پنجمین کنفرانس ملی فناوری های نوین در مهندسی برق و کامپیوتر
۳۰ شهریور ماه ۱۴۰۱ - اصفهان
ISC پایگاه استنادی علوم جهان اسلام ۰۱۲۲۰-۹۰۱۳۵

# ارایه روشی جهت جبران متریک پاشندگی در سیستم های ارتباطی نوری

زهره صفری الیزه، گروه کامپیوتر ، دانشگاه علمی کاربردی جامعه اسلامی کارگران اصفهان ، ایران [۱]
mahdiar5889@gmail.com

ساراياوری ، گروه کامپیوتر ، دانشگاه علمی کاربردی جامعه اسلامی کارگران اصفهان ، ایران [۲]
Sarayavari1975@gmail.com

فرید پرورش ، دانشکده مهندسی برق، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد نجف آباد، نجف آباد، ایران [۳*]

faridparvaresh@sel.iaun.ac.ir

فاطمه آقابابایی ، گروه کامپیوتر ، دانشگاه علمی کاربردی جامعه اسلامی کارگران اصفهان ، ایران [۴] fatemeh13800226@gmail.com

نویسنده مسئول: فرید پرورش

## چکیده

کابل های فیبر نوری به علت کاربردهای بی شماری که دارد، برای استفاده در سیستم های مخابراتی نوری بسیار مورد توجه قرار گرفته اند. کابل های فیبر نوری برخلاف مزایای متعددی که دارد از معایبی نیز برخوردار هستند. از جمله این معایب می توان اثر پاشندگی را نام ببرد. اثر پاشندگی یکی از عوامل موثر در کاهش عملکرد کارایی فیبر نوری در سیستم های ارتباطی نوری است. امروزه روش های متنوعی جهت جبران این پاشندگی ارائه شده است. براساس شبیه سازی های انجام شده در سیستم های ارتباطات فیبر نوری، نشان داده شده است استفاده از فیبر نوری شکل همراه با مدولاسیون NRZ با مدولاتور خارجی نوری ماخ زندر ، میزان پاشندگی را در حد قابل قبولی بهبود داده است. در این پژوهش، عملکردهای روش جبران پاشندگی مختلف به وسیله تحلیل نمودارهای چشمی و سیگنال های ورودی و خروجی مورد بررسی قرار گرفته اند. نتایج حاصل از شبیه سازی با استفاده از رویکرد optisystem نشان می‌دهد که روش پیشنهادی موجب کاهش پاشندگی در در سیستم های مخابراتی نوری شده است.

**واژه های کلیدی :** سیستم های مخابراتی نوری، فیبر نوری ، مدولاسیون ،جبران پاشندگی

## ۱- مقدمه:

در دهه های اخیر، با پیشرفت های فناوری های جامعه بشری، علاقه به استفاده از سیستم های ارتباطی نوین بین دو نقطه افزایش یافته است. امروزه، سیستم‌های ارتباطی نوری در حوزه وسیعی از انتقال پیام‌های تک بیتی گرفته تا اشتراک‌گذاری چند رسانه‌ای که به پهنای باند بالایی نیاز دارد، خدمت می‌کنند[۲ ،۱]. کابل های فیبر نوری به علت مزایا و کاربردهای بی شماری که دارد، برای استفاده در سیستم های مخابراتی نوری بسیار مورد توجه قرار گرفته اند. کابل های فیبر نوری برخلاف مزایای متعددی که دارد از معایبی نیز برخوردار هستند. از جمله این معایب می توان اثر پاشندگی را نام ببرد. اثر پاشندگی یکی از عوامل موثر در کاهش عملکرد کارایی فیبر نوری در سیستم های ارتباطی

www.SID.ir

نوری است. از زمان اختراع فیبر نوری توری شکل (FBG)، تحلیل، بررسی و مطالعات فراوانی روی ویژگی‌های آن انجام شده. درسال های اخیر تحقیقات روی بهبود عملکرد فیبر نوری و کاهش اثراتی که موجب تاثیر در کاهش عملکرد آن ها در ارسال داده ها به مسیرهای دور برد می شود، انجام شده است. شیوه های مورد بررسی ، شامل تحقیقات شبیه سازی و شبیه سازی آزمایشگاهی است [۳]. Optisystem یک نرم افزار شبیه سازی سیستم های مخابراتی مبتنی بر فیبر نوری است که به محققان کمک می کند تا تمام انواع موقعیت ها را در سیستم های مخابراتی فیبر نوری طراحی، تست و شبیه سازی کند. از این رو، این نرم افزار قابلیت بررسی دستگاه های لایه فیزیکی تا سیستم مخابراتی نوری را دارد تا جایی که هر شرایط را می توان به وسیله متریک های شبیه سازی تغییر داد.

در این مقاله سیستم ارتباطی فیبر نوری با جبران پراکندگی بر اساس FBG ساخته شده است. شبیه سازی براساس پیش جبران، پس جبران و جبران متقارن می باشد. عملکردهای روش جبران پاشندگی مختلف به وسیله تحلیل نمودارهای چشمی و سیگنال های ورودی و خروجی مورد بررسی قرار گرفته اند. نتایج حاصل از شبیه سازی با استفاده از رویکرد optisystem نشان می‌دهد که روش پیشنهادی موجب کاهش پاشندگی در در سیستم های مخابراتی نوری شده است.

## ۲- مقدمه‌ای بر تکنولوژی جبران FBG

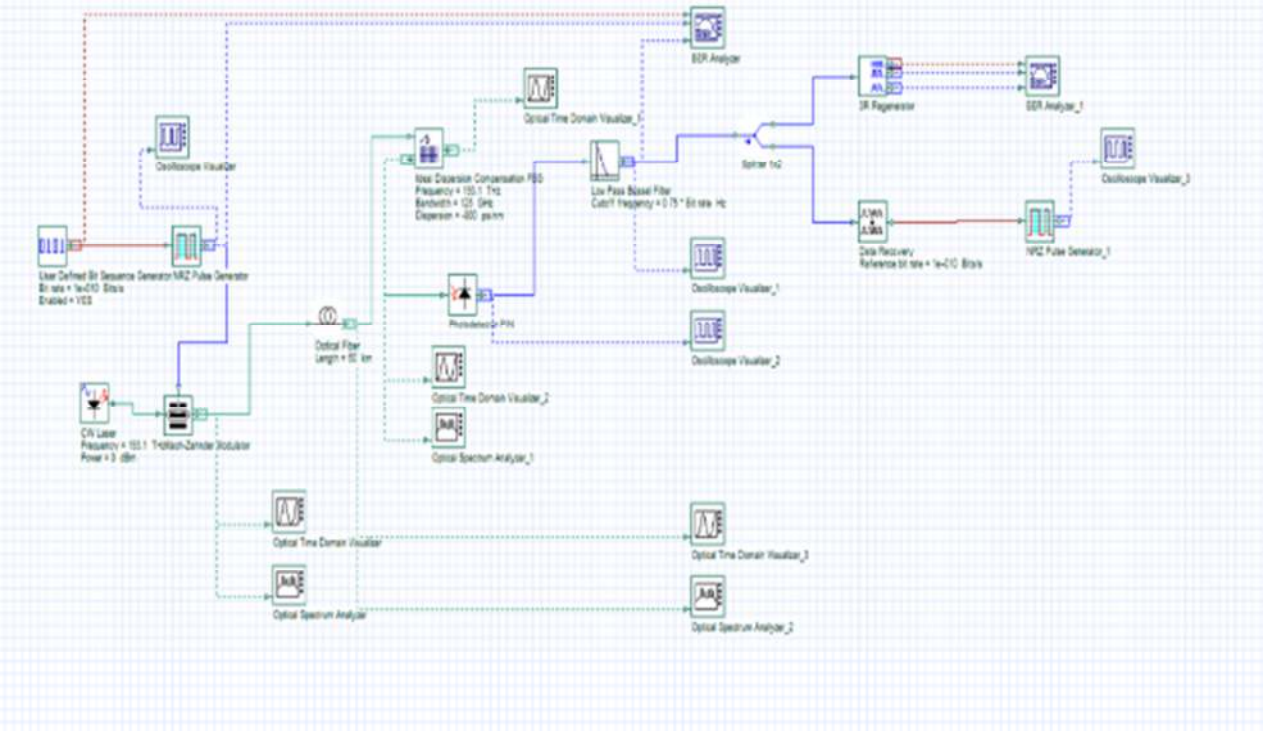
در سیستم های مخابراتی مبتنی بر فیبر نوری فاکتورهای مانند پراکندگی، تضعیف و اثرات غیرخطی از جمله فاکتورهای اصلی موثر در عملکرد شبکه نوری و کیفیت ارسال داده هستند. اثر پراکندگی عمدتاً در شبکه ی نوری مبتنی برفیبرهای چند حالته (MMF) اتفاق می افتد. این در حالی است که شبکه های که مبتنی بر فیبرهای تک مد (SMF) هستند در برگیرنده اثر پراکندگی ماده و پراکندگی حالت موجبر هستند. تکنولوژی های جبران پراکندگی معمولی عمدتاً شامل تابع همگانی توزیع شده (DCF)، FBG و غیره است. در این پژوهش، جبران پاشندگی براساس FBG انجام شده است. ضریب شکست FBG می تواند با تغییر شدت نور محیط تغییر کند و باعث تغییر ضریب شکست توری های FBG شود [ ۳، ۴]. طول‌موج نور بازتاب شده، و نیز موقعیت بازتاب طول‌موج‌های مختلف در داخل هسته فیبر نوری متفاوت است. بنابراین این دو عامل باعث ایجاد تاخیر زمانی اعمال می‌شوددر انتهای فیبر نوری می شود. FBG معمولی ترکیبی از Chirp FBG (CFBG) و FBG یکنواخت (UFBG) است. UFBG با طیف بازتابندگی باریک مشخص می‌شود و اغلب در فیلتر نوری استفاده می‌شود. CFBG با طیف بازتابشی گسترده مشخص می‌شود و می‌تواند سیگنال‌های نوری فرکانس‌های چندگانه را منعکس کند، که عمدتا برای جبران پراکندگی استفاده می‌شوند [ ۵، ۶].

در حال حاضر، لیزر با سرعت بالا عمدتا از مد مدولاسیون خارجی استفاده می‌کند که شامل مدولاتور موج بر ماخ زندر و مدولاتور جذب الکتریکی می‌باشد. مدولاتور ماخ زندر معمولا از ماده لیتیوم نایوبیت و لیزر بازخورد توزیع‌شده ساخته می‌شود که عملکرد خوبی دارد. بنابراین مدولاتور ماخ زندر برای انتقال داده ها بین دو نقطه دور از هم و در سیستم‌هایی با سرعت بالا مناسب است [ ۷، ۸ ].

www.SID.ir

### ۳- مدل شبیه سازی

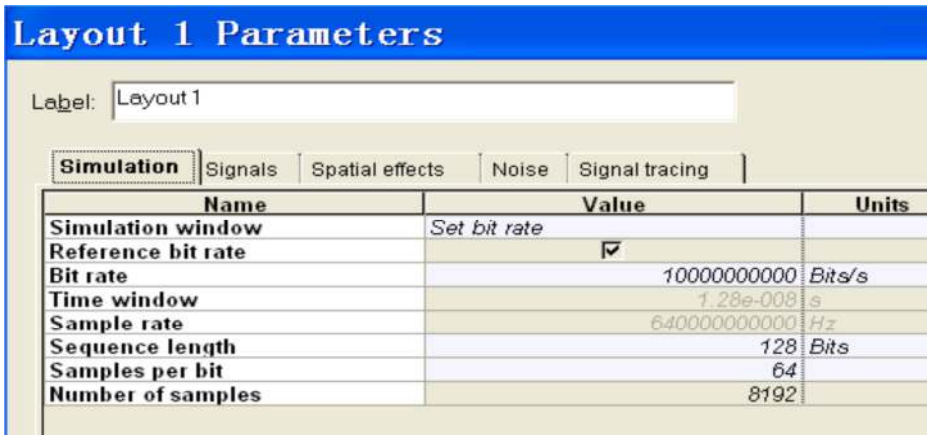
در شکل ۱ شمایی از سیستم مورد نظر جهت جبران پاشندگی ارائه شده است. همام طور که در شکل ۱ نشان داده شده است، منبع نوری که استفاده شده است، یک دیود لیزری موج پیوسته (CW) است که طول موج آن برابر با ۱۹۳/۳ تراهرتز در نظر گرفته شده است. Sequence Generator تولید کننده رشته سیگنال دیجیتالی مورد نیاز است، که به وسیله ژنراتور پالس بدون برگشت به صفر (NRZ) به پالس الکتریکی تبدیل می شوند. بعد از عبور از مدولاتور ماخ زندر، اثر الکترواپتیکی نوری روی موج نوری بارگیری می شود تا هنگام ورود به فیبر نوری، سیگنال نوری به وجود آید. پارامتر به صورت ۱۰ گیگابیت بر ثانیه تنظیم شده است و تضعیف موجود در فیبر نوری برابر با ۰/۲ دسی بر بر کیل.نتر در نظر

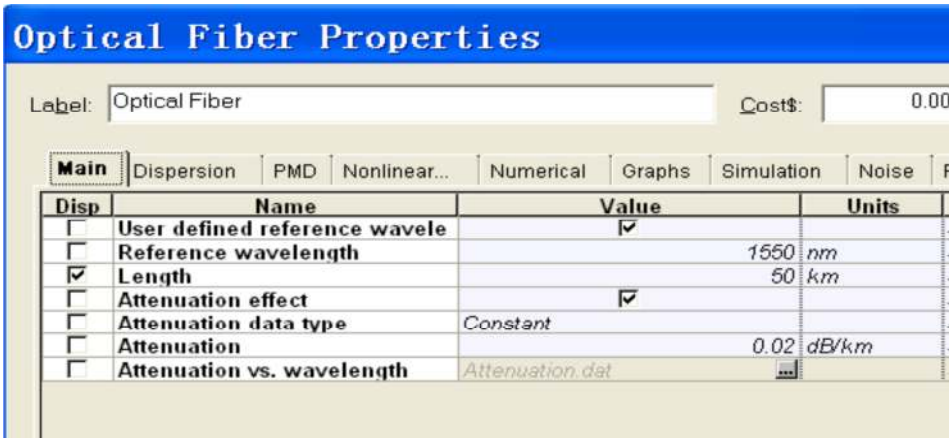


گرفته شده است. کلیه پارامترهای موجود در سیستم جیران پاشندگی در شکل ۲ تا ۴ نشان داده شده است.

شکل ۱. شمایی از سیستم جبران پاشندگی.

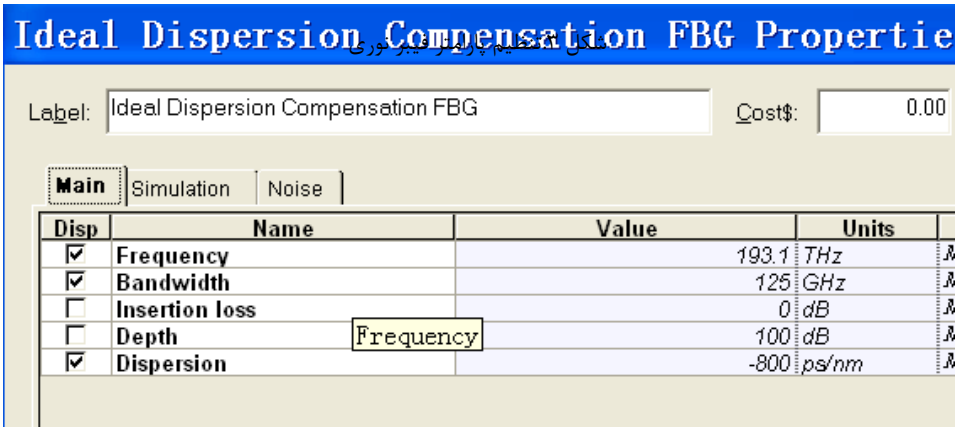
www.SID.ir




شکل ۲.تنظیم پارامتر کلی سیستم

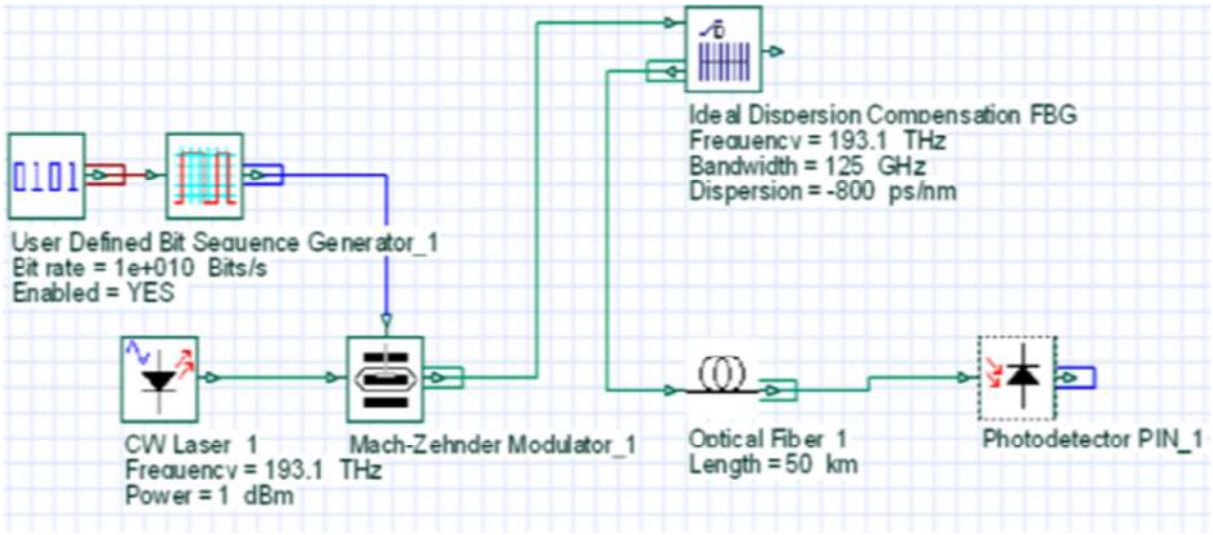
شکل ۳.تنظیم پارامتر فیبر نوری

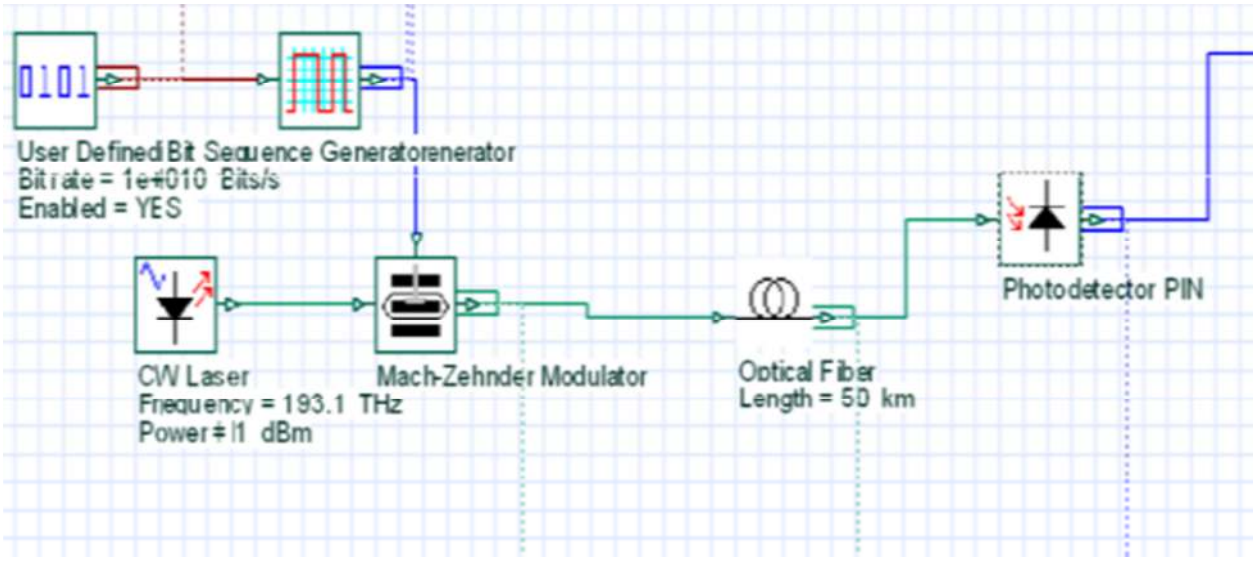



شکل ۴.تنظیم پارامتر FBG

www.SID.ir

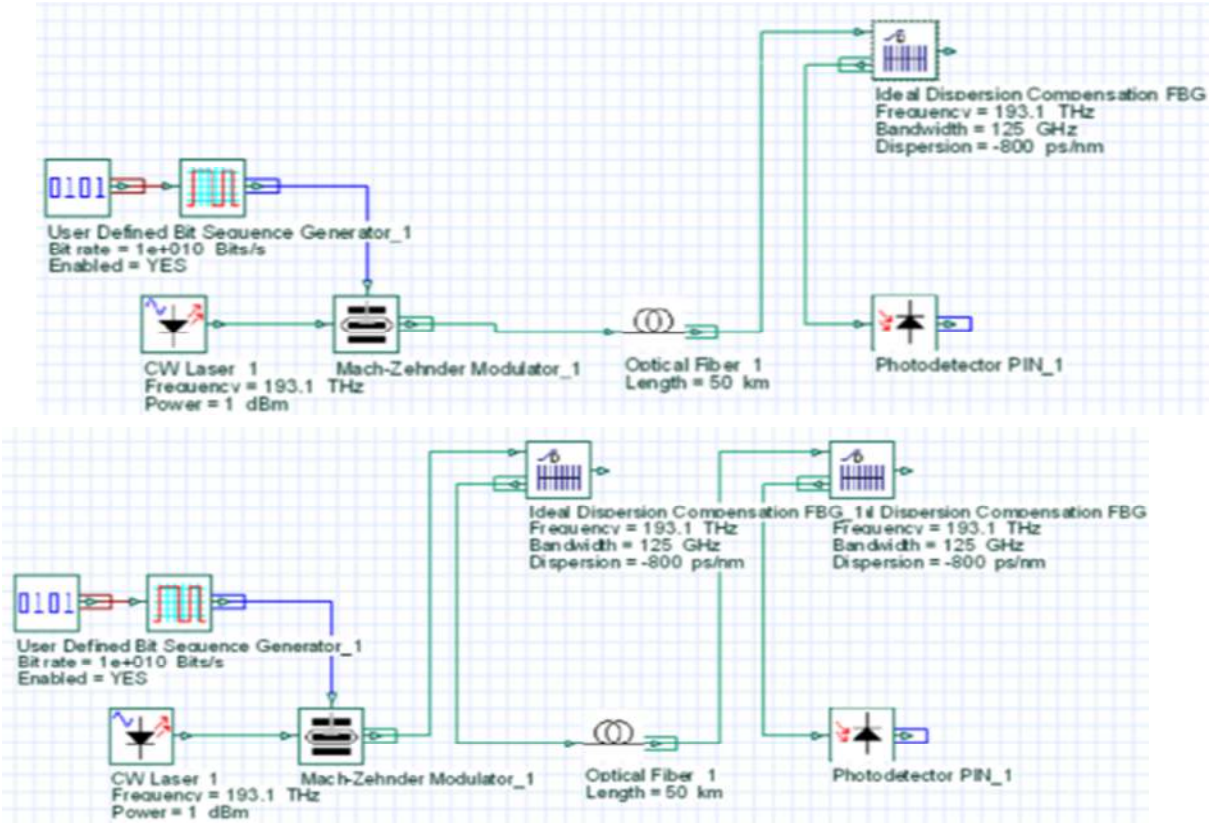
ابتدا سیستم بدون جبران پراکندگی شبیه سازی شده است وشکل موج و نمودار چشمی شبیه سازی شده مشاهده شدهاست . پس از آن، FBG تنظیم شده است تا پیش جبران، پس جبران و متقارن را شبیه سازی کند. در شکل های ۵ تا




شکل ۶. سیستم قبل از جبران

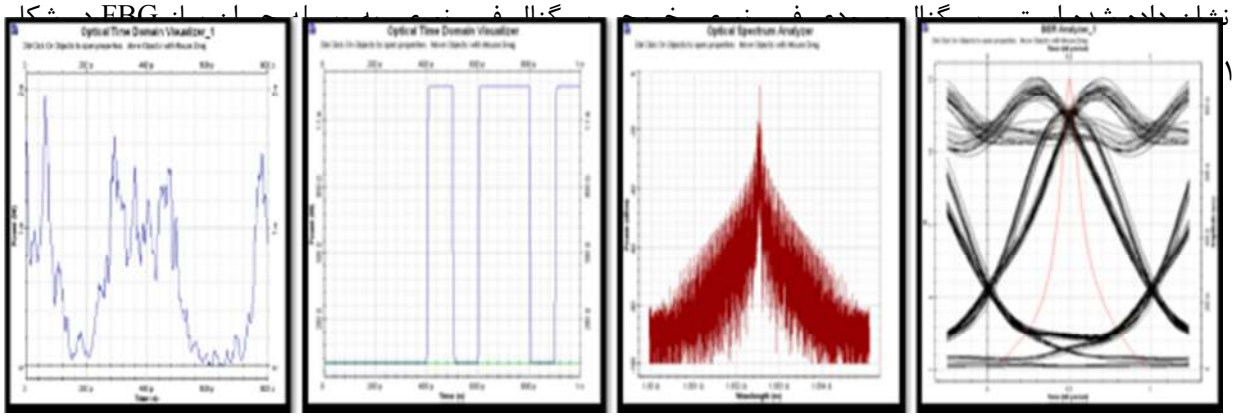
www.SID.ir




شکل ۸. سیستم جبران متقارن

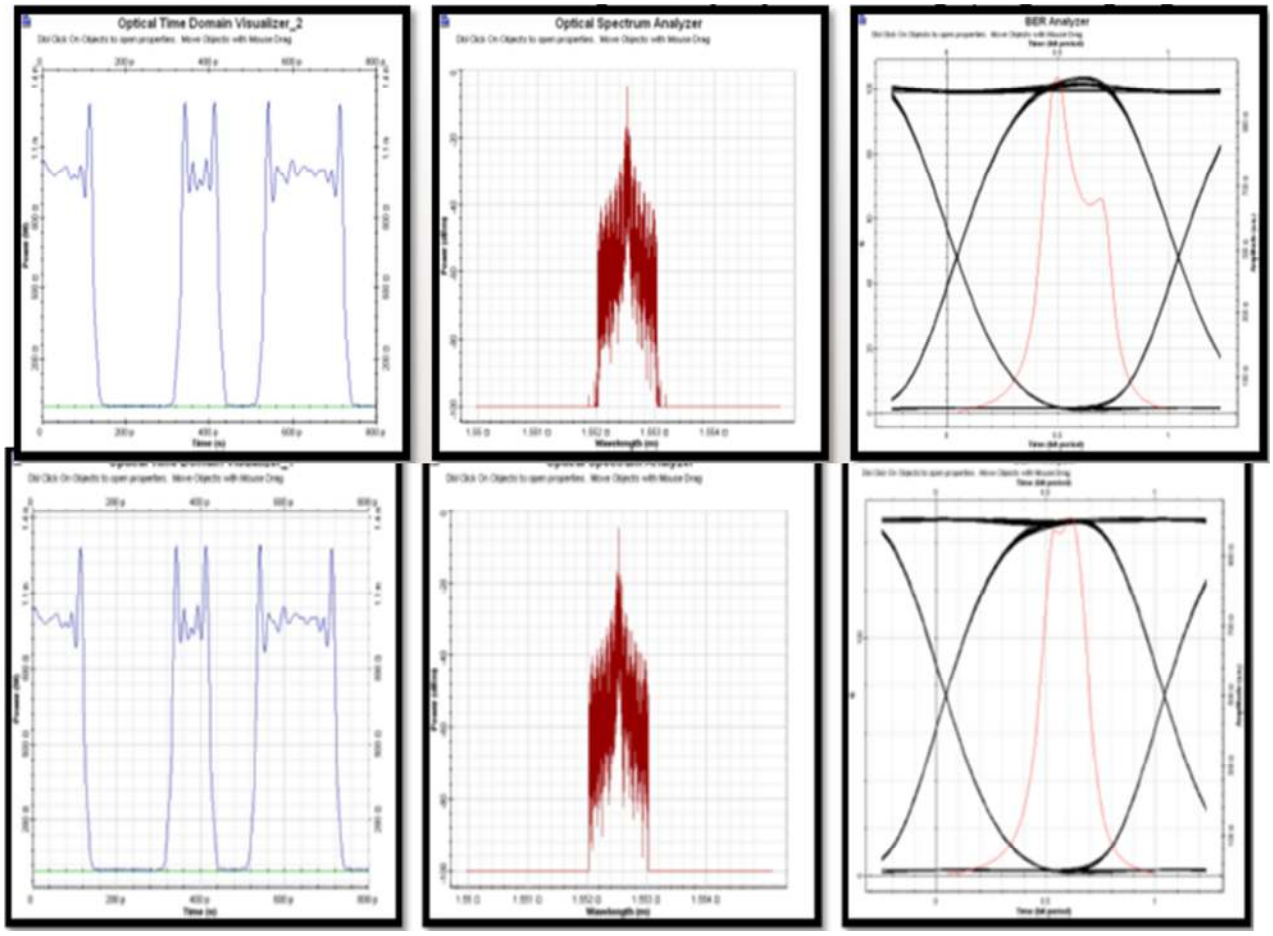
## ۴- نتیجه شبیه سازی

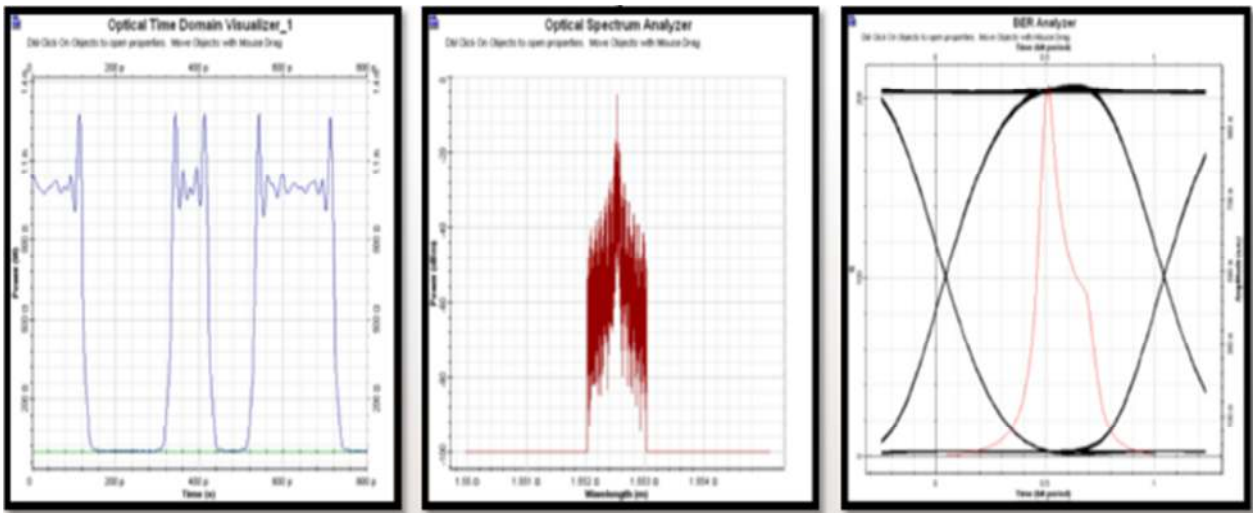
سیگنال ورودی فیبر نوری، خروجی سیگنال ، نمودار چشمی و تجزیه و تحلیل طیف سیستم قبل از جبران در شکل ۹ نشان داده شده است. سیگنال ورودی فیبر نوری، خروجی سیگنال فیبر نوری، نمودار چشمی و تجزیه و تحلیل طیف سیستم با جبران FBG در شکل ۱۰



www.SID.ir

شکل ۹. سیگنال ها، دیاگرام و تجزیه و تحلیل طیف قبل از جبران




www.SID.ir

شکل ۱۲. سیگنال های جبران متقارن، دیاگرام و تجزیه و تحلیل طیف

طبق نتایج شبیه سازی می توان نتیجه گرفت که سیستم جبران نشده بین کدها، تغییر شکل موج ها و نمودار چشمی نامفهوم/ غیرواضح تداخل دارد. می توان مشاهده کرد که در سیستم شبیه سازی شده تأخیر در انتقال سیگنال وجود دارد. بعد از جبران FBG ، نمودار چشمی واضح می شود و تغییر شکل موج ها به طور قابل توجهی کاهش می یابد. در عکس طیف می توان دید که FBG عملکرد کاربرد فیلترینگ نور را دارد. از لحاظ علمی، زمانی که با یک داده مشخص با سیگنال نوری به نسبت نویز (OSNR) مطابقت داشته باشد، عملکرد انتقال بیش جبران، جبران تأخیری و جبران هم زمان متفاوت خواهد بود.

## ۶- نتیجه گیری

در سیستم پیشنهادی همانطور که نشان داده شد، از مدولاتور ماخ زندر در قسمت فرستنده استفاده شده است. همچنین برای بهبود عملکرد انتقال اطلاعات از FBG اعمال شده است. شبیه‌سازی از روش‌های تکمیلی پیش جبران، پس جبران و متقارن استفاده می‌کند و پارامترهای سیستم، شکل موج‌ها و نمودار چشمی را با جزئیات در طول شبیه‌سازی ارائه می‌دهد. هنگامی که با توان ورودی فیبر خاص مطابقت دارد، عملکرد انتقال سیستم با روش‌های جبران متفاوت متفاوت خواهد بود، که توسط نتایج شبیه‌سازی سیستم تأیید می‌شود. فرآیند شبیه‌سازی مقداری مرجع برای طراحی سیستم دارد.

## منابع و مراجع

[1] W. Qiuguang,ZH.Y. HU Caiyun,ZH. Y. Application of OpticSystem simulation in experiment teaching of optical fiber communications[J].Laboratory Science 2015,18(1):26-29

[2] J. C. Palais. Fiber Optic Communications,Fifth Edition[M].Publishing House of Electronics Industry,2011.

[3] L. Jianzhi ,Sun Baochen.Theory analysis of novel fiber Bragg grating temperature compensated method based on thermal stress[J].High Power Laser and Particle Beams,2015, 27(2):76-82.

[4] H. Yan-hua. Research on dispersion compensation technology using chirped fiber Bragg grating[J].Optical Communication Technology,2016, 40(11):41-43

[5] L. Xiaolei,Xiong Xuejuan.Performance analysis of photoelectric dispersion compensation technology based on optisystem[J].Electronic Measurement Technology,2017, 40(11):114-119.

[6] W. Huiyi,Cao Liankeng,et al.Discussions on optical amplification and dispersion management in 40 Gbit/s fiber-optic communication systems[J].Study on Optical Communications,2014, (1):32-33,44

[7]BI Weihong,LIU Yin.Experiment Research of Multi-wavelength Optical Source Based on the Elect-troptic Intensity Modulator of Mach-Zehnder[J].Opto-Electronic Engineering,2011, 38(7):7-12.

www.SID.ir

[8] ZH. Jiamei,SUN Changzheng,XIONG Bing,WANG Jian,LUO YiPackage Design for 4 ×25 Gb/s Electroabsorption Modulated Laser Array[J].Semiconductor Optoelectronics,2017, 38(1):12-15

www.SID.ir