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

ارائه روش های متنوع پیاده سازی آزمایش‌ها در پلتفرم Optisystem

فاطمه آقابابایی ، گروه کامپیوتر ، دانشگاه علمی کاربردی جامعه اسلامی کارگران اصفهان ، ایران [1]
fatemeh13800226@gmail.com

امین باقیات ، گروه کامپیوتر ، دانشگاه علمی کاربردی جامعه اسلامی کارگران اصفهان ، ایران [2]
Baghiyat@Outlook.com

فرید پرورش ، گروه مهندسی برق ، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه شهید اشرفی اصفهانی، اصفهان، ایران [3]
faridparvaresh@sel.iaun.ac.ir

زهره بهمن اصفهانی ، گروه کامپیوتر ، دانشگاه علمی کاربردی جامعه اسلامی کارگران اصفهان ، ایران [4]

چکیده

آموزش آزمایش‌های سیستم ارتباطات نوری بسیار دشوار است، زیرا تجهیزات این آزمایش‌ها بسیار گران قیمت می باشد. Optisystem یک نرم‌افزار طراحی برای سیستم ارتباط نوری است که می‌تواند پلتفرمی برای شبیه‌سازی ارائه کند. بر اساس ویژگی‌های سیستم Optisystem روشی در این مقاله بیان شده است. در این مقاله سه سطح تدریجی در نظر گرفته شده است: مبانی، نگاه عمیق‌تر و شیوه‌ها. ابتدا در بخش مبانی، مروری مختصر بر فناوری مربوط شده است. سپس، به شکلی عمیق‌تر به دمو و تحلیل مثال‌ها پرداخته شده است. در نهایت، شیوه‌های ارائه شده در سمینارها و نقطه نظرات ارائه شده است. انواع مختلف آموزش در کلاس‌ها اجرا شده است. شواهد نشان می دهد که این روش آزمایشگاه را بر پا نمی‌سازد، بلکه انگیزه‌ای برای یادگیری در محققان ایجاد کرده و توانمندی های عملی، توانمندی‌های همکاری و روح خلاقانه را در آن‌ها افزایش می‌دهد. به طور کلّی، این روش اثرات مثبت بسیاری بر یادگیری و آموزش دارد.

کلیدواژه‌ها : آموزش آزمایشات، Optisystem، پلتفرم شبیه‌سازی، دمو، سمینارهای تیمی.

---

[1] علمی کاربردی جامعه اسلامی گارگران استان اصفهان
[2] علمی کاربردی جامعه اسلامی گارگران استان اصفهان
[3] دانشگاه شهید اشرفی اصفهانی، اصفهان، ایران
[4] علمی کاربردی جامعه اسلامی کارگران استان اصفهان، ایران

www.SID.ir

۱- مقدمه

آموزش آزمایش‌ها توسط سیستم ارتباطات نوری بسیار گران است و بنابراین، به سختی می‌توان به آن دست یافت. بنابراین، در این مقاله روشی برای آموزش آزمایش‌ها را بر اساس پلتفرم شبیه‌سازی Optisystem ارائه شده است. نرم افزار Optisystem یک بسته‌ی شبیه‌سازی برای سیستم ارتباطات نوری است. این بسته به شکلی نوآورانه بوده و می‌تواند تقریباً تمامی انواع لینک های نوری در لایه‌ی فیزیکی را برای طیف گسترده‌ای از شبکه‌های نوری، از سیستم‌های پخش ویدئوهای آنالوگ تا ستون فقرات بین‌قاره‌ای را طراحی، تست و بهینه‌سازی کند. Optisystem یک محصول مستقل است که به هیچ چارچوب شبیه‌سازی دیگری وابسته نیست. این بسته یک شبیه‌ساز برای سطح سیستم است که بر اساس مدل‌سازی واقعی برای سیستم‌های ارتباط فیبر نوری کار می‌کند. این نرم‌افزار دارای یک محیط شبیه‌سازی قدرتمند و جدید است که یک تعریف سلسله مراتبی واقعی از اجزا و سیستم های مختلف دارد. قابلیت‌های این سیستم را می‌توان به آسانی با افزودن مؤلفه‌های کاربر تعمیم داد و می‌توان آن را بدون هیچ‌گونه عیب و نقصی با محدوده‌ی وسیعی از ابزارها یکپارچه کرد. علاوه بر این، Optisystem یک سیستم تعریف سلسله‌مراتبی، رابط کاربر گرافیکی قابل درک و یک کتابخانه از دستگاه‌های دسته‌بندی‌شده دارد. محققان می‌توانند با این نرم‌افزار به سرعت کار کنند و دستگاه فتونیک مورد نظر خود را طراحی کرده، سیستم ارتباطات را ساخته و شبکه‌ی نوری را طراحی و تجزیه و تحلیل کنند. خلاصه این‌که Optisystem به عنوان یک ابزار کمک‌آموزشی و ابزاری برای کارهای روزمره‌ی محققان مطرح و مناسب است [۱-۳].

۲- روش آموزش

روش آموزش یکی از مهم‌ترین روش‌های ممکن برای نشر دانش و دستیابی به اهداف آموزشی است که نقش بسیار مهم در کمک به اساتید و محققان ایفا می‌کند تا به امور آموزشی در فرآیند آموزش دست یابند. در روش آموزش سنتی که همواره از «یک گچ و یک تخته‌سیاه» استفاده می‌شد، نوآوری و کارآیی وجود ندارد و به نظر می‌رسد که این روش نمی‌تواند نیازمندی‌های آموزشی و علایق برخی از محققان را به طور کامل برآورده کند. در نتیجه، بسیاری از اساتید به دنبال آن هستند تا آموزش خود را با ارائه‌ی آزمایش هایی انجام دهند. علاوه بر این، با توجه به این‌که در بخشی از دوره‌ها بر تداوم و یکپارچگی به جای روش‌های آموزش سیستماتیک و علمی تأکید می‌شود، محققان هم‌چنان در حین فعالیت‌های آموزشی به صورت غیرفعال باقی می‌مانند. در مرحله‌ی بعدی در این مقاله سعی شده است تا سه جنبه را بهبود داده شود: محتوای آموزشی، حالت آموزش و روش ارزیابی [۴].

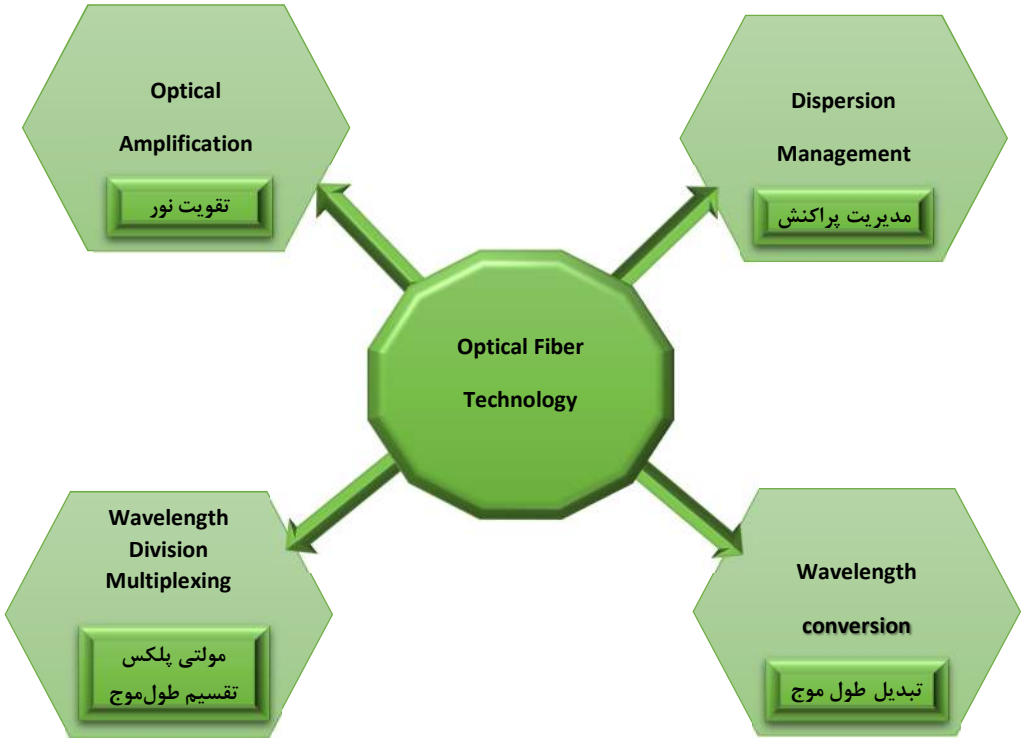
۲-۱ محتوای آموزشی

در این بخش برای نمونه، فناوری ارتباطات با فیبر نوری را در نظر بگیرد که می‌توانیم محتوای آموزشی آن را به پنج موضوع دسته‌بندی کرد که در شکل ۱ آورده شده است و عبارتند از:

- فناوری فیبرنوری،
- فناوری تقویت نوری،
- فناوری مدیریت انتقال اطلاعات،
- مولتی پلکس تقسیم طول موج و
- فناوری تبدیل طول موج.

در ادامه پیش از هر چیز، به بررسی اجزای اصلی فیبر نوری و تضعیف در آن، پراکنش، اثرات غیرخطی و سایر ویژگی‌های انتقال پرداخته می شود. سپس، بر اساس این ویژگی‌ها فناوری‌های مرتبط را بیان می شود و به حل برخی مسائل پرداخته می شود.

www.SID.ir

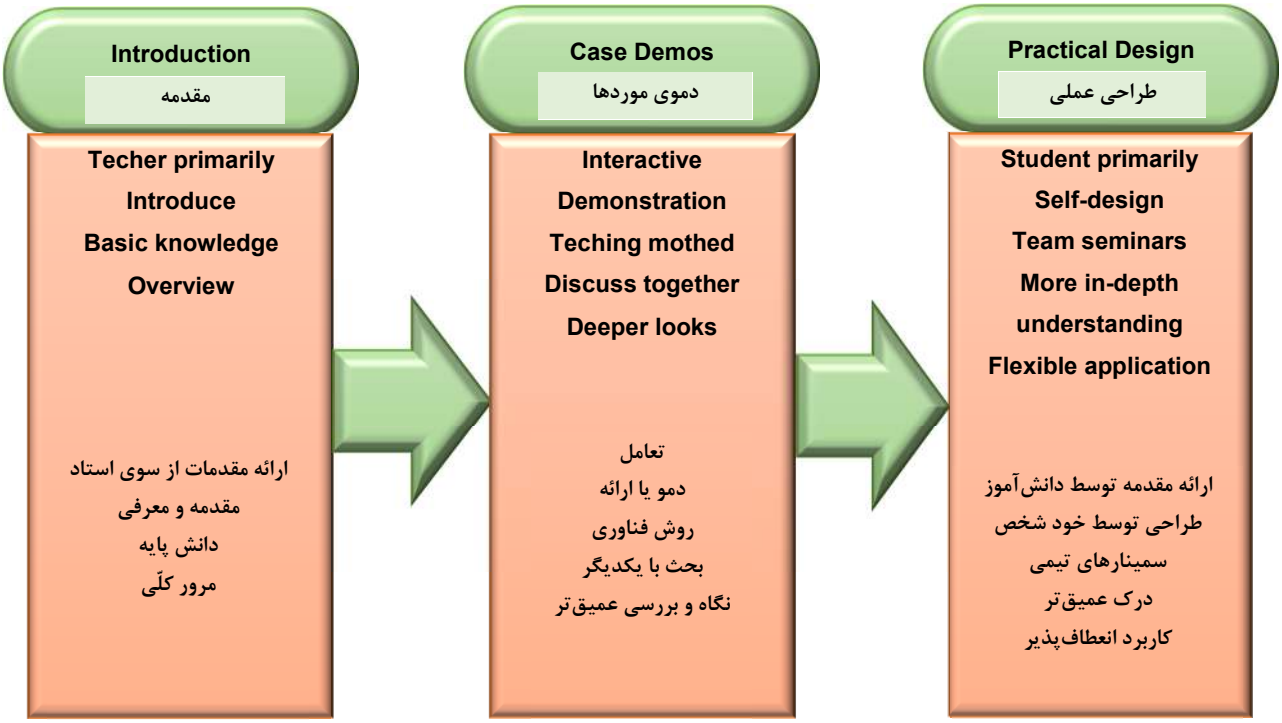


شکل ۱ . محتوای آموزشی

۲-۲ حالت آموزش

امروزه، روش آموزش با آزمایش‌ها که در این مقاله به آن پرداخته شده است، یک روش مبتنی بر دانشجو است واستاد نیز از سوی دیگر نقش راهنما را بازی می‌کند. اساتید باید در محققان ایجاد انگیزه کنند تا محققان از طریق صحبت، تبادل اطلاعات و بازخورد با هم ارتباط برقرار کرده و طرح آموزشی را اجرا کنند تا اهداف آموزش حاصل شود. ابتدا استاد نرم‌افزار را به صورت مختصر و بر اساس ویژگی‌های نرم‌افزار Optisystem معرفی کرده، نقاط دانشی مرتبط را به وسیله موردهای کلاسیک توضیح داده و محققان را به گونه‌ای راهنمایی می‌کند که با عملکرد نرم‌افزار آشنا شوند. سپس، گروه‌های کلاسی را تشکیل می‌دهد. در این گروه‌ها تعدادی از محققان برتر و بعضی محققان ضعیف‌تر در کنار یکدیگر قرار می‌گیرند. کارهایی برای هر تیم در نظر گرفته می‌شود و زمانی خارج از زمان درس برای موضوعات دوره تخصیص داده می‌شود. تمامی اعضای تیم اطلاعات مورد نظر را جستجو کرده و کار مشخص‌شده در طرح را انجام می‌دهند تا در نهایت، مثال خود را طراحی کنند. محققان در فرآیند کسب دانش و توسعه‌ی حوزه‌ی آموزشی و همچنین در کار با نرم‌افزار، نه تنها دانش پایه‌ی نظری را به دست می‌آورند، بلکه دانش و کاربردهای عملی به شکلی انعطاف‌پذیر با هم ترکیب می‌شوند. بدین ترتیب، مزایای زیادی حاصل شده، توانمندی‌های خودآموزشی در محققان بیشتر شده و موضوع به صورت کامل و به شکل شهودی در ذهن آن‌ها جای می‌گیرد. در مجموع، همتن طور که در شکل ۲ نشان داده شده است مهارت‌های بیان و ارتباطات در دانش‌آموزان تمرین می‌شود و توانایی یادگیری و کار تیمی در آن‌ها نیز در یک جو تیمی «دوجانبه» بهبود می‌یابد.

www.SID.ir



شکل ۲ . حالت آموزش

۳-۲ روش ارزیابی

در این روش، اساتید و همچنین سایر محققان اظهار نظر می‌کنند و بنابراین، محققان می‌توانند به خوبی مسأله حل کنند، نقص‌های خود را برطرف کرده و از یکدیگر یاد بگیرند. علاوه بر این، رقابت در داخل گروه‌ها و بین گروه‌ها شکل می‌گیرد. در مورد اول، محققان در داخل یک گروه بر اساس همکاری هم‌تیمی‌های خود به آن‌ها نمره می‌دهند. در مورد دوم، به نوعی ارزیابی شفاهی صورت می‌گیرد. در این حالت، هر یک از گروه‌ها یک دوره را طراحی می‌کند و در پایان کلاس برای تمامی محققان ارائه می‌کند. پس از ارائه، محققان به سؤالاتی که در خصوص محتوای اصلی آموزش یا دشواری آن مطرح می‌شود، پاسخ می‌دهند. استاد نیز بر اساس نوآوری ارائه‌شده نظر داده و محققان را راهنمایی می‌کند و بر اساس یکپارچگی گزارش و عملکرد ارائه و سایر موارد دیگر به آن‌ها نمره می‌دهد. در نهایت، از محققان خواسته می‌شود تا رأی داده و تیم برتر را انتخاب کنند تا نمره‌ی نهایی مشخص شود. با این روش، همه‌ی محققان فرصت شرکت در دوره را پیدا کرده و بازده دوره بالا می‌رود. علاوه بر این، توانایی تفکر مستقل و کار تیمی نیز در دانش‌آموزان بیشتر می‌شود. همچنین، محققان می‌توانند دانش مرتبط با موضوع را بهتر بفهمند، علایق و ابتکارات آن‌ها شبیه‌سازی شده و بنابراین، توانایی کاربردی جامع در دانش‌آموزان افزایش می‌یابد.

۳ شبیه‌سازی ویژگی‌های بهره‌ی تقویت کننده EDFA

فناوری تقویت نور به عنوان فناوری اصلی در ارتباطات فیبر نوری مطرح است. در این فناوری، بهره ی سیگنال نوری افزایش می‌یابد تا تضیف سیگنال‌های نوری در حین انتقال در فیبر نوری جبران شده و فاصله‌ی انتقال بدون رله در سیستم افزایش یابد. تقویت‌کننده‌ی نوری دستگاهی است که سیگنال نور را به شکل مستقیم تقویت می‌کند. در این دستگاه، نیازی نیست که سیگنال نوری در ابتدا به سیگنال الکتریکی تبدیل شود. این دستگاه، ابزار اصلی برای تقویت نور در سیستم انتقال نوری به حساب می‌آید.

www.SID.ir

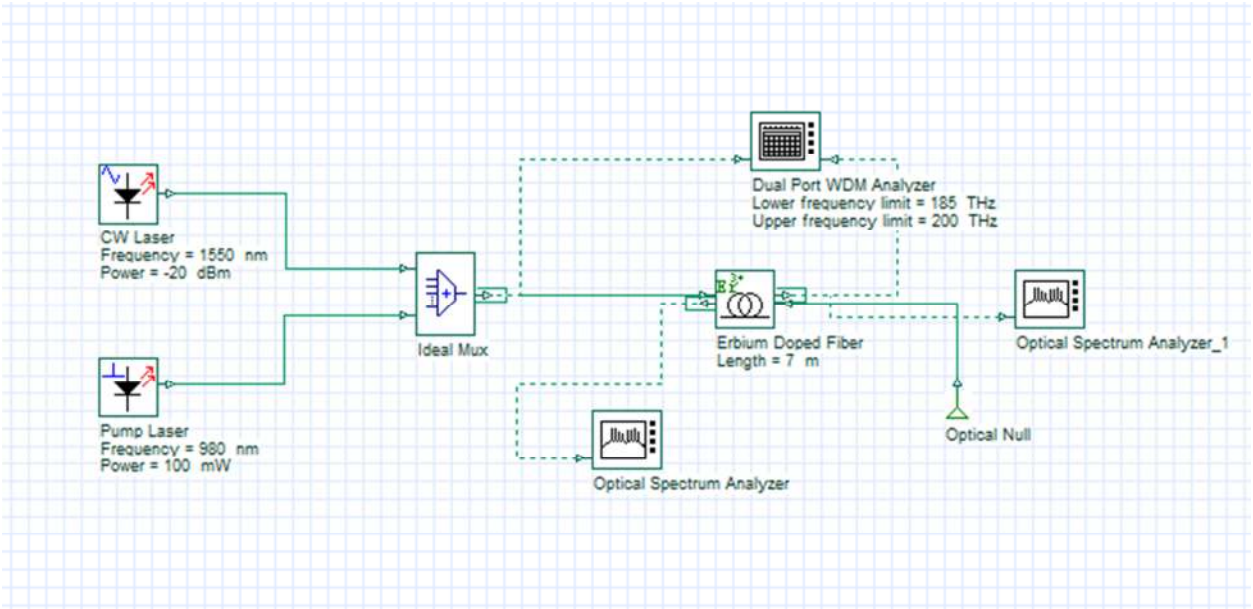
ابداع تقویت‌کننده‌ی فیبر نوری آغشته به اربیوم (EDFA) را به عنوان یکی از نقاط عطف مهم در تاریخ توسعه ی ارتباطات فیبر نوری می‌دانند و دلیل آن هم، نه تنها بهره‌ی بالا، نویز کم و پایداری خوب آن است، بلکه این فیبرها می‌توانند ظرفیت ارتباطات نوری با مولتی پلکس تقسیم طول موج را افزایش دهند. EDFA به عنوان دستگاهی که در آینده بسیار از آن استفاده خواهد شد، یکی از مهم‌ترین محتواهای آموزشی در بخش فناوری تقویت نوری به حساب می‌آید. برای تحلیل و آنالیز ویژگی های بهره‌ی EDFA ، در مثال زیر فناوری تقویت نوری بر اساس پلتفرم شبیه سازی OptiSystem را توضیح داده شده است [۵].

- در مرحله ی اول، به اختصار در خصوص دانش پایه برای فناوری تقویت نوری، محتوای شامل ویژگی‌های فناوری تقویت نوری، برخی از ابداعات کلاسیک مانند EDFA ، تقویت‌کننده رامان فیبری (FRA)، تقویت‌کننده نوری نیمه‌هادی (SOA) و سایر موارد مشابه، ساختار EDFA ، مکانیزم تقویت و غیره صحبت خواهد شد. اساتید در این مرحله، اساساً در مورد این موضوعات صحبت می‌کنند تا محققان اطلاعات بیشتری در خصوص فناوری تقویت نور به دست آورند.

- در مرحله‌ی دوم در مورد ساختار و ویژگی‌های EDFA صحبت کرده و ویژگی‌های بهره، ویژگی‌های نویز و الزامات پمپ تقویت‌کننده‌ی فیبر آغشته به اربیوم را تحلیل خواهد شد. در این مرحله، مواردی از جمله تحلیل مورد و شبیه‌سازی توسط پلتفرم شبیه‌سازی OptiSystem را نشان داده و با تفصیل بیشتر در خصوص نکات دانشی صحبت شده است. بدین ترتیب، دانش‌آموزان مطالب بیشتری در خصوص فناوری تقویت نوری و به خصوص ویژگی‌های بهره‌ی EDFA به دست آورده و نحوه‌ی کار با EDFA را یاد می‌گیرند.

همان‌طور که در شکل ۳ نشان داده شده است، بیان می شود که چگونه یک منبع نور برای سیگنال، منبع نور پمپ کننده، مولتی پلکسر، فیبر آغشته به اربیون و سایر دستگاه های مرتبط دیگر را انتخاب کرده و تقویت کننده‌ی فیبر آغشته به اربیوم را در OptiSystem بسازند. پیش از تحلیل ویژگی های بهره باید پارامترهای دستگاه بر اساس مکانیزم تقویت نوری EDFA تنظیم شود. از جمله این پارامترها می‌توان به طول موج و توان منبع نور سیگنال و منبع نور پمپ، طول فیبر آغشته به اربیوم و سایر پارامترهای دیگر اشاره نمود [۶].

www.SID.ir



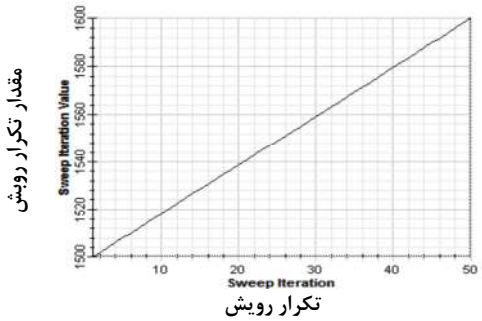
شکل ۳ . ساختار تقویت‌کننده‌ی فیبر آغشته به ابریوم

در اندازه گیری ویژگی های بهره، لازم است تا تغییر توان در سیگنال نوری ، پیش و پس از تقویت کننده ی فیبر آغشته به ابریوم اندازه گیری شده و مقدار بهره‌ی EDFA محاسبه شود. برای این کار باید نحوه ی اندازه گیری توان سیگنال نوری و ابزار مورد استفاده برای اندازه گیری مشخص باشد. ابزارهای مختلف اندازه گیری، هر کدام مزایای خاص خود را دارند. به عنوان مثال، سنجش توان نوری می تواند داده های توان در نقطه ی مورد نظر را به صورت مستقیم اندازه گیری کند؛ تحلیلگر طیف ابزاری است که می‌تواند مقدار نقطه ی توزیع توان نوری را به شکل شهودی تر ارائه کند؛ تحلیلگر مولتی پلکس تقسیم طول موج پورت دوتایی می‌تواند تغییر در توان بین دو درگاه را اندازه گیری کند و برای این کار، لازم است تا ابزارهای اندازه گیری مورد نظر تنظیم شده و داده‌های اندازه گیری مناسب توسط آن‌ها به دست آید.

در تحلیل ویژگی‌های بهره، لازم است تا عوامل تأثیرگذار بر بهره و رابطه ی بین آن‌ها را شناخته شوند. برای این کار نیاز به تحقیق و مطالعه است. بهره‌ی EDFA رابطه‌ای بسیار پیچیده با، بهره‌ی EDFA ، توان پمپ تقویت‌کننده، پارامترهای فیبر آغشته و سیگنال نوری ورودی دارد. هیچ چیزی به یک‌باره به وجود نمی‌آید. در بخش بعدی در مورد مد Sweep صحبت می شود که می‌توان شرایط یادشده را در پلتفرم Optisystem ارائه نماید.

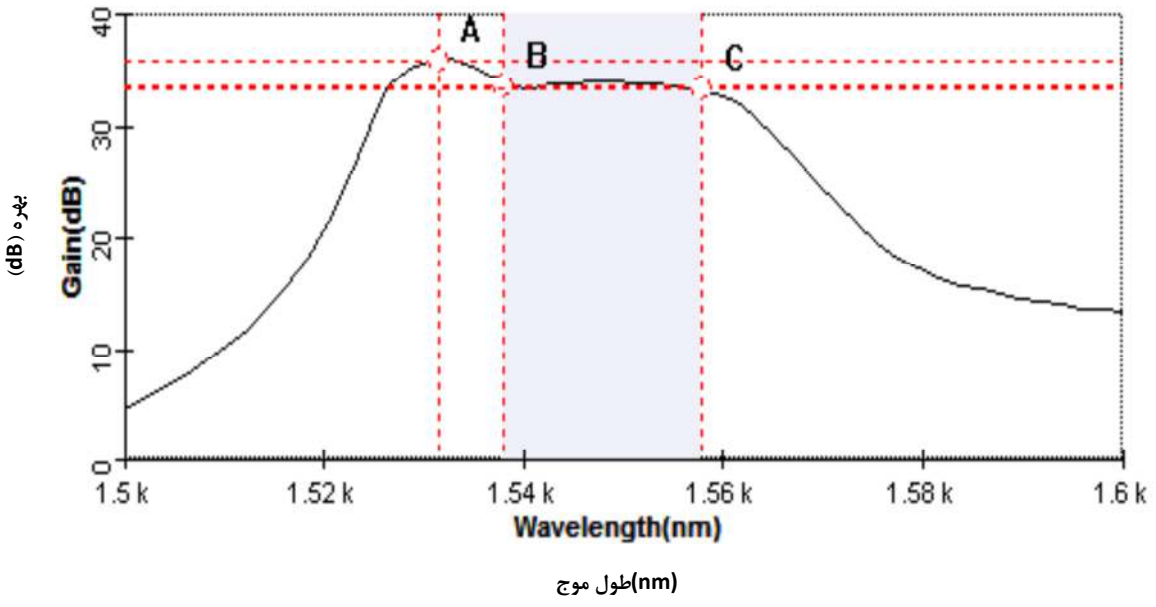
مد Sweep یکی از قابلیت‌های بسیار سودمند در پلتفرم Optisystem است که شبیه به روش شمارش عمل می‌کند. به عنوان مثال، باید ویژگی‌های P-I لیزر در آزمایش عمومی را دانشته شود، رابطه‌ی بین توان خروجی لیزر (P) و جریان درایو (I) را به دست آورده شود. برای این کار در مد Sweep باید جریان بر اساس قوانینی مشخص در محدوده‌ای معین تنظیم شده و مقادیر P به ازای I مختلف در پلتفرم Optisystem به دست آید. با این کار، نه تنها می‌توان نقاط داده‌ی مربوط را به صورت دستی تنظیم کرد، بلکه می‌توان از ابزار انتشار بر اساس توابع خطی، نمایی، لگاریتمی، گاوسی، تصادفی و سایر توابع دیگر، فرم را تنظیم کرده یا این‌که تنظیمات سفارشی را به صورت اسکریپت نوشت [۷].

www.SID.ir



شکل ۴ . تنظیمات طول موج در مد Sweep

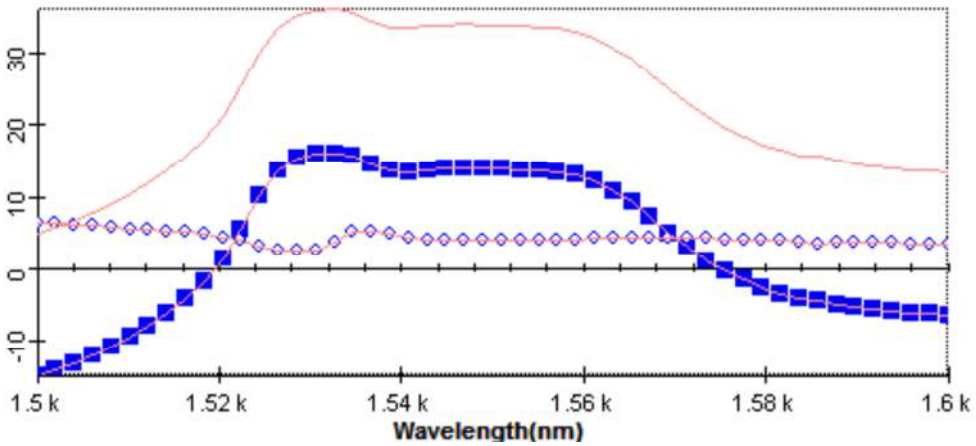
به عنوان مثال، در تحلیل ویژگی‌های بهره، بهره‌های مربوط به سیگنال‌های نوری با طول‌موج‌های مختلف که توسط EDFA تولید می‌شود را بررسی شده است. همان‌گونه که در شکل ۴ نشان داده شده است، ۵۰ نقطه از طول‌موج 1500nm تا 1600nm با یک تابع خطی در مد Sweep در نظر گرفته شده است. اگر توان سیگنال نوری برابر با -20dBm، توان نور پمپی برابر با 100mW، طول موج نور پمپی برابر با 980nm، طول EDF برابر با 7m و سایر شرایط بدون تغییر باقی بمانند، می توتن ۵۰ مجموعه از مقادیر بهره پس از ۵۰ طول موج مختلف از سیگنال نور که در EDFA از تحلیلگر مولتی‌پلکس تقسیم طول موج دو درگاهی عبور می‌گذرند، به دست آورده شود. به این ترتیب، می توتن منحنی بهره‌ی EDFA (G) را بر حسبت تغییر در طول موج (λ) سیگنال نور ترسیم نمود. برای ترسیم این نمودار از پنجره‌ی Report (گزارش) در پلفترم Optisystem استفاده می‌شود. این نمودار رابطه‌ی بین G و λ را به صورت تصویری و شهودی نشان می‌دهد. این منحنی، همان منحنی طیف بهره‌ی EDFA است که در شکل ۵ هم نمونه‌ای از آن نشان داده شده است. در منحنی طیف بهره، نشان داده شده است که وقتی طول موج برابر با 1520nm است، مقدار بهره‌ی تقویت‌کننده می‌توان به حدود 20dB برسد. در نقطه‌ی A با طول‌موج 1531.4nm، مقدار بهره به بیشینه مقدار آن، یعنی 36.1dB می‌رسد. در بین نقاط B و C، طول‌موج بین 1538nm تا 1558 nm بوده و بهره نیز در مقداری در حدود 33dB به تسطیح خوب به پایداری می‌رسد. این شرایط برای تقویت سیگنال نوری چندکانالی در سیستم مولتی‌پلکس تقسیم طول‌موج بسیار سودمند است. به همین ترتیب، می‌توانیم منحنی توان خروجی سیگنال نور و شکل نویز را ترسیم کنیم که در شکل ۶ نشان داده شده است.



شکل ۵ . منحنی طیف بهره (λ - G)

www.SID.ir

در مرحله‌ی سوم، انتظار ، تأثیر بهره‌ی EDFA را با تغییر در توان سیگنال نور ورودی، مورد بررسی قرار گیرد. هدف از این مرحله آن است که محققان بتوانند با نرم‌افزار Optisystem کار کرده و با جستجوی مراجع مرتبط، بحث‌های گروهی، کار با یکدیگر و ارائه و دمو در انتهای کلاس، طراحی‌های عملی خود را کامل کنند. به این ترتیب، محققان می‌توانند درک و دانش بیشتری از فناوری تقویت نور و به ویژه ویژگی‌های بهره‌ی EDFA به دست آورند. محققان باید این فرآیند را خود، تکمیل کنند. در نهایت، محققان درک عمیق از سیستم‌های ارتباط فیبر نوری و فناوری‌های مرتبط به دست می‌آورند.



شکل ۶ . منحنی بهره. الف) □ منحنی توان سیگنال.ب) ○ منحنی شکل نویز

با بررسی اثرات آموزشی حاصل از شبیه‌سازی ویژگی‌های بهره‌ی EDFA، نشان داده می شود که نمایش دستگاه‌های اپتوالکترونیک و سیستم ارتباطات نوری با استفاده از پلتفرم Optisystem، مزایای بسیاری برای محققان دارد. به عنوان مثال، در این پلتفرم می‌توان مفهوم انتزاعی را به صورت تصویری نشان داد، تئوری‌های پیچیده به صورت شهودی درک می‌شوند، به محققان کمک می‌شود تا اصول و روش آزمایش را بشناسند، اشتیاق لازم برای یادگیری مطالب مورد علاقه‌ی خود را به دست آورده، دانش حرفه‌ای یکنواختی حاصل نموده، توانمندی‌های عملی را تمرین کرده و در خود پرورش دهند و غیره.

۴ نتیجه گیری

ارائه روش های متنوع پیاده سازی آزمایش‌ها در پلتفرم OptiSystem در شرایطی که دستگاه مورد نظر به صورت عملی وجود ندارد، مزایای زیر را در بر دارد: استفاده ی کامل از چندرسانه ای های نوین برای آموزش در کلاس، ترکیب کلاس با کار با کامپیوتر، مشارکت فعال دانش‌آموزان در کلاس، اشتیاق محققان به یادگیری در حالت آزمایش، بحث و بررسی، داوری توسط محققان دیگر. در این روش در مقایسه با روش‌های آموزش سنتی، نه تنها بر آموزش دانش و تئوری تأکید می‌شود، بلکه کار تیمی تمرین می‌شود و روحیه ی نوآوری در محققان پرورش می یابد. هدف آن است که تفکر و یادگیری مستقل در محققان شکل گیرد تا تأثیرات آموزش بیشتر و بهتر شود.

www.SID.ir

منابع و مراجع

[1] Optiwave corporation, " OptiSystem Overview, " https://optiwave.com/resources/applications-resources/opticalcommunication-system-design

[۲] Wang Qiuguang, Zhang Yalin, Hu Caiyun, Zhao Yingqi, "Application of OptiSystem simulation in experiment teaching of optical fiber communication," Laboratory Science 18(1), 26-29. 2015.

[۳] Zhou Xuefang, Wang Tianshu, "Application of Simulation Software on the Course Fiber Optical Communications Experiment Teaching," Experiment Science and Technology 9(5), 53-56. ۲۰۱۱.

[۴] Cui Xuerong, Cao Aiqing, Li Juan, Wu Chunle, "Application of research-oriented teaching mode in reform of experimental teaching methods," Experimental Technology and Management 33(1), 176-178. 2016.

[۵] Li. Hesheng, Jiang Xiamin, "Discussion and Practice of Teaching Methods for the Sake of Undergraduate Ability," Higher Education Forum 8, 63-65.2010.

[٦] Liu Zaiying, Yang Ping, Zhang Lixiao, "Probing into the practice teaching of programming design courses,"Research And Exploration In Laboratory 32(10), 156-159. 2013.

[7] Jiang Tengjiao, "Simulation of EDFA gain factor by using Optisystem," Optical Communication Technology 8,18-20.2013.

www.SID.ir