچه‌ای از سالیتون‌های نوری پرداختیم و در ادامه وجود جفت سالیتون‌های فوتوولتائیک خاص را در مواد نورشکستی دوفوتونی به کمک روش رانگ-کوتا نشان داده‌ایم. در قدم بعد شبیه‌سازی انتشار پرتوهای شبه سالیتونی روشن-روشن، روشن-تاریک و تاریک-تاریک را در موجبر تخت مورد بررسی قرار دادیم. در این شبیه‌سازی از روش تفاضلی به‌علاوه روش کرانک-نیکلسون بهره گرفته شده است. همچنین برای حل شرایط مرزی از روش رانگ-کوتا استفاده شده است. در این شبیه‌سازی با ثابت فرض کردن دیگر پارامترها و تنها با تغییر دامنه‌های ورودی توانستیم نتایج قابل قبولی را به‌دست آوریم که از آن جمله می‌توان به یافتن دامنه‌های بحرانی جهت طراحی کلیدهای راهیاب اشاره کرد. در نهایت برای بررسی امکان کلید زنی نوری در مواد نورشکستی، از آرایش مزدوج موازی بهره گرفتیم و با شبیه‌سازی انتشار پرتو در این دو موجبر با همان روش پیشین نحوه تبادل انرژی و انتشار پرتوها بین دو موجبر تخت موازی با تغییر دامنه‌های ورودی در این موجبرها مورد بررسی قرار داده‌ایم.

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
مقدمه:	۱
فصل اول: موجبرهای اپتیکی	۳
۱-۱ مقدمه	۴
۱-۱-۱ پاشندگی	۶
۱-۱-۲ تضعیف	۶
۲-۱ انتشار در موجبر دیالکتریک تخت:	۸
۱-۲-۱ جوابهای نموداری معادلات ویژه مقدری	۱۰
۲-۲-۱ تعداد مدهای موجبری	۱۱
۳-۲-۱ توزیع میدان	۱۳
۱-۳-۲-۱ میدان داخلی	۱۳
۲-۳-۲-۱ میدان خارجی	۱۴
۴-۲-۱ سرعت گروه	۱۵
۳-۱ انتشار نور در موجبر دیالکتریک استوانهای	۱۶
۱-۳-۱ موجبرهای با ضریب شکست پلهای	۱۶
۱-۱-۳-۱ مدهای مغناطیسی عرضی (TM)	۱۹
۲-۱-۳-۱ جواب دقیق معادلات ویژه مقدری: طرح کلای	۲۳
۳-۱-۳-۱ تارهایی با هدایت کنندگی ضعیف- مدهای قطعه خطی (LP)	۲۴
۴-۱-۳-۱ شرایط قطع در موجبرهای قطعه خطی	۲۷
۲-۳-۱ فبرهای ضریب شکست تدریجی	۲۸

- ۲۹..... ۱-۲-۳-۱ امواج هدایت شده
- ۳۰..... ۲-۲-۳-۱ مدهای موجبری
- ۳۲..... ۳-۲-۳-۱ تعداد مدها
- ۳۴..... نتیجه گیری
- ۳۷..... فصل دوم: اثر نور شکستی
- ۳۸..... ۱-۲ مقدمه
- ۳۸..... ۲-۲ اثر الکترواپتیکی
- ۴۰..... ۱-۲-۲ اثر الکترواپتیکی در مواد ناهمسانگرد
- ۴۱..... ۲-۲-۲ اثرات پاکلز و کر
- ۴۳..... ۳-۲-۲ تقارن کریستال
- ۴۶..... ۳-۲ اثر نور شکستی
- ۴۸..... ۱-۳-۲ معادلات نور شکستی تکفوتوری بهوسرله مدل کوختارف
- ۵۰..... ۲-۳-۲ معادلات نور شکستی دوفوتوری بهوسرله مدل کاسترو-کاموس
- ۵۳..... نتیجه گیری
- ۵۵..... فصل سوم: سالیتون های فوتولتایک در مواد نور شکستی دو فوتوری
- ۵۶..... ۱-۳ مقدمه
- ۵۸..... ۲-۳ سالیتونهای اپتیکی
- ۶۰..... ۳-۳ سالیتونهای اپتیکی فضایی
- ۶۴..... ۴-۳ معادلات انتشار جفت سالیتوری در مواد نور شکستی دوفوتوری
- ۶۷..... ۱-۴-۳ جفت سالیتون روشن-تاریک
- ۷۱..... ۲-۴-۳ جفت سالیتون روشن-روشن
- ۷۳..... ۳-۴-۳ جفت سالیتون تاریک-تاریک

۷۵	.....نتایج انتشار جفت سائیتونها
۷۹	.....نتایج انتشار جفت سائیتون روشن-روشن
۸۵	.....نتایج انتشار جفت سائیتون تاریک-تاریک
۸۹	.....فصل چهارم: شیعه‌سازی کلیدهای تمام نوری در مواد نورشکستی دو فوتوری
۹۰	.....۱-۴ مقدمه
۹۱	.....۲-۴ موجبری با آرایش موازی و نتایج شیعه‌سازی کلید تمام نوری
۱۰۲	.....نتیجه گوی
۱۰۳	.....نتیجه گوی
۱۰۳	.....پیشنهادات
۱۰۵	.....پیوست الف:
۱۱۱	.....پیوست ب:
۱۲۰	.....مراجع

فهرست شکل‌ها

عنوان	صفحه
شکل (۱-۱) : موجبرهای اپتیکی به ترتیب از سمت چپ: (۱) تخت (۲) کانالی (۳) فغیرنوری [۳].	۵.....
شکل (۲-۱) : مدل هندسری انتشار نور در موجبر دایالکتریک تخت [۳].	۸.....
شکل (۳-۱) : حل ترسرهی معادله وئژه مقدار (۶-۱) [۳].	۱۰.....
شکل (۴-۱) : زوایای محدود θ_m و مؤلفه‌های k_z و k_y معادل آن با نقاط مشخص شده‌ان [۳].	۱۱.....
شکل (۵-۱) : تعداد مدهای TE به عنوان تابعی از بسامد [۳].	۱۳.....
شکل (۶-۱) : نمودار پاشندگی [۳].	۱۶.....
شکل (۷-۱) : حل ترسرهی معادله مشخصه (۴۵-۱) [۳].	۲۶.....
شکل (۸-۱) : انتشار نور در فغیر نوری با تغیی ضریب شکست تدریجی [۳].	۲۸.....
شکل (۹-۱) : وابستگی $n^2(r)k_0^2 - l^2/r^2$ و $n^2(r)k_0^2$ به k_r^2 [۳].	۳۱.....
شکل (۱۰-۱) : ثابتهای انتشار و محدوده مدهای فغیر [۳].	۳۲.....
شکل (۱-۲) : محورهای (x_1, x_2, x_3) محورهای اصلی بوده و ضرایب شکست n_1 ، n_2 و n_3 همان ضرایب شکست اصلی ماده میباشند. ضرایب شکست مدهای نرمال یک موج که در راستای	
k منتشر میشود برابر n_a و n_b است [۳].	۴۱.....
شکل (۲-۲) : تغییرات ضریب شکست عادی و غیبعادی کریستال $LiNbO_3$ را برای وقتی که میدان	
ایستای الکتریکی در راستای محور اپتیکی است نشان میدهد [۳].	۴۵.....
شکل (۳-۲) : توزیع حاملهای بار در محیط نورشکستی [۵].	۴۶.....
شکل (۴-۲) : منشا اثر نورشکستی بر نمودارهای توزیع شدت، بارضا یی، میدان الکتریکی و	
تغییرات ضریب شکست بر حسب فاصله [۶].	۴۷.....
شکل (۵-۲) : ترازهای انرژی و جمعیت آنها [۶].	۴۹.....

- شکل (۲-۶): ترازهای انرژی در مدل دوفوتوری [۷]..... ۵۱
- شکل (۳-۱): نمایش شعاع‌سازی خود به دام اندازی فضایی پرتو اپتیکی در محیط غیرخطی با عملکرد عدسیها. پراش شعاع به عدسی مقعر (تصویر دوم) و پاسخ غیرخطی محیط شعاع به عدسی محدب (تصویر اول) عمل می‌کند. سالزتون خود به دام افتاده در نتیجه تعادل عملکرد دو عدسی شکل می‌گیرد (تصویر سوم)..... ۶۱
- شکل (۳-۲): جفت سالزتون روشن-تاریک را برای شدت پرتو درجه ای $I_1 = 10^6 W/m^2$ نشان می‌دهد..... ۷۰
- شکل (۳-۳): جفت سالزتون روشن-تاریک را برای دو شدت پرتو درجه‌ای $I_1 = 10^6 W/m^2$ به صورت خط چگن و $I_1 = 10^5 W/m^2$ به صورت خط پرنشان می‌دهد..... ۷۱
- شکل (۳-۴): جفت سالزتون روشن-روشن برای $r=10$ و $\theta = 30^\circ$ ۷۳
- شکل (۳-۵): جفت سالزتون تاریک-تاریک را برای $r=10$ و $\theta = 30^\circ$ ۷۵
- شکل (۳-۶): در دامنه $A=0.01$ اثرات غیرخطی ظاهر نمی‌شوند..... ۷۷
- شکل (۳-۷): در دامنه $A=0.1$ اثرات غیرخطی جزئی در خروجی به وجود می‌آید..... ۷۷
- شکل (۳-۸): در دامنه $A=0.2$ به خوبی اثرات غیرخطی را مشاهده می‌کنیم (شعاع‌سازی یک راه‌تاب تمام نوری)..... ۷۸
- شکل (۳-۹): نمودار انرژی برای جفت سالزتون روشن-تاریک در دامنه $A=0.2$ ۷۸
- شکل (۳-۱۰): در دامنه $A=0.6$ اثرات غیرخطی بشدت ظاهر می‌شوند..... ۷۹
- شکل (۳-۱۱): به ازای دامنه $A=0.01$ اثرات غیرخطی ظاهر نمی‌شود..... ۸۰
- شکل (۳-۱۲): به ازای دامنه $A=0.1$ مشاهده می‌کنیم که اثرات غیرخطی باعث بار یک شدن پرتوهای ورودی شده است..... ۸۱

- شکل (۳-۱۳): به ازای مقدار دامنه $A=0.2$ ، یک راه‌لب نوری خواهیم داشت. ۸۲.....
- شکل (۳-۱۴): نمودار انرژی به ازای دامنه $A=0.2$. ۸۲.....
- شکل (۳-۱۵): برای دامنه $A=0.8$ اثرات جذب و دفع سالیته‌ها بخوبی مشخص است. ۸۳.....
- شکل (۳-۱۶): نمودار انتشار افروزه‌های پایدار در دامنه $A=1.4$. ۸۴.....
- شکل (۳-۱۷): نمودار انرژی برای دامنه $A=1.4$ که در آن خط ممتد، مجموع انرژی دو سالیته‌تون است. ۸۴.....
- شکل (۳-۱۸): در دامنه پرتو $A=0.01$ اثرات غی‌خطی ظاهر نمی‌شود. ۸۵.....
- شکل (۳-۱۹): شیعه‌سازی انتشار جفت سالیته‌تون تاریک را در دامنه $A=0.1$ نشان می‌دهد. ۸۶.....
- شکل (۳-۲۰): شیعه‌سازی انتشار جفت سالیته‌تون تاریک-تاریک در دامنه ۸۷.....
- شکل (۳-۲۱): نمودار انرژی دو پرتو ورودی، خط ممتد نشانگر مجموع انرژی‌های دو پرتو است. ۸۷.....
- شکل (۴-۱): موجبری با آرایش مزدوج موازی. در z_1 پرتو نور در موجبر یک است، در z_2 یعنی دو موجبر تقسیر شده است و در z_3 در موجبر دوم است [۳]. ۹۱.....
- شکل (۴-۲): انتقال متناوب توان یعنی دو موجبر ۱ و ۲ [۳]. ۹۴.....
- شکل (۴-۳): انتقال انرژی یعنی دو موجبر ۱ و ۲ در حالتی که دو موج با هم تطابق فاز دارند [۳]. ۹۴.....
- شکل (۴-۴): در این شکل انتشار موج سالیته‌توری U_1 را با دامنه $A_1=0.01$ در موجبر دوم و انتشار موج سالیته‌توری V_1 را با دامنه $A_2=0$ در موجبر اول نشان داده شده است. ۹۷.....
- شکل (۴-۵): در این شکل انتشار موج سالیته‌توری U_2 را با دامنه $A_3=0$ در موجبر اول و انتشار موج سالیته‌توری V_2 را با دامنه $A_4=0.01$ در موجبر دوم نشان داده شده است. ۹۸.....
- شکل (۴-۶): منحنی تغیرات انرژی در طول انتشار به ازای $A_1=A_4=0.01$ و $A_2=A_3=0$ ، نقطه چینی مربوط به U_1 ، علامت ستاره مربوط به V_1 ، خط چینی مربوط به U_2 و علامت بعلاوه مربوط به V_2 می‌باشد. ۹۹.....

شکل (۷-۴): در این شکل انتشار موج سال تئوری U_1 و V_1 را با دامنه به ترتیب $A_1 = 0.01$ و

$A_2 = 0$ در موجبر اول نشان داده شده است. ۱۰۰

شکل (۸-۴): در این شکل انتشار موج سال تئوری U_2 را با دامنه $A_3 = 0$ و انتشار موج سال تئوری

V_2 را با دامنه $A_4 = 0.14$ در موجبر دوم نشان داده شده است. ۱۰۱

شکل (۹-۴): منحنی تغییرات انرژی در طول انتشار به ازای $A_1 = 0.01$ ، $A_2 = A_3 = 0$ و

$A_4 = 0.14$ ، نقطه چین مربوط به U_1 ، علامت ستاره مربوط به V_1 ، خط چین مربوط به U_2 ،

علامت بعلاوه مربوط به V_2 و خط توپر نشان دهنده مجموع تمام انرژیها میباشد. ۱۰۲

مقدمه:

هدایت و کنترل نور توسط نور یک فن آوری در حال پیشرفت است که توجه محققان زیادی را در حوزه‌های علمی مختلف به خود جلب کرده است. یکی از نامزدهای هدایت نور توسط نور در سامانه‌های اپتیک جمعی، سالیتون‌های اپتیکی فضایی می‌باشند. شکل‌گیری این سالیتون‌ها در مواد نورشکستی با خاصیت غیرخطی بالا و به کمک لیزرهای کم توان (در حد میکرو وات) سبب شده است تا پیشگویی‌های نظری نظیر تغییر مسیر یک پرتو در اثر برهم کنش و برخورد با پرتو دیگر در ایجاد کلیدهای اپتیکی با ساختارهای مختلف در آزمایشگاه‌ها به واقعیت بپیوندد. تکامل سریع سامانه‌های ارتباطی اپتیکی پرسرعت و پردازش سیگنال‌های اپتیکی در صورتی به واقعیت تبدیل می‌شود که ردیف‌های متعددی از گیت‌های فوتونی و کلیدهای اپتیکی تولید شوند و در یک مدار فشرده قرار گیرند. آنچه در بالا اشاره شد تنها بخش کوچکی از کاربردهای عملی است که می‌توان برای سالیتون‌های اپتیکی انتظار داشت. این امر باعث شده است که از حدود چهار دهه پیش تا کنون توجه دانشمندان به این زمینه جذاب از علم اپتیک معطوف شود. از میان سالیتون‌های نوری فضایی همان‌طور که در بالا اشاره شد، سالیتون‌های نورشکستی از مزیت‌های ویژه‌ای برخوردار هستند. باید توجه داشت که خود سالیتون‌های نورشکستی نیز شامل سه نوع مختلف می‌باشند که به ترتیب کشف عبارتند از، سالیتون‌های پوششی، سالیتون‌های فوتولتائیک و سالیتون‌های پوششی فوتولتائیک. سالیتون پوششی هنگامی بوجود می‌آید که یک اختلاف پتانسیل خارجی بر کریستال غیر فوتولتائیک اعمال شود. برای تشکیل سالیتون فوتولتائیک، به یک کریستال نور شکستی که تحت بایاس خارجی نباشد، احتیاج داریم. در این حالت اثر فوتولتائیک به وسیله پرتو نوری که به کریستال تابیده می‌شود، یک جریان DC در محیط ایجاد می‌کند که منجر به تشکیل سالیتون فوتولتائیک می‌گردد. نوع سوم از سالیتون‌های نورشکستی، هنگامی تشکیل می‌شوند که یک میدان خارجی را به دو سر یک کریستال فوتولتائیک اعمال کنیم به این علت این سالیتون‌ها را سالیتون‌های فوتولتائیک-پوششی نامیده‌اند در این جا هم اثر میدان خارجی و هم اثر فوتولتائیک باهم حضور دارند که اگر میدان خارجی از میدان فوتولتائیک خیلی

قوی‌تر باشد سالیتون‌های نوع سوم به سالیتون‌های پوششی تبدیل می‌شوند و اگر میدان خارجی حذف شود، سالیتون‌ها به نوع فوتولتائیک تبدیل خواهند شد البته در شرایطی که مدار بسته است. اما در میان سالیتون‌های فوتولتائیک نسبت به دو دسته دیگر امتیاز بالاتری دارند. زیرا این سالیتون‌ها به میدان خارجی وابسته نیستند. تاکنون بررسی‌های زیادی بر روی انتشار این سالیتون‌ها در مواد نورشکستی تحت مدل تک‌فوتونی صورت گرفته و ولی کمتر به مدل دوفوتونی توجه شده است. از این‌رو در این پایان‌نامه توجه خود را به نحوه تشکیل و انتشار سالیتون‌های نوری فضایی فوتولتائیک در مواد نورشکستی دوفوتونی معطوف کرده و در آخر امکان کلیدزنی نوری را در این مواد مورد بررسی قرار داده‌ایم.

فصل ۱

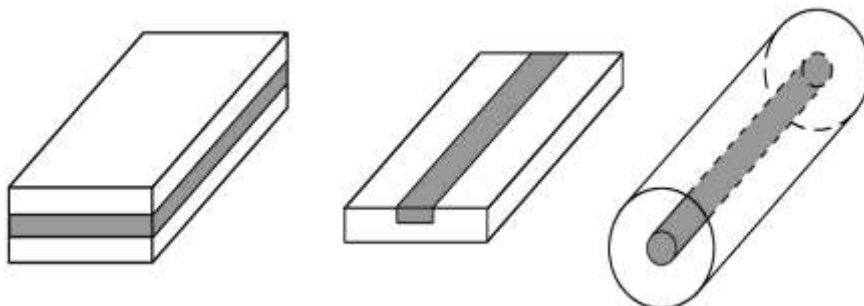
موجبرهای اپتیکی

۱-۱ مقدمه

تا چند دهه اخیر انتقال اطلاعات از طریق کابل های الکتریکی و یا انتقال امواج الکترومغناطیس ریزموج و رادیویی در جو صورت می گرفت. تلفن ها، رادارها و گیرنده های رادیویی بر این اساس کار می کنند. نور مرئی، به عنوان یک موج الکترومغناطیس می تواند حامل اطلاعات باشد. این امواج به دلیل داشتن طول موج کم و بسامد زیاد در نتیجه پهنای بیشتر نوار طیف، انتقال اطلاعات را با سرعت بیشتری انجام می دهند. اما جو در ناحیه طول موج مرئی به دلیلی پراکندگی ناشی از ذرات معلق در آن از شفافیت خوبی برخوردار نیست. از این جهت انتقال امواج نور مرئی از طریق جو جز در فاصله های کم امکان پذیر نمی باشد. با ساخت فیبرهای نوری که پاشندگی و اتلاف در آنها کم است انتقال اطلاعات از طریق امواج نور مرئی در فواصل دور هم امکان پذیر شد [۱]. امروزه فیبرهای نوری به طور گسترده ای برای انتقال اطلاعات در فواصل دور و شبکه های محلی (مانند کابل های تلویزیون) به کار می روند. در حال حاضر قاره ها هم از طریق شبکه های ارتباطی زیردریایی به هم متصل شده اند. از مزایای سامانه های فیبر نوری می توان ظرفیت بالای انتقال، میرایی کم اطلاعات، سبکی، اندازه کوچک و مصونیت از تداخل با امواج الکترومغناطیسی خارجی و آسانی نصب را نام برد [۱]. علاقه به ایجاد ارتباط از طریق نور مرئی اولین بار در سال ۱۹۶۰ با ساخت لیزر پدید آمد، اما اولین سامانه ارتباط فیبر نوری همراه با چشمه LED^۱ مورد استفاده قرار گرفت و هم اکنون

¹ Ligth Emiting Diode

نیز بسیاری از سامانه‌های ارتباطی تجاری این گونه عمل می‌کنند. در اکثر سامانه‌های ارتباطی (چه سامانه‌های فیبر نوری چه سامانه‌های فضای آزاد در فواصل نزدیک) چشمه نوری لیزر با توان اپتیکی بالا، پهنای باند کم و همدوسی بالا از اهمیت بیشتری برخوردار است [۳]. یک سامانه ارتباطی فیبر نوری از سه قسمت چشمه نور، فیبر نوری و آشکارساز نوری تشکیل شده است. برای تکمیل عملکرد این سامانه قطعات نوری دیگری مانند اتصال دهنده‌ها^۱، جفت‌کننده‌ها^۲، سوئیچ‌ها^۳ و... لازم اند. در اپتیک مجتمع که قطعات مختلف بر روی یک تراشه^۴ قرار می‌گیرند، موجرها به عنوان اتصال بین این قطعات به کار می‌روند. فیبرهای نوری، همین طور سوئیچ‌ها، مدولاتورها و کوپلرها در اپتیک مجتمع ساختار موجبری دارند. موجبر در این جا به معنی ساختاری است که نور را در مسیری مشخص هدایت می‌کند. این ساختارها همان طور که در شکل (۱-۱) نشان داده شده است به سه شکل تخت، کانالی و استوانه‌ای ساخته می‌شوند.



شکل (۱-۱): موجبرهای اپتیکی به ترتیب از سمت چپ: (۱) تخت (۲) کانالی (۳) فیبر نوری [۳].

در ادامه به دو اثر مهم پاشندگی و تضعیف که در موجرها با آن روبرو هستیم می‌پردازیم. این دو، عمل موجبرهای نوری را به عنوان کانال‌های انتقال دهنده اطلاعات محدود می‌کند و پاشندگی محدود کننده سرعت انتقال اطلاعات است [۴].

¹ connector
² coupler
³ switch
⁴ chip

۱-۱-۱ پاشندگی

پاشندگی در فیبرهای نوری با سرعت بیت و یا پهناى باند سامانه‌های ارتباط فیبر نوری بستگی دارد. به دلیل پاشندگی، یک پرتو ورودی باریک بعد از انتشار پهن می‌شود. پاشندگی دلایل مختلفی دارد که از جمله می‌توان به موارد زیر اشاره کرد.

(۱) پاشندگی مدی^۱: وقتی که یک پرتو باریک وارد یک فیبر نوری چند مدی می‌شود مدهای مختلفی را برانگیخته می‌کند. مدها ثابت‌های انتشار متفاوتی دارند و با سرعت‌های متفاوتی منتشر می‌شوند در نتیجه پرتو خروجی پهن می‌شود از آن جایی که این پاشندگی زیاد است و تنها در فیبرهای چند مدی وجود دارد فیبرهای چند مدی برای ارتباط راه دور کاربرد ندارند و در این موارد از فیبرهای تک مدی استفاده می‌شود.

(۲) پاشندگی ماده‌ای^۲: از آن جایی که ضریب شکست تابعی از طول موج است طول موج‌های مختلف با سرعت‌های مختلفی منتشر می‌شوند و از آن جایی که هر منبع نوری طیف محدودی از پهناى باند را شامل می‌شود حتی در مورد موجبرهای تک مدی نیز پاشندگی وجود دارد. به این منظور در ارتباطات راه دور از منبع نور با پهناى طیف باریک استفاده می‌شود.

(۳) پاشندگی موجبری^۳: پاشندگی موجبری از آن جایی ناشی می‌شود که ثابت انتشار β به پارامتر V وابسته است و V خود وابسته به طول موج λ است حتی وقتی که ضریب شکست به طول موج وابسته نباشد.

۱-۱-۲ تضعیف

نور بر اساس بازتاب کلی درون فیبر محدود و در آن منتقل می‌شود اما پراکندگی، جذب و میرایی تابشی باعث کاهش توان در فیبرهای نوری می‌شود. در ضمن انتشار توان نور به صورت تابع نمایی

¹ Modal Dispersion

² Material Dispersion

³ wave guides dispersion