

## بررسی اتلاف در فیبرهای نوری با جنس های مختلف

شهره دباغ، حسین گل نابی

**چکیده:** در این مطالعه آزمایشی بیان شده که توان خروجی فیبرهای نوری با جنس های مختلف در طول ثابت برای سه منبع نور دیود نوری قرمز، لامپ سفید و لیزر اندازه گیری شده است و نتایج مورد تحلیل قرار گرفته است. لیزر به عنوان منبع نور همدوس و دیود و لامپ سفید به عنوان منبع نور غیرهمدوس مورد مطالعه قرار گرفته است. طی آزمایش دیگری اثر طول بررسی شده که به صورت دلخواه دو اندازه  $L=4$  سانتی متر و  $L=52/5$  سانتی متر از فیبرهای نوری را انتخاب کرده و توان خروجی را برای آنها برای هر سه منبع اندازه گیری کرده و نتایج طی نمودارهایی مورد بررسی قرار گرفته است. طبق آنها، آن فیبر نوری که ماکزیمم توان خروجی را دارد برای طول های کوتاه معرفی شده است. منبع نور لیزر نیز بهترین منبع برای انتقال نور در فیبرهای نوری معرفی شده است.

**واژه های کلیدی:** تلف، توان خروجی، فیبر نوری، منبع نور

### ۱- مقدمه

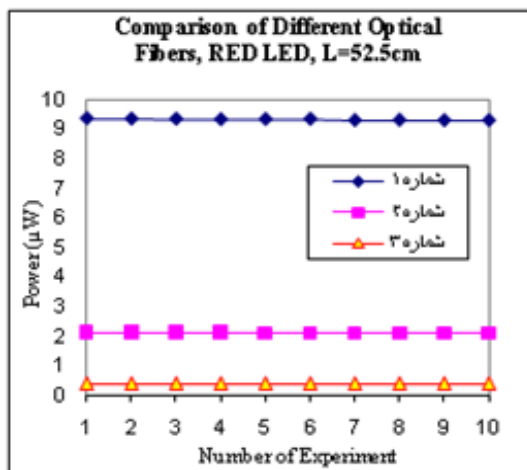
برخورد با ناهمگونی و بی نظمی در شیشه است. پراکندگی شامل دو قسمت است پراکندگی ریلی و پراکندگی میه [۳،۴]. اما عامل سوم پدید آورنده اتلاف در فیبرهای نوری خمشی های شدید فیبر است که باعث نشت نور به پوسته فیبر و فرار آن می شود، در صورتی که معمولاً این پرتو نور باید منعکس شود. شعاع بحرانی که در آن اتلاف نور مشکل ساز می شود حدود ۲ الی ۳ میلی متر در فیبرهای شیشه ای است. این اتلاف در فیبرهای نوری باعث می شود که میزان نور خروجی بسیار کم شود. اتلاف در فیبرهای نوری در جهان در حال بررسی است [۷]. در این مطالعه سه فیبر نوری با جنس های مختلف مورد بررسی قرار گرفته اند و توان های خروجی آنها با یکدیگر مقایسه شده و بهترین فیبر نوری برای طول های کوتاه معرفی گردیده است. این بررسی در ایران تاکنون انجام نشده است.

### ۲- روش آزمایش

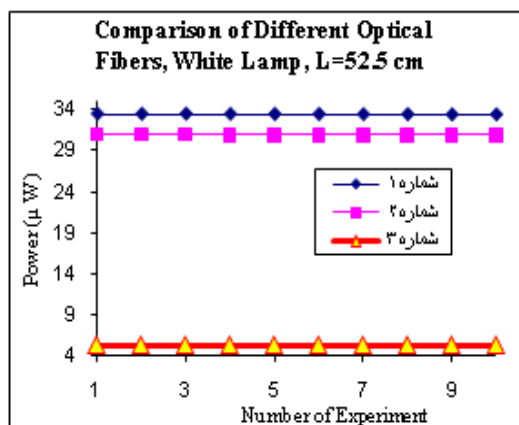
این آزمایش شامل سه منبع نور ۱- دیود قرمز ۲- لامپ سفید ۳- لیزر نیم رسانا می باشد. سه فیبر نوری از جنس های مختلف که هر کدام شماره گذاری شده اند

توان عبوری در فیبرهای نوری از مسائل بسیار با اهمیت به شمار می رود. یک نکته مهم در کاربرد فیبرهای نوری میزان اتلاف یا تضعیف در آنهاست. چند عامل به اتلاف نور در فیبر نوری کمک می کند که از آن جمله می توان از اثرات جذب نور، پاشندگی یا پراکندگی نور و همچنین خمش فیبر نام برد. جذب نور به دلیل وجود ناخالصی های موجود در فیبر است [۱]. این ناخالصی ها حتی ممکن است قطرات آبی باشند که در هنگام ساخت فیبر درون شیشه نهفته می شوند و می توانند طول موج های معینی از نور را جذب کنند. جذب به علت بعضی نوسانات ساختاری در بعضی طول موجهای خاص رخ می دهد مانند (Ge-O) در ۱۱ میکرومتر و (P-O) در ۸/۱ میکرومتر و (B-O) در ۷/۲ میکرومتر و (Si-O) در ۹/۲ میکرومتر. پراکندگی نور به دلیل تغییر [۲]، نور در جهت انتشار یک پرتو توسط

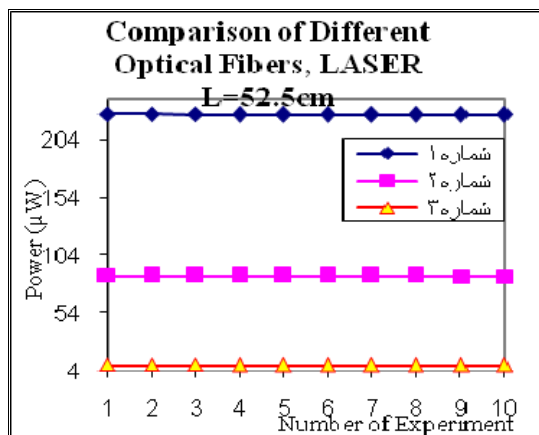
داده که در شکل ۳ و ۴ قابل مشاهده است.



شکل ۲- مقایسه توان خروجی سه فیبر نوری با جنس های مختلف برای منبع نور دیود قرمز.

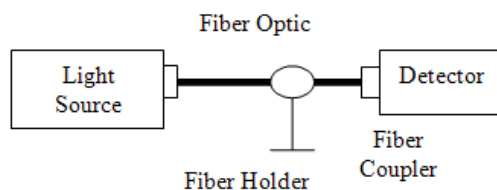


شکل ۳- مقایسه توان خروجی سه فیبر نوری با جنس های مختلف برای منبع نور لامپ .



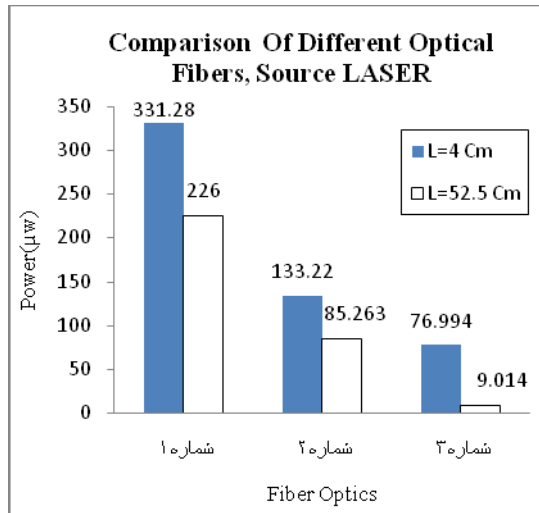
شکل ۴- مقایسه توان خروجی سه فیبر نوری با جنس های مختلف برای منبع نور لیزر

مورد استفاده قرار گرفته است که قطر این فیبر ها به ترتیب برای فیبر شماره ۱، ۲ و ۳ عبارتند از ۸۵۰، ۷۰۰ و ۵۰۰ میکرومتر. برای اندازه گیری توان خروجی از یک آشکارساز نوری استفاده شده است این آشکار ساز Sanwa, OPM۳۷, LAN می باشد [۵]، که قسمت حساس به نور آن یک دیود نوری سیلیکونی است و یک صفحه نمایش دیجیتالی دارد و در طول موج های زیر به طور مستقیم کار می کند ۶۵۰، ۷۸۰، ۸۰۰، ۸۵۰، ۸۸۰ نانومتر. در این تحقیق از طول موج ۶۵۰ نانومتر استفاده شده است. دقت اندازه گیری این دستگاه ۵٪ + در طول موج های ذکر شده است. این آشکار ساز توان خروجی را در دو حالت وات و دسی بل سنج (mBd) نشان می دهد. نگهدارنده هایی برای ثابت نگه داشتن فیبر نوری و افزایش دقت آزمایش استفاده شده است. فیبر های نوری در دو طول  $L=52/5$  سانتی متر و  $L=4$  سانتی متر بریده شده است. ابتدا و انتهای آنها را سمباده کشیده و در واقع سطح آنها را صاف و صیقلی نموده اند. این عمل باعث کاهش اتلاف از دو سر فیبر به هنگام کوپلاژ با منبع نور و یا آشکار ساز خواهد شد اساس این آزمایش در شکل (۱) دیده می شود.



شکل شماره ۱: دیاگرام آزمایش

پس از آماده شدن فیبرها ابتدا به منبع نور دیود قرمز وصل کرده و منبع تغذیه را بر روی ۴/۵ ولت تنظیم کرده و توان خروجی یادداشت شده است. در هر اندازه گیری به طور متوالی ۱۰ عدد را خوانده و با توجه به آن اعداد، نمودار توان خروجی از فیبر مورد نظر رسم شده است. این کار را برای هر سه فیبر شماره گذاری شده انجام داده اند در شکل ۲ می توان آن را مشاهده کرد. در آزمایش دیگری این کار را برای لامپ سفید (در ۱۲ ولت) و سپس برای لیزر دیودی (در ۱۰ ولت) انجام

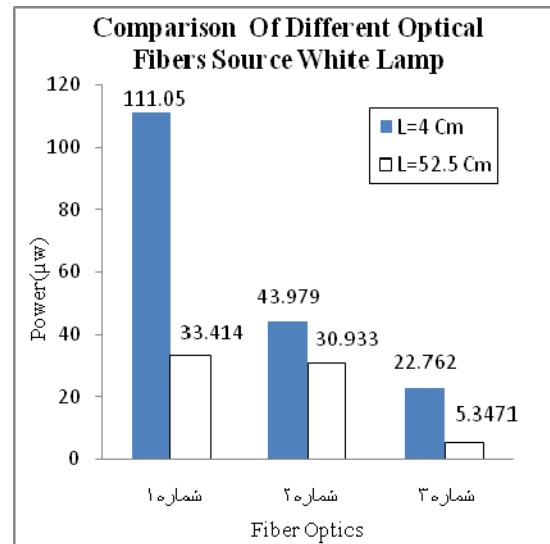


شکل ۷- مقایسه سه فیبر نوری با جنس های مختلف در هر دو اندازه  $L=4$  سانتی متر و  $L=52/5$  سانتی متر برای منبع نور لیزر.

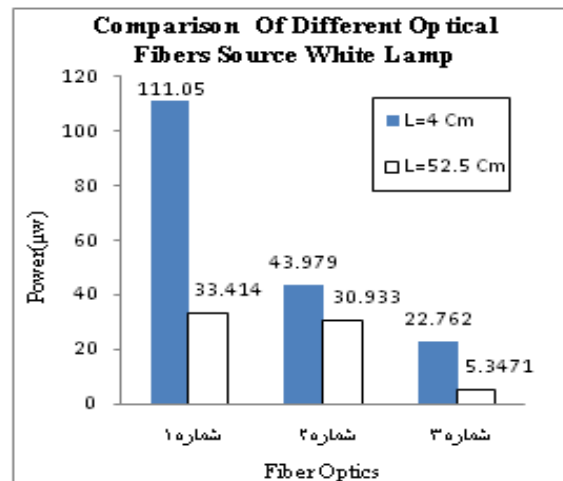
### ۳- نتیجه گیری

با استفاده از نمودار های بالا می توان به چند نکته اشاره کرد: در شکل (۲، ۳ و ۴) مشاهده می شود که توان خروجی به جنس فیبر ها بستگی دارد در هر سه شکل فیبر نوری شماره (۱)، بیشترین توان خروجی و فیبر نوری شماره (۳) کمترین توان خروجی را دارد. فیبر نوری شماره (۱) بزرگترین سطح مقطع را دارد این نیز یکی از عوامل موثر در ماکزیمم بودن توان خروجی اش است. کمترین توان خروجی مربوط به فیبر نوری شماره (۳) بود. جنس فیبر نوری شماره (۱)، پلاستیکی و شماره (۳)، شیشه بوده است و این نتایج نشان می دهد که در طول های کوتاه فیبرهای پلاستیکی بسیار بهتر از فیبرهای شیشه ای [۶]، عمل می کنند. فیبرهای پلاستیکی [۷]، به خاطر داشتن سطح مقطع بزرگ، انعطاف پذیری بالا و راحتی اتصال به منبع نور و آشکار ساز بسیار مورد توجه هستند. از آنها در اتومبیل و وسایل صوتی و تصویری استفاده می شود. همچنین نوع منبع نور در اندازه توان خروجی موثر است مثلا برای فیبر نوری شماره ۱، در حالت دیود نوری قرمز توان خروجی  $9/067$  برای لامپ سفید  $33/414$  و برای لیزر

طی آزمایش دیگری می توان اثر طول را برای این فیبرها با جنس های مختلف بررسی کرد. یک بار توان خروجی برای طول  $L=52/5$  سانتی متر و بار دیگر برای طول  $L=4$  سانتی متر را اندازه گرفته و میزان نور رسیده به آشکار ساز، در دو حالت بررسی شده است که همانند آزمایش قبل این کار برای هر سه منبع نور گفته شده انجام شده و در شکل های (۵، ۶ و ۷) قابل مشاهده است.



شکل ۵- مقایسه توان خروجی سه فیبر نوری با جنس های مختلف در هر دو اندازه  $L=4$  سانتی متر و  $L=52/5$  سانتی متر برای منبع نور دیود قرمز.



شکل ۶- مقایسه توان خروجی سه فیبر نوری با جنس های مختلف در هر دو اندازه  $L=4$  سانتی متر و  $L=52/5$  سانتی متر برای منبع نور لامپ سفید.

فیبر برای هماهنگی ضریب شکست (۳)- استفاده از منابع نوری همدوس و تا حد ممکن تکفام (۴)- استفاده از فیبرهای پلاستیکی برای انتقال اطلاعات در فواصل کوتاه.

## مراجع

- [1] Dandridge A., Giallorenzi T. G., Bucaro A., Sigel G.H., *Optical fiber sensor technology*, IEEEJ, quantum electronic, 1982, pp. 262-665.
- [2] Senior J. M., *Optical Fiber Communications: Principles and practice*, 2<sup>nd</sup> Ed, prentice-Hall International, 2002.
- [3] Hoss R. J., *Fiber optic communications design handbook*, Prentice-Hall Int. Edition, New Jersey, 1990, pp.108-111.
- [4] Ramsay M.M. and Hockham, G.A., *Propagation in optical fiber waveguides*, in C.P.Sandbank(Ed), *Optical fiber communication systems*, 1980, pp.25-41.
- [5] <http://www.sanwa-meter.co.jp>
- [6] Golnabi H., and Azimi P., *Design and operation of a double-fiber displacement sensor*, Optics Communications, 281(4), 2008, pp.614-62.
- [7] Golnabi H., and Azimi P., *Design and performance of a plastic optical fiber leakage sensor*, Optics & Lasers Technology, 39 (7), 2007, pp.1346-1350.

۲۲۶/۲۵ میکرو وات می‌باشد. در واقع منابع نوری نا همدوس (دیود نوری قرمز- لامپ سفید) چون نور را در فضا تحت زاویه  $4\pi$  رادیان پراکنده می کنند تلف پراکندگی برای این نوع منابع بسیار بیشتر از منبع نور همدوس مثل لیزر است. لیزر نور را به صورت تکفام و با کمترین واگرایی منتشر می کند و این در نتایج بدست آمده کاملا مشهود است. در شکل (۵، ۶ و ۷) مشاهده می شود که با افزایش طول فیبر، میزان توان خروجی کاهش می یابد در واقع مقداری از نور منتشر شده در فیبرهای نوری با افزایش طول از بین می رود. توان خروجی در طول  $L=4$  سانتی متر، بیشتر از طول  $L=52/5$  سانتی متر است. در حالت کلی می توان گفت چند عامل در بررسی تلف قابل تامل است: ۱- جنس فیبر: بسته به اینکه درصد خلوص مواد ساخته شده آن چقدر باشد و همچنین این فیبر طی چه فرآیندی ساخته شده باشد، تلف فیبر کم یا زیاد می شود. ۲- توان خروجی: به نوع فیبرهای نوری و منبع نور استفاده شده بستگی دارد. ۳- طول فیبر نوری: هرچه طول فیبر بیشتر شود میزان تلف آن افزایش می یابد لازم به ذکر است که تلف خمش در کار ما وارد نشده چون از یک پایه نگهدارنده برای فیبرها استفاده شده است. در مجموع آزمایشها نشان می دهد که برای کاهش تلف می توان (۱)- به برطرف کردن نقص به خاطر فرآیند ساخت شیشه در هسته فیبرهای نوری پرداخت. (۲)- دقت در کنترل شکل دهی و پوشش