

طراحی و تحلیل فیبر چند هسته‌ای با شیار کمکی برای کاربرد انتقال داده با سرعت زیاد

علیرضا قانع‌زاده^{۱*}، محمدعلی منصوری بیرجندی^۲

^۱ دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر، دانشگاه سیستان و بلوچستان

1. a.ghanecizadeh@gmail.com 2. mansouri@ece.usb.ac.ir

چکیده - با توجه به رشد ترافیک انتقال داده و محدودیت فیزیکی فیبر نوری تک مد، نیاز به استفاده از فیبرهای جدید برای رفع تقاضای انتقال داده با سرعت زیاد ضروری می‌شود. در این مقاله، ابتدا با استفاده از تئوری تزویج مد و حل معادله موج در فیبر، هم‌شنوایی بین‌هسته‌ای محاسبه شده است. سپس، با طراحی دو مدل فیبر هفت‌هسته‌ای با شیار کمکی حول هسته و بدون آن برای مسافت انتشاری 100 km با شعاع خمش 120 mm ، نشان داده شده است که هم‌شنوایی با شیار کمکی نسبت به حالت بدون شیار کمکی، به میزان $37/13\text{ dB}$ بهبود می‌یابد. در انتها، شعاع آستانه خمش و اثر خمش بر هم‌شنوایی بین هسته‌های مجاور در شش اندازه مختلف شیار کمکی در فیبر ۱۲ هسته‌ای بررسی شده است. نتایج، بهبود هم‌شنوایی از تغییر عرض ناحیه شیار از $4/2$ به $6/3$ میکرومتر را در شعاع خمش 500 میلی‌متر به میزان $39/12\text{ dB}$ نشان می‌دهد.

کلید واژه- شیار کمکی، فیبر چند هسته‌ای، هم‌شنوایی

۱- مقدمه

مدولاسیون فضایی با استفاده از فیبرهای چند هسته‌ای یا MCF (Multi-core fiber) و فیبر چند مدی برای غلبه بر محدودیت ظرفیت شانون (Shannon)، بسیار بررسی شدند [۵]. انتظار می‌رود که فیبر چند هسته‌ای به عنوان نسل جدید فیبر نوری که به منظور غلبه بر محدودیت خطوط بلند انتقال داده استفاده شوند. برای اینکه هر هسته به عنوان یک موجبر ارتباطی مجزا کار کند باید هم‌شنوایی بین هسته‌ای کاهش یابد [۶]. اخیراً، انتقال داده با هم‌شنوایی کم در مسافت طولانی، چندین نوع فیبر چند هسته‌ای هم‌جنس با هسته‌های یکسان طراحی و ساخته شده است [۵]. با توجه به شعاع محدود فیبر، به منظور افزایش تعداد هسته‌ها به عنوان کانال مجزا در درون فیبر، باید هسته‌ها تا حد امکان به هم نزدیک شوند. برای این هدف، راه‌های گوناگونی از جمله تغییرات در شعاع یا ضریب شکست هسته فیبر و یا استفاده از شیار کمکی یا حفره‌های کمکی حول هر هسته به جهت کاهش توان انتقالی بین هسته‌ها مطرح شده است [۴،۳،۷].

اولین بار که سیستم‌های مخابراتی فیبر نوری در سه دهه گذشته استقرار یافتند، ظرفیت حمل شده توسط فیبرهای نوری تک‌مد با نرخ رشد عجیبی به 10000 برابر افزایش یافته است. بیشترین نرخ رشد ظرفیت انتقال داده در دو دهه اول بود و در دهه گذشته با نرخ کمتر 10 برابر رشد ظرفیت انتقال داده با فیبر تک‌مد بوده است. در همان سه دهه گذشته، رشد ترافیک شبکه‌ی مخابراتی 100 برابر افزایش داشته است و بیشترین رشد ترافیک در چند سال اخیر اتفاق افتاده است [۱].

محدودیت غیرخطی ظرفیت در فیبر تک‌مد وجود دارد و چگونگی تحقق افزایش نمایی تقاضای ظرفیت انتقال داده در هر فیبر، از برجسته‌ترین موضوعات امروز، در زمینه خاص خود است [۴،۲]. در سال‌های اخیر چندین نوع مدولاسیون از جمله