



دانشگاه پیام نور
بسمه تعالی

پایان نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد
در رشته فیزیک اتمی و مولکولی

دانشگاه پیام نور مرکز شیراز گروه علمی فیزیک

بررسی تحلیلی تاثیر دمش در خصوصیات انتشار پرتو در
لیزرهای فیبری با دمش دیودی

استاد راهنما: دکتر پرویز الهی

استاد مشاور: دکتر عبدالرسول قرائتی

نگارش: علی نیاکوثری



دانشگاه پیام نور بسمه تعالی

پایان نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد
در رشته فیزیک اتمی و مولکولی

دانشگاه پیام نور مرکز شیراز گروه علمی فیزیک

بررسی تحلیلی تاثیر دمش در خصوصیات انتشار پرتو در لیزرهای
فیبری با دمش دیودی

استاد راهنما: دکتر پرویز الهی

استاد مشاور: دکتر عبدالرسول قرائتی

نگارش: علی نیاکوثری

مرداد 1388



دانشگاه پیام نور بسمه تعالی

تصویب پایان نامه

پایان نامه تحت عنوان : بررسی تحلیلی تاثیر دمش در خصوصیات انتشار پرتو در
لیزرهای فیبری با دمش دیودی

که توسط علی نیاکوثری در مرکز شیراز تهیه و به هیأت داوران ارائه گردیده است مورد تأیید
می باشد.

تاریخ دفاع: 88/05/11 نمره: 19 - نوزده درجه ارزشیابی: عالی

اعضای هیأت داوران:

<u>امضاء</u>	<u>مرتبه علمی</u>	<u>هیأت داوران</u>	<u>نام و نام خانوادگی</u>
	استادیار	استاد راهنما	1- دکتر پرویز الهی
	دانشیار	استاد مشاور	2- دکتر عبدالرسول قرانتی
	دانشیار	استاد داور	3- دکتر حمید نادگران
	دانشیار	نماینده تحصیلات تکمیلی	4- دکتر حسین توللی

تقدیم به

مادر عزیزم که صبورانه زندگی خود را وقف ما نمود

همچنین

همسر عزیزم و فرشته کوچک زندگیمان نرگس

سلیسگزاری:

سپاس خداوند یکتا را که توفیق عطا نمود تا بتوانیم گامی هر چند ناچیز در عرصه علم و دانش بردارم. در این راستا بر خود لازم میدانم تا از همه عزیزانی که مرا در این امر یاری کردند قدردانی نمایم.

سپس فراوان از زحمات و محبت‌های بی دریغ استاد گرانقدر جناب آقای دکتر پرویز الهی که با وجود ضریغ وقت با راهنمایی‌های ارزنده خویش بعنوان استاد راهنمای اینجانب همواره در تهی‌ای تحقیق و همچنین در طول تحصیل بعنوان استاد دلسوزانه پشتیبان من بودند. همچنین با قدردانی فراوان از استاد ارجمند جناب آقای دکتر عبدالرسول قرائتی که هم بعنوان استاد مشاور و هم در طول دوره استادانه مرا یاری نمودند.

نیز با کمال تشکر و امتنان از استاد ارجمند جناب آقای دکتر حمید نادگران که با وجود ضریغ وقت زحمت داوری پایان نامه را بر عهده داشتند.

البته تشکری مخصوص و قدردانی بیکران از پدر و مادرم که همواره در طول تحصیل، مشوق من بودند و من همواره مدیون این فرشتگان الهی خواهم بود.

با قدردانی و سپس بیکران از همراهی صمیمانه همسر عزیزم خانم دکتر سارا حقیقی که صبورانه و خالصانه مراد تمامی مراحل زندگی طوی رساندند.

بررسی تحلیلی تاثیر دمش در خصوصیات انتشار پرتو در لیزرهای فیبری با دمش دیودی

چکیده

لیزرهای فیبری بعلت بازده بالا و کیفیت مطلوب پرتو خروجی از اهمیت فوق العاده ای برخوردارند بگونه ای که تحقیقات و پیشرفتهای زیادی در سالهای اخیر به اینگونه لیزرها اختصاص یافته است.

در لیزرهای فیبری میتوان اثرات حرارتی می تواند باعث افت کیفیت و توان پرتو خروجی گردد. همچنین اثرات حرارتی می تواند باعث تغییرات در پلوامترهای مهم انتشاری مانند عدد V و پلشندهگی فیبر نیز گردد.

در این پایان نامه پس از استخراج تحلیلی تابع توزیع دما در فیبر لیزری با دمش انتهایی، به بررسی تغییرات عدد V ، پلشندهگی فیبر و ضریب شکست با توجه به رابطه سلمایر پیداخته شد. نتایج نشان می-دهند که اثرات حرارتی می تواند تغییرات مهمی اینگونه پلوامترها را شامل شود بگونه ای که ممکن است یک فیبر تک مد بعلت اثرات حرارتی تبدیل به یک فیبر چند مد گردد که اینگونه اثرات در طراحی این نوع لیزرها از اهمیت فوق العاده ای برخوردار است.

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
	فصل اول
۱.....	آشنائی با فیبر نوری
۲.....	۱-۱ مقدمه
۴.....	۲-۱ کاربردهای فیبرنوری
۵.....	۳-۱ تاریخچه فیبرنوری در مخابرات
۸.....	۴ ۱ فن آوری ساخت فیبر نوری
۱۰.....	۵ ۱ انواع فیبر
۱۰.....	۶ ۱ مزایای فیبر نوری
۱۲.....	۷ ۱ نسل های جدیدتر فیبرهای نوری
۱۶.....	۸ ۱ معایب فیبرهای نوری
۱۹.....	۸ ۱ + استفاده از فیبر های کاهش دهنده پلشنده (DDF)
۱۹.....	۸ ۱ + استانداردها
۲۰.....	۹ ۱ تکامل شبکه های انتقال نوری
۲۲.....	۱۰ ۱ مالتی پلکسینگ و سوئیچینگ
۲۲.....	۱۰ ۱ + بخش های مختلف سیستم رله فیبر نوری
۲۳.....	۱۰ ۱ + + فرستنده
۲۳.....	۱۰ ۱ + + فیبر نوری

عنوان	صفحه
۱-۱ + ۳ بازیاب (تقویت کننده) نوری	۲۴.....
۱-۱ + ۴ دریافت کننده نوری	۲۵.....
۱ + ۱ فیبر نوری در ایران	۲۵.....
۱ + ۱ + ۱ پیوژه TAE	۲۶.....
۱ + ۱ + ۲ پیوژه جاسک-فجیره	۲۷.....

فصل دوم

لیزرهای حالت جامد فیبری و اثرات ترموپتیکی در آنها	۲۸.....
۱-۲-۱- مقدمه	۲۹.....
۲-۲- ساختار لیزرو انواع آن	۲۹.....
۳-۲- لیزرهای حالت جامد با دمش دیودی	۳۵.....
۱-۳-۲- خواص ماده فعال لیزرهای حالت جامد	۳۶.....
۴-۲- لیزرهای حالت جامد و اثرات ترموپتیکی در آنها	۴۱.....
۱-۴-۲- انواع لیزرهای حالت جامد	۴۱.....
۲-۴-۲- فوآیند دمش در لیزرهای حالت جامد	۴۵.....
۱-۲-۴-۲- دمش فلاش لامپ	۴۵.....
۲-۲-۴-۲- دمش دیودی	۴۵.....
۵-۲- پروفایل دمش	۴۷.....

عنوان	صفحه
۲-۵-۱- پروفایل همگن (یکنواخت)	۴۸.....
۲-۵-۲- پروفایل تاپ - هت	۴۹.....
۲-۵-۳- پروفایل گاوسی	۵۰.....
۲-۵-۴- پروفایل سوپر گاوسی (گاوسی مرتبه بالاتر)	۵۲.....
۲-۶-۱- عوامل ایجاد گرما	۵۳.....
۲-۶-۱- نقص کوانتومی	۵۳.....
۲-۶-۲- جذب تابش لیزر	۵۴.....
۲-۶-۳- انتقال غیر تابشی از تراز بالای لیزری	۵۴.....
۲-۶-۴- برانگیخته شدن از تراز دمش بالاتر	۵۵.....
۲-۷-۱- اثرات ناشی از ایجاد گرما	۵۵.....
۲-۷-۱- اثر عدسی گرمایی ($\frac{dn}{dT}$)	۵۶.....
۲-۷-۲- اثرات انتهایی	۵۸.....

فصل سوم

بررسی توزیع دما در لیزرهای فیبری	۵۹.....
۳-۱- مقدمه	۶۰.....
۳-۲- معادله انتقال حرارت	۶۰.....
۳-۲-۱- معادله انتقال حرارت حالت کلی	۶۰.....
۳-۲-۲- استخراج تابع توزیع دما به کمک شرایط مرزی	۶۴.....

فصل چهارم

۷۰	..... موجبر های فیبر نوری
۷۱	..... ۱-۴- مقدمه
۷۱	..... ۲-۴- تارهای ضریب شکست پله ای
۷۷	..... ۳-۴- تار ضریب شکست تدریجی
۸۳	..... ۴-۴- تضعیف
۸۹	..... ۵-۴- ثابت انتشار فیبرها

فصل پنجم

بررسی تحلیلی تاثیر دمش در خصوصیات انتشار پرتو در لیزر-

91	..... های فیبری با دمش دیودی
۹۲	..... ۱-۵- مقدمه
۹۳	..... ۲-۵- بررسی تحلیلی تاثیر دمش در خصوصیات انتشار پرتو
۹۴	..... ۳-۵- ضرائب سلمییر
۹۶	..... ۴-۵- پاشندگی مواد
۹۶	..... ۵-۵- پاشندگی موجبر
۱۰۰	..... ۶-۵- منحنی تغییرات

فصل ششم

۱۱۴	..... بحث و نتیجه گیری
۱۱۶	..... فهرست منابع

فهرست شکلها

صفحه	عنوان
۷	شکل ۱-۱: ساختار کابل فیبر نوری.....
۲۴	شکل ۱-۲: ساختار فیبر نوری با عایق استاندارد.....
49	شکل ۲-۲: نمودار شدت در پروفایل دمش همگن (یکنواخت) بر حسب y
۵۰	شکل ۳-۲: نمودار شدت در پروفایل دمش تاپ - هت بر حسب y
51	شکل ۴-۲: نمودار شدت در پروفایل گاوسی بر حسب y
52	شکل ۵-۲: نمودار شدت در پروفایل دمش سوپر گاوسی بر حسب y
۶۱	شکل ۱-۳: فیبر نوری با شعاع هسته و شعاع غلاف معین.....
۷۲	شکل ۱-۴: تار ضریب شکست پله ای.....
۷۵	شکل ۲-۴: مخروط پذیرش برای بدام انداختن نور توسط یک تار ضریب شکست پله ای.....
۷۷	شکل ۳-۴: مسیرهای مدهای پوسته. درمرز مشترک هسته- پوسته.....
۷۸	شکل ۴-۴: تار ضریب شکست تدریجی.....
79	شکل ۵-۴: مدل پله ای یک تار GRIN.....
۸۰	شکل ۶-۴: مدل پله ای یک تار GRIN.....

- شکل ۴-۷ زاویه مخروطی پذیرش ۸۱
- شکل ۴-۸ روزنه عددی یک تار ضریب شکست سهموی ۸۲
- شکل ۴-۹ تضعیف یک تار شیشه ای سیلیسی که ناخالص ژرمانیوم به آن افزوده شده است ۸۵
- شکل ۴-۱۰ تشعشع در پیچ ۸۹
- شکل ۵-۱۱ فیبر نوری با شعاع هسته و شعاع غلاف مشخص ۹۸
- شکل ۵-۲ تغییرات ΔV بر حسب توان ورودی ۱۰۱
- شکل ۵-۳ تغییرات ΔV بر حسب شعاع مغزی فیبر ۱۰۱
- شکل ۵-۴ تغییرات V بر حسب شعاع مغزی فیبر ۱۰۲
- شکل ۵-۵ تغییرات ΔV بر حسب شعاع غلاف ۱۰۲
- شکل ۵-۶ تغییرات ΔV بر حسب طول موج ۱۰۳
- شکل ۵-۷ تغییرات V بر حسب طول موج ۱۰۳
- شکل ۵-۸ منحنی تغییرات فرکانس نرمالیزه بر حسب ضریب انتقال گرما ۱۰۴
- شکل ۵-۹ منحنی تغییرات V بر حسب ضریب انتقال گرما ۱۰۴
- شکل ۵-۱۰ تغییرات ثابت انتشار بر حسب توان ورودی ۱۰۵
- شکل ۵-۱۱ نمودار ثابت انتشار بر حسب طول موج ۱۰۵
- شکل ۵-۱۲ نمودار ثابت انتشار بر حسب شعاع هسته فیبر ۱۰۶
- شکل ۵-۱۳ تغییرات ثابت انتشار بر حسب شعاع غلاف ۱۰۶
- شکل ۵-۱۴ تغییرات ثابت انتشار بر حسب ضریب h ۱۰۷
- شکل ۵-۱۵ نمودار پاشندگی موجبر بر حسب توان بر پایه هزار وات ۱۰۷

- شکل ۵-۱۶ نمودار پاشندگی موجبر بر حسب شعاع هسته ۱۰۸
- شکل ۵-۱۷ نمودار پاشندگی موجبر بر حسب شعاع غلاف ۱۰۸
- شکل ۵-۱۸ نمودار پاشندگی موجبر بر حسب طول موج ۱۰۹
- شکل ۵-۱۹ نمودار پاشندگی موجبر بر حسب ضریب انتقال گرمایی ۱۰۹
- شکل ۵-۲۰ تغییرات ضریب شکست بر حسب توان ۱۱۰
- شکل ۵-۲۱ تغییرات ضریب شکست بر حسب طول موج ۱۱۰
- شکل ۵-۲۲ تغییرات ضریب شکست بر حسب شعاع غلاف ۱۱۱
- شکل ۵-۲۳ تغییرات ضریب شکست بر حسب شعاع ۱۱۱
- شکل ۵-۲۴ تغییرات ضریب شکست بر حسب شعاع ۱۱۲
- شکل ۵-۲۵ تغییرات ضریب شکست بر حسب شعاع هسته ۱۱۲
- شکل ۵-۲۶ تغییرات ضریب شکست بر حسب شعاع هسته ۱۱۳
- شکل ۵-۲۷ تغییرات ضریب شکست بر حسب دما ۱۱۳

فهرست جداول

صفحه	عنوان
۴۳.....	جدول ۱-۲ مهم ترین خصوصیات کریستال های $Nd:YAG$ ، $Nd:YLF$ و $Nd:YVO_4$
۷۵.....	جدول ۱-۴ روزنه های عددی معمول و زوایای پذیرش.....
۹۴.....	جدول ۱-۵ ضرائب متناسب خطی ضرائب سلمییر وابسته به دما.....

فصل اول

آشنائی با فیبر نوری

۱-۱- مقدمه

بشراز دیرباز از نور برای ارتباط استفاده کرده است. در ابتدا با استفاده از نور پیامهای خود را ارسال می‌کرد و با فرستادن علائم توسط آتش و دود حاصل از آن مقاصد خاص خود را به دیگران اعلام می‌کرد. سپس از فانوسهای دریائی برای فرستادن پیام و رمز بهره می‌برد و به مرور زمان استفاده‌های پیشرفته تری از نور توسط بشر صورت می‌گرفت تا اینکه در زمان ملکه ویکتوریا با توجه به اصول بازتاب داخلی فیبرهای نوری دی الکتریک برای روشن کردن جویهای آب در فواره‌های استادانه ساخته شده عمومی، مورد استفاده قرار گرفت. [۱]

پیشرفت‌های اخیر در اواسط قرن بیستم میلادی، توجه‌ها را به سمت انتقال تصویر توسط دسته فیبرها معطوف کرد، که از اولین کاربردهای آن در علم پزشکی در تجهیزات معاینه داخل معده بود که گاستراسکوپ^۱ نام داشت. توسط سه محقق به نامهای لارنس^۲، باسیل^۳ و ویلبر^۴ از دانشگاه میشیگان اولین فیبر نوری نیمه سخت در سال ۱۹۵۶ اختراع و ثبت گردید و اولین رشته‌های شیشه‌ای پوشیده شده توسط شرکت کورتیس^۵ تولید گردید. تارهای نوری که قبل از این تولید شده بود، روکش آنها هوا، روغنهای بی اثر و یا موم بودند. کاربردهای دیگر فیبر نوری در انتقال تصویر نیز بسرعت وارد بازار شدند.

۱- Gastroscope
۲- E. Curtiss Lawrence
۳- Hirschowitz Basil
۴- C. Peters Wilbur
۵- Curtiss

با توجه به اینکه تارهای نوری در آن زمان تضعیف زیادی داشتند بر روی این مسئله بررسی هائی انجام گرفت که اولین بار در سال ۱۹۶۵ میلادی هوکمن^۱ و چارلز^۲ از یک کمپانی استانداردسازی تلفن و کابل انگلیسی بودند که تشخیص دادند تضعیف فیبرهای آن دوره از ناخالصیها ناشی می شود، که قابل حذف یا برداشته شدن است، و نشان دادند که در اصل تاثیر پارامترهائی مثل پراکندگی بود. آنها نشان دادند که در صورتیکه تضعیف آن زیر ۲۰ دسی بل در هر کیلومتر باشد می تواند به عنوان یک محیط کاربردی برای انتقال استفاده نمود. اولین فیبرنوری در سال ۱۹۷۰ میلادی توسط مورر^۳، کک^۴، شولتز^۵ و رابرت^۶ که از کلومندان یک شرکت آمریکائی بودند اختراع و برای ارتباطات استفاده شد. آنها با استفاده از فناوری تغلیظ سیلیکون با تیتانیوم یک فیبر با تضعیف نوری ۱۷ دسی بل در هر کیلومتر ساختند .

در سال ۱۹۸۶ میلادی دیوید پاین^۷ از دانشگاه ساوتهمتون^۸ و امانوئل دسورویر^۹ از لابراتوار بل^{۱۰} تقویت کننده فیبر تغلیظ شده با اربیم که باعث کاهش نیاز به تکرار کننده های "نوری-الکترونیکی-نوری" در مسیر انتقال بود، اختراع شد. که پیامد این اختراع دریافت مدال فرانکلین^{۱۱} در مهندسی سال ۱۹۹۸ میلادی شد.

در سال ۱۹۸۸ میلادی اولین کابل فیبرنوری تلفن که بر اساس تکنولوژی تقویت بهینه لیزر کار می کرد تحت عنوان TAT-۸ بود که از اقلینوس اطلس می گذشت.

^۱-George A. Hockham

^۲-Charles K. Kao

^۳- Maurer

^۴- Donald Keck

^۵- Peter Schultz

^۶- D. Robert

^۷- David Payne

^۸-Southampton

^۹- Emmanuel Desurvire

^{۱۰}- Bell

^{۱۱}- Benjamin Franklin

در سال ۱۹۹۱ میلادی، میدانهای نوری کریستالهای فوتونیک که نور را به وسیله شکست نور از یک ساختار تناوبی به جای انعکاس درونی کلی، هدایت می کرد منجر به توسعه فیبرهای کریستالی فوتونیک گردید. اولین فیبرهای کریستالی فوتونیک در سال ۱۹۹۶ به صورت تجاری ساخته شد. این نوع فیبر خاص برای کاربردهای انتقال توان بالای بین قاره ای طراحی شدند، و طول موج آنها بسته به مشخصات کاربردی، همراه با تغییرات لازم برای کاربردهای مشخص بهینه می شوند.

از اواخر دهه ۱۹۹۰ تا ۲۰۰۰ میلادی، صنایع فیبر نوری شامل سازندگان فیبر نوری و سازندگان تجهیزات ارتباطی نوری، به دات کام^۱ پیوستند. صنایع حرفه ای و شرکتهای محقق، پیش بینی کردند کردند که با افزایش وسیع درخواست پهنای باند ارتباطی ناشی از استفاده روزافزون از اینترنت و تجاری شدن پهنای متفاوت باندهای سرویس دهنده نظیر تصاویر برخط^۲ روبرو می شوند. آنها می گفتند ترافیک اطلاعات پروتکل اینترنت به صورت نمائی و حتی سریعتر از قانون مور^۳ (گوردون مور یکی از بنیانگذاران شرکت معروف اینتل^۴) در مورد پیچیدگی مدارات مجتمع افزایش خواهد یافت.

۱-۲ کلبردهای فیبر نوری

۱. کاربرد در حسگرها: در سال های اخیر برای اندازه گیری کمیت های فیزیکی مانند جریان الکتریکی، میدان مغناطیسی، فشار، حرارت، جابجایی، آلودگی آب های دریا، میزان سطح مایعات، تشعشعات پرتوهای گاما و ایکس از حسگرهای فیبر نوری استفاده شده است. که در آن، از فیبر نوری به عنوان عنصر اصلی حسگر استفاده می شود بطوریکه ویژگی های فیبر تحت میدان کمیت مورد اندازه گیری تغییر یافته و با اندازه شدت کمیت تأثیر پذیر می شود.

۱- Dot-com

۲- On Line

۳- Gordon More

۴- Intel Corporation

۲. کاربردهای نظامی: فیبر نوری کاربردهای فراوانی در صنایع دفاع دارد که بعنوان نمونه می-توان برقراری ارتباط و کنترل با آنتن رادار، کنترل و هدایت موشک ها، ارتباط زیردرخطیها (هیدروفون^۱) را نام برد.

۳. کاربردهای پزشکی: فیبرنوری برای تشخیص بهتر بیماری ها وانجام آزمایشهای گوناگون در علم پزشکی کاربرد فراوان دارد که از آن جمله می توان تشعشع سنجی (دُزیمتری^۲) غدد سرطانی، شناسایی نارسایی های داخلی بدن، جراحی لیزری، اندازه گیری مایعات و خون و همچنین استفاده های متعدد در دندانپزشکی نام برد.

۴. کاربردهای صنعتی: برای چک کردن جوش هایی که در لوله ها و موتورها به صورت ماشینی اجرا می شود.

۵. کاربرد فیبر نوری در مخابرات

3-1 تاریخچه فیبر نوری در مخابرات

پس از اینکه لیزر در سال ۱۹۶۰ میلادی اختراع شد، ایده اولیه بکارگیری [۲] فیبر نوری برای انتقال اطلاعات شکل گرفت. خبر ساخت اولیه فیبر نوری در سال ۱۹۶۶ در کشورهای انگلیس و فرانسه منتشر شد اما با ا سقبال عمومی مواجه نشد. پس از یک سال تلاش های بی وقفه و شبانه روزی سازندگان، ائتلاف فیبرنوری کاهش پیدا کرد و به میزاری رسید که قابل مقایسه با سیم های کواکسیکال بود. در کشور ما نیز در اوایل دهه ۶۰ یک مجتمع تولیدی فیبرنوری در تهران آغاز به کار کرد و در سال ۱۳۷۳ تولید فیبرنوری در کشور آغاز شد.

برای برقراری ارتباط و انتقال پیام وجود سه عنصر اصلی فرستنده و گیرنده و محیط انتشار ضروری است. در سیستمهای مخابراتی کابل به عنوان یکی از محیط های انتشار و انتقال سیگنال وب عبارت دیگر اطلاعات از فرستنده به گیرنده بکار می رود. با توجه به اینکه کابل های مسی بسیار

۱- Hydrophone

۲- Dosimetry