



دانشگاه زنجان

دانشکده مهندسی

گروه برق

پایان نامه کارشناسی

گرایش: مخابرات

عنوان: فیبرهای کریستالی فوتونی

استاد راهنما: دکتر حبیب اله زلفخانی

نگارش: ابراهیم ربیعپور

بهمین 89

فهرست مطالب و ضمایم

پایان نامه کارشناسی

مقدمه

۱

فصل اول: آشنایی با فیبر کریستالی فوتونی

۴

فیبر نوری چیست؟

۴

اجزای فیبر نوری

۵

انواع فیبر نوری

۶

سیستم ارتباط به وسیله فیبر نوری

۹

تاریخچه مختصر فیبر کریستالی فوتونی

۱۱

فصل دوم: تکنیک‌های ساخت فیبر کریستالی فوتونی

۱۶

فصل سوم: مزایا و کاربردها

۲۳

مزایای فیبر نوری

۲۳

یک

انسان نامه کارسناسی

فصل چهارم: بهدست آوردن ضریبشکست موثر

فهرست واژه‌های مخفف

۳۳

۳۸

۵

چکیده مطالب

در فصل اول، ابتدا توضیحات کوتاهی در مورد فیبر نوری و انواع و اجزای آن و سیستم ارتباط به

وسیله فیبر نوری آمده سپس خلاصه‌های کوتاه از PCF ها ارائه شده است.

در فصل دوم روشهای تولید مورد بررسی قرار گرفته‌اند.

در فصل سوم بسیاری از مزایا و کاربردهای فیبرهای نوری علی‌الخصوص PCF ها مورد بحث قرار

میگیرند.

در فصل چهارم در مورد روشهای بهدست آوردن ضریبشکست موثر فیبر کریستالی فوتونی صحبت

شده و در مورد روش ضریبشکست موثر تمام‌برداری بحث شده و با بهدست آوردن معادلات مربوط

به ضریبشکست موثر و غلاف فیبر کریستال فوتونی، با استفاده از نمودار اثر پارامترهای مختلف بر

این دو توضیح داده شده است.

مقدمه:

استفاده از نور به‌عنوان وسیله‌ای برای ارتباط، پدیده‌ی جدیدی نیست. بشر اولیه از نور برای ارسال پیام

استفاده میکرد و با فرستادن علائم به‌صورت دود که خود نوعی ارتباط نوری بود مقاصد خاصی را به

دیگران ابراز مینمود. تا مدت‌ها دود تنها وسیله‌ی ارتباطی میان افراد قبایل دور از هم به‌شمار میرفت.

بشر پس از مدتی دریافت که از نور میتوان برای فرستادن پیام و رمز از طریق فانوسهای دریایی نیز بهره

بگیرد. تجربیات اولیه و ابتدایی بشر در قرون بعد به‌صورت پیشرفته‌تری به‌کار گرفته شد.

برای برقراری ارتباط و انتقال پیام، وجود فرستنده و گیرنده و محیط انتشار ضروری است. در

سیستمهای مخابراتی کابل به‌عنوان یکی از محیطهای انتشار و انتقال اطلاعات از فرستنده به گیرنده

به‌کار میرود. بشر از مدت‌ها پیش فکر استفاده از کابلهای دیگر به‌جای کابل فلزی را در سر می‌پیرواند و

برای جایگزینی سیستم کم‌هزینه اما دارای کیفیت بهتر و کاربرد بیشتر، «شیشه و نور» را برای ارسال

اطلاعات، راه حل منطقی و مناسبی یافت و در نهایت الیاف نوری را مناسبتر از کابلهای فلزی تشخیص

داد.

اولین کسانی که در قرون اخیر به فکر استفاده از نور افتادند، انتشار نور را در جو زمین تجربه کردند. اما

وجود موانع مختلف نظیر گرد و خاک، دود، برف، باران، مه و ... انتشار اطلاعات نوری را در جو با مشکل

مواجه ساخت. بعدها استفاده از لوله و کانال برای انتشار نور مطرح گردید. نور در داخل این کانالها به

وسیلهی آینهها و عدسیها منتشر میشد، اما از آنجا که تنظیم این آینهها و عدسیها کار بسیار مشکلی بود، این کارها هم غیرعملی تشخیص داده شد و مطرود ماند.

کاکو و کوکهام انگلیسی برای اولین بار استفاده از شیشه را بهعنوان محیط انتشار مطرح ساختند. آنان

مبنای کار خود را بر آن گذاشتند که به سرعتی حدود ۱۰۰ مگابیت بر ثانیه و بیشتر بر روی محیطهای

انتشار شیشه دست یابند. این سرعت انتقال با تضعیف زیاد انرژی همراه بود. این دو محقق انگلیسی،

اتلاف انرژی را تا آنجا میپذیرفتند که کمتر از ۲۰ دسیبل باشد. اگرچه آنان در رسیدن به هدف خود

ناکام ماندند، اما شرکت آمریکایی «کورنینگ گلس» به این هدف دست یافت. در اوایل سال ۱۹۶۰

میلادی با اختراع اشعهی لیزر ارتباطات فیبر نوری ممکن گردید.

بهنحوی که طرح یک منبع نوری تعدیل شده که بتواند اطلاعات را انتقال دهد ارائه شد. در سال ۱۹۶۶

میلادی، دانشمندان در این نظریه که نور در الیاف شیشههای منتشر میشود پیشرفت کردند که حاصل آن

از کابلهای معمولی بسیار سودمندتر بود. چرا که فیبر نوری بسیار سبکتر و ارزانتر از کابل مسی است و

در عین حال ظرفیت انتقالی تا چندین برابر کابل مسی دارد.

در عصر کامپیوترها و ماهوارهها بشر میتواند در آن واحد تصویر، صدا و دیگر اطلاعات مورد نیاز خود را

در حداقل زمان دریافت یا ارسال کند. همزمان با ورود به قرن ۲۱ توجه دستاورد کاران صنعت مخابرات و

مراکز تحقیقاتی به فناوری روز دنیا؛ یعنی فیبر نوری بیشتر شد و بهاعتقاد یکی از کارشناسان ارتباطات،

با استفاده از فیبر نوری زیرساختهای محلی و شهری ارتباطات قادر خواهد بود با سرعت بیشتر و کیفیت

بتر به یکدیگر و به زیرساختهای منطقهای و جهانی اطلاعات بپیوندند.

فیبرهای نوری از شیشه‌ی شفاف و خالص ساخته میشوند و میتوانند اطلاعات دیجیتالی را در فواصل

دور انتقال دهند. از آنها همچنین برای عکسبرداری پزشکی و معاینه‌های فنی در مهندسی مکانیک

استفاده میشود. [۱]

فیبرهای کریستالی فوتونی (PCF ها)، از اوایل سال ۱۹۹۶ به‌عنوان موجبر کم‌تلفات مورد استفاده قرار

گرفته‌اند. اولین ظهور، چهار سال از توسعه‌ی تکنولوژیکی را به‌خود اختصاص داد و سپس تکنیکهای

تولید و ساخت، بیشتر و بیشتر مورد تاکید قرار گرفت. اکنون ساخت ساختار میکروسکوپی در فیبرهای

کریستالی فوتونی هوا - شیشه به‌منظور دستیابی به درجه‌ی دقت ۱۰ نانومتری در طیف $1 \mu\text{m}$

امکانپذیر شده که باعث کنترل چشمگیر خواص نوری کلیدی مثل انتشار، شکست مضاعف، خواص غیر

خطی و موقعیت و عرض PBG (شکاف باند نوری) ها در روکش فلزی کریستالی فوتونی متناوب،

میشود. PCF در این روش دامنه‌ی احتمالات فیبر نوری را با افزایش ویژگیهای مستقر و معرفی

ویژگیهای جدید مثل انتشار کم تلفات در هسته‌ی توخالی بالا میبرد. [۲]

فصل اول

آشنایی با فیبر کریستالی فوتونی

فیبر نوری چیست؟



فیبرهای نوری رشته‌های بلند و نازکی از

شیشه‌ی بسیار خالصند که همان طور که در

شکل روبرو میبینید، ضخامتی در حدود قطر

موی انسان دارند. آنها در بسته‌هایی که نام

کابل‌های نوری کنار هم قرار داده میشوند و

برای انتقال سیگنال‌های نوری در فواصل دور

مورد استفاده قرار میگیرند.

شکل شماره ۱: شکل ظاهری یک فیبر نوری

فیبر نوری از پالسهای نور برای انتقال داده‌ها از طریق تارهای سیلیکون بهره میگیرد. یک کابل فیبر

نوری که کمتر از یک اینچ قطر دارد میتواند صدها هزار مکالمه‌ی صوتی را حمل کند. فیبرهای نوری

تجاری ظرفیت $5/2$ گیگا بایت در ثانیه تا 10 گیگا بایت در ثانیه را فراهم میسازند.

اجزای فیبر نوری:

هسته^۱: درونی ترین لایه را هسته مینامند. هسته معمولاً شامل یک تار کاملاً بازتاب کننده از شیشه‌ی دانشگاه مهندسی

خالص است. هسته در بعضی از کابلها از پلاستیک کاملاً بازتابنده ساخته میشود، که هزینه‌ی ساخت را

پایین می‌آورد. با این حال، یک هسته‌ی پلاستیکی معمولاً کیفیت شیشه را ندارد و بیشتر برای حمل

داده‌ها در فواصل کوتاه به کار میرود.

لایه‌ی روکش^۲:

به داخل هسته میشود.

روکش محافظ^۳: روکشی پلاستیکی که فیبر نوری را در برابر رطوبت و آسیب دیدن محافظت میکند.

صدها یا هزاران عدد از این رشته‌های فیبر نوری به‌صورت بستهای در کنار هم قرار داده میشوند که به

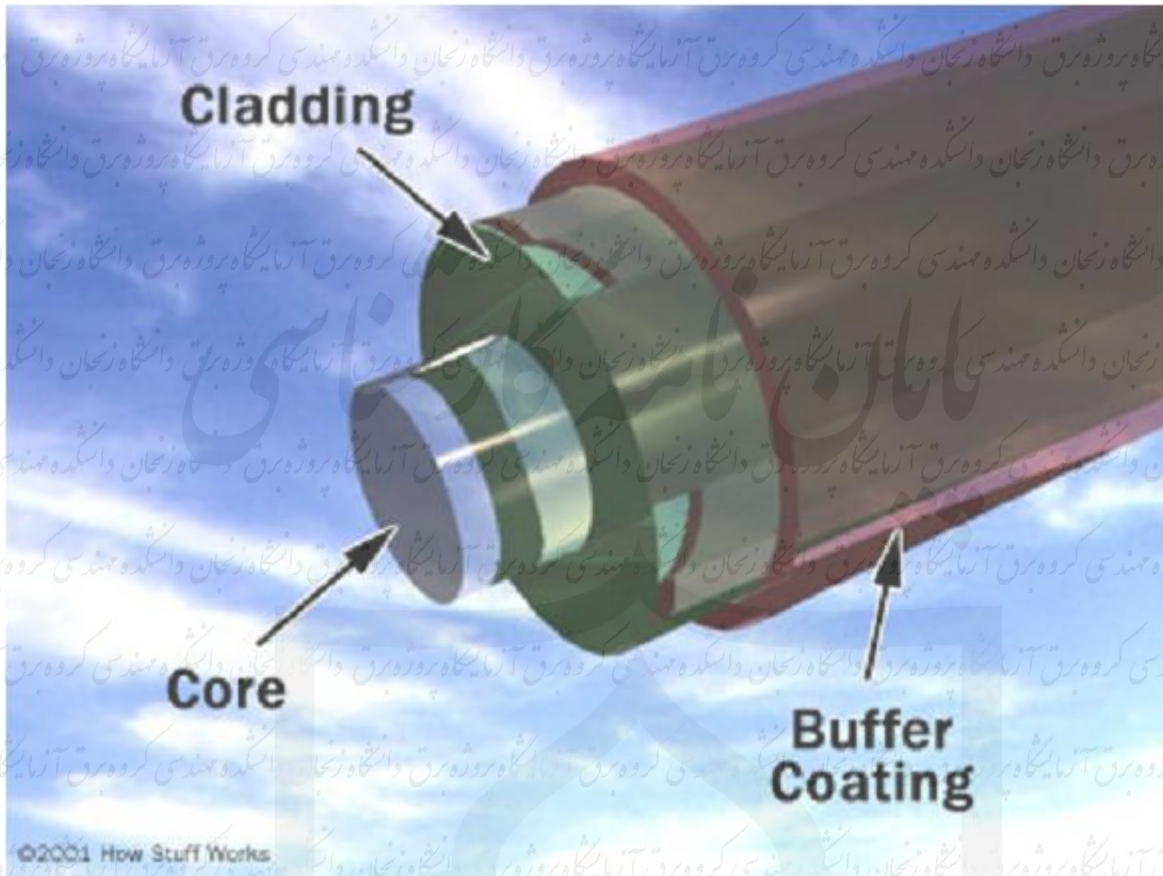
آن کابل نوری گویند. این دسته از رشته‌های فیبر نوری با یک پوشش خارجی موسوم به ژاکت یا غلاف

محافظت میشوند.

1- Core

2- Cladding

3- Buffer Coating



شکل شماره ۲: اجزای مختلف یک فیبر نوری

انواع فیبر نوری:

فیبرهای نوری دو نوعند:

فیبرهای نوری تک وجهی (تک حالتی): این نوع از فیبرها هسته‌های کوچکی دارند (قطری در حدود

۹ میکرون) و میتوانند نور لیزر مادون قرمز (با طولموج ۱۳۰۰ تا ۱۵۵۰ نانومتر) را درون خود منتشر

کنند. از این فیبرها به‌منظور ارسال یک سیگنال در هر فیبر استفاده میشود. (نظیر تلفن)

پایان نامه کارشناسی

دانشجویان محترم:

جهت دسترسی به متن کامل پایان نامه ها به کتابخانه دانشکده مهندسی و یا آزمایشگاه پروژه گروه برق مراجعه فرمایید.



آزمایشگاه گروه برق

مراجع

[۱] امینی جاوید، حسن، "فیبر نوری و کاربردهای آن"

[2] Russel, Philip St.j, "Photonic-Vrystal Fibers" , Journal Of Lightwave Technology, Vol. 24, No. 12, pp 4729-4749, 2006

[3] Cerqueira S. Jr, Arismar, "Technological development of photonic crystal fibers and hybrid PCF", Microwave and Optics department , state university of campinas

[4] اسمعیلی سراجی، فرامرز و اصغری، فاطمه، "تعیین ناحیه تکمدی فیبرهای کریستال فوتونی با

استفاده از روش تمام برداری" ، شانزدهمین کنفرانس انجمن اپتیک و فوتونیک ایران

[5] چهرهقانی انزابی ، لیلا ، اسمعیلی سراجی، فرامرز و توکل همدانی ، فرزاد ، "تحلیل اثر پارامترهای

شعاع خمش، فاصله حفره‌های هوا و طول موج بر ضریب شکست موثر فیبر کریستال فوتونی خمیده" ،

چهاردهمین کنفرانس اپتیک و فوتونیک ایران