



سیستم مدیریت ایزو  
www.isomanagement.ir

تماس تلفنی جهت دریافت مشاوره:

۱. مشاور دفتر تهران (آقای محسن ممیز)

☎ ۰۹۱۲ ۹۶۳ ۹۳۳۶

۲. مشاور دفتر اصفهان (سرکار خانم لیلا ممیز)

☎ ۰۹۱۳ ۳۲۲ ۸۲۵۹

مجموعه سیستم مدیریت ایزو با هدف بهبود مستمر عملکرد خود و افزایش رضایت مشتریان سعی بر آن داشته، کلیه استانداردهای ملی و بین المللی را در فضای مجازی نشر داده و اطلاع رسانی کند، که تمام مردم ایران از حقوق اولیه شهروندی خود آگاهی لازم را کسب نمایند و از طرف دیگر کلیه مراکز و کارخانه جات بتوانند به راحتی به استانداردهای مورد نیاز دسترسی داشته باشند.

این موسسه اعلام می دارد در کلیه گرایشهای سیستم های بین المللی ISO پیشگام بوده و کلیه مشاوره های ایزو به صورت رایگان و صدور گواهینامه ها تحت اعتبارات بین المللی سازمان جهانی IAF و تامین صلاحیت ایران می باشد.

هم اکنون سیستم خود را با معیارهای جهانی سازگار کنید...





جمهوری اسلامی ایران  
Islamic Republic of Iran  
سازمان ملی استاندارد ایران

Iranian National Standardization Organization



استاندارد ملی ایران

۱۱۶۲۴-۳-۱

چاپ اول

۱۳۹۷

INSO  
11624-3-1  
1st Edition  
2019

Identical with  
IEC 61290-3-1:  
2003

تقویت کننده‌های نوری -  
روش‌های آزمون -  
قسمت ۳-۱: پارامترهای عدد نوفه -  
روش تحلیلگر طیف نوری

Optical amplifiers –  
Test methods –  
Part 3-1: Noise figure parameters –  
Optical spectrum analyzer method

ICS: 33.180.30

استاندارد ملی ایران شماره ۱-۳-۱۱۶۲۴ (چاپ اول): سال ۱۳۹۷

سازمان ملی استاندارد ایران

تهران، ضلع جنوب غربی میدان ونک، خیابان ولیعصر، پلاک ۲۵۹۲

صندوق پستی: ۱۴۱۵۵-۶۱۳۹ تهران - ایران

تلفن: ۵-۸۸۸۷۹۴۶۱

دورنگار: ۸۸۸۸۷۱۰۳ و ۸۸۸۸۷۰۸۰

کرج، شهر صنعتی، میدان استاندارد

صندوق پستی: ۳۱۵۸۵-۱۶۳ کرج - ایران

تلفن: ۸-۳۲۸۰۶۰۳۱ (۰۲۶)

دورنگار: ۳۲۸۰۸۱۱۴ (۰۲۶)

رایانامه: [standard@isiri.gov.ir](mailto:standard@isiri.gov.ir)

وبگاه: <http://www.isiri.gov.ir>

**Iranian National Standardization Organization (INSO)**

No. 2592 Valiasr Ave., South western corner of Vanak Sq., Tehran, Iran

P. O. Box: 14155-6139, Tehran, Iran

Tel: + 98 (21) 88879461-5

Fax: + 98 (21) 88887080, 88887103

Standard Square, Karaj, Iran

P.O. Box: 31585-163, Karaj, Iran

Tel: + 98 (26) 32806031-8

Fax: + 98 (26) 32808114

Email: [standard@isiri.gov.ir](mailto:standard@isiri.gov.ir)

Website: <http://www.isiri.gov.ir>

## به نام خدا

### آشنایی با سازمان ملی استاندارد ایران

سازمان ملی استاندارد ایران به موجب بند یک ماده ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱ تنها مرجع رسمی کشور است که وظیفه تعیین، تدوین و نشر استانداردهای ملی (رسمی) ایران را به عهده دارد.

تدوین استاندارد در حوزه‌های مختلف در کمیسیون‌های فنی مرکب از کارشناسان سازمان، صاحب‌نظران مراکز و مؤسسات علمی، پژوهشی، تولیدی و اقتصادی آگاه و مرتبط انجام می‌شود و کوششی همگام با مصالح ملی و با توجه به شرایط تولیدی، فناوری و تجاری است که از مشارکت آگاهانه و منصفانه صاحبان حق و نفع، شامل تولیدکنندگان، مصرف‌کنندگان، صادرکنندگان و واردکنندگان، مراکز علمی و تخصصی، نهادها، سازمان‌های دولتی و غیردولتی حاصل می‌شود. پیش‌نویس استانداردهای ملی ایران برای نظرخواهی به مراجع ذی‌نفع و اعضای کمیسیون‌های مربوط ارسال می‌شود و پس از دریافت نظرها و پیشنهادهای در کمیته ملی مرتبط با آن رشته طرح و در صورت تصویب، به عنوان استاندارد ملی (رسمی) ایران چاپ و منتشر می‌شود.

پیش‌نویس استانداردهایی که مؤسسات و سازمان‌های علاقه‌مند و ذی‌صلاح نیز با رعایت ضوابط تعیین شده تهیه می‌کنند در کمیته ملی طرح، بررسی و در صورت تصویب، به عنوان استاندارد ملی ایران چاپ و منتشر می‌شود. بدین ترتیب، استانداردهایی ملی تلقی می‌شود که بر اساس مقررات استاندارد ملی ایران شماره ۵ تدوین و در کمیته ملی استاندارد مربوط که در سازمان ملی استاندارد ایران تشکیل می‌شود به تصویب رسیده باشد.

سازمان ملی استاندارد ایران از اعضای اصلی سازمان بین‌المللی استاندارد (ISO)<sup>۱</sup>، کمیسیون بین‌المللی الکتروتکنیک (IEC)<sup>۲</sup> و سازمان بین‌المللی اندازه‌شناسی قانونی (OIML)<sup>۳</sup> است و به عنوان تنها رابط<sup>۴</sup> کمیسیون کدکس غذایی (CAC)<sup>۵</sup> در کشور فعالیت می‌کند. در تدوین استانداردهای ملی ایران ضمن توجه به شرایط کلی و نیازمندی‌های خاص کشور، از آخرین پیشرفت‌های علمی، فنی و صنعتی جهان و استانداردهای بین‌المللی بهره‌گیری می‌شود.

سازمان ملی استاندارد ایران می‌تواند با رعایت موازین پیش‌بینی شده در قانون، برای حمایت از مصرف‌کنندگان، حفظ سلامت و ایمنی فردی و عمومی، حصول اطمینان از کیفیت محصولات و ملاحظات زیست‌محیطی و اقتصادی، اجرای بعضی از استانداردهای ملی ایران را برای محصولات تولیدی داخل کشور و/یا اقلام وارداتی، با تصویب شورای عالی استاندارد، اجباری کند. سازمان می‌تواند به منظور حفظ بازارهای بین‌المللی برای محصولات کشور، اجرای استانداردهای کالاهای صادراتی و درجه‌بندی آن را اجباری کند. همچنین برای اطمینان بخشیدن به استفاده‌کنندگان از خدمات سازمان‌ها و مؤسسات فعال در زمینه مشاوره، آموزش، بازرسی، ممیزی و صدور گواهی سیستم‌های مدیریت کیفیت و مدیریت زیست‌محیطی، آزمایشگاه‌ها و مراکز کالیبراسیون (واسنجی) و وسایل سنجش، سازمان ملی استاندارد این‌گونه سازمان‌ها و مؤسسات را بر اساس ضوابط نظام تأیید صلاحیت ایران ارزیابی می‌کند و در صورت احراز شرایط لازم، گواهینامه تأیید صلاحیت به آن‌ها اعطا و بر عملکرد آن‌ها نظارت می‌کند. ترویج افزاره بین‌المللی یکاها، کالیبراسیون وسایل سنجش، تعیین عیار فلزات گرانبها و انجام تحقیقات کاربردی برای ارتقای سطح استانداردهای ملی ایران از دیگر وظایف این سازمان است.

1- International Organization for Standardization

2- International Electrotechnical Commission

3- International Organization for Legal Metrology (Organisation Internationale de Metrologie Legals)

4- Contact point

5- Codex Alimentarius Commission

## کمیسیون فنی تدوین استاندارد

« تقویت‌کننده‌های نوری - روش‌های آزمون - قسمت ۳-۱: پارامترهای عدد نوفه - روش تحلیلگر طیف نوری »

### رئیس: سمت و/یا محل اشتغال:

رئیس اداره کل - شرکت مخابرات منطقه بوشهر

زارعی، احمد  
(کارشناسی مهندسی برق - الکترونیک)

### دبیر:

کارشناس - شرکت معیارآزمای لیان

خدری، صادق  
(کارشناسی ارشد مهندسی مخابرات - میدان)

### اعضا: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

مسئول آزمایشگاه - سازمان انرژی اتمی ایران، پژوهشگاه علوم و فنون هسته‌ای، پژوهشکده فوتونیک و فناوری‌های کوانتومی

ابوالحسینی، شهریار  
(کارشناسی ارشد فیزیک - فوتونیک)

کارشناس - مرکز تحقیقات صنایع انفورماتیک

اسماعیلی، سحر  
(دکتری فیزیک - فوتونیک)

مدیر فنی - شرکت آزمون پردازش لیان

بهرامیان، پرینا  
(کارشناسی ارشد مهندسی برق - الکترونیک)

دبیر - کمیته فنی متناظر INEC TC76 و نائب رئیس کمیته فنی متناظر ISIRI TC172

پوراکبر صفار، علی  
(کارشناسی ارشد فیزیک - اتمی)

کارشناس فنی - شرکت صنایع گلدیران

حسینیان، هلیاسادات  
(کارشناسی ارشد مهندسی برق - سیستم‌های انرژی)

مدیر فنی و تحقیقات - شرکت صنایع گلدیران

دامغانی، حمیدرضا  
(کارشناسی ارشد مهندسی برق مخابرات - سیستم)

مدیر فنی - شرکت ارتباطات نوین گستر سیراف

دهباشی، لیلا  
(کارشناسی مهندسی برق - الکترونیک)

کارشناس آموزش فنی مهندسی و فناوری‌های نوین - شرکت ارتباطات زیرساخت

ربیعی، علیرضا  
(کارشناسی ارشد - تخصصی شبکه‌های مخابراتی)

**اعضا:** (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

مدیر کنترل کیفیت- شرکت صنایع رامپا پارسیان

سلماسی، تورج  
(کارشناسی فیزیک کاربردی)

مدیر کنترل کیفیت- شرکت کیفیت نما نور آسیا

علیزاده، منیره  
(کارشناسی ارشد مهندسی برق- الکترونیک)

کارشناس- شرکت پژوه افزار لیان

فیروزی، آرزو  
(دکتری فیزیک-ماده چگال)

مدیر بازرسی- شرکت آزمون پردازش لیان

محمودپور، نصراله  
(دکتری مهندسی برق- قدرت)

کارشناس- اداره کل استاندارد استان بوشهر

محمودی، حسین  
(کارشناسی برق- الکترونیک)

کارشناس- شرکت مخابرات منطقه بوشهر

ملاح زاده، نرجس  
(کارشناسی مهندسی برق- الکترونیک)

کارشناس آزمایشگاه- سازمان انرژی اتمی ایران، پژوهشگاه علوم و فنون هسته‌ای، پژوهشکده فوتونیک و فناوری‌های کوانتومی

ویسی، فاطمه  
(کارشناسی زبان- مترجمی زبان انگلیسی)

**ویراستار:**

کارشناس دفتر تدوین استانداردهای ملی- سازمان ملی استاندارد ایران

رثایی، حامد  
(کارشناسی ارشد مهندسی برق- قدرت)

فهرست مندرجات

صفحه	عنوان
ز	پیش‌گفتار
ح	مقدمه
۱	۱ هدف و دامنه کاربرد
۲	۲ مراجع الزامی
۲	۳ کوتاه‌نوشت‌ها
۳	۴ دستگاه‌ها
۶	۵ نمونه آزمون
۶	۶ رویه
۷	۱-۶ کالیبراسیون
۷	۱-۱-۶ کالیبراسیون پهنای‌باند نوری
۹	۲-۱-۶ کالیبراسیون مرحله به صفر رساندن اتلاف جایگذاری
۹	۳-۱-۶ کالیبراسیون ضریب تصحیح توان OSA
۱۰	۲-۶ اندازه‌گیری
۱۰	۱-۲-۶ فن DI تک‌کاناله
۱۱	۲-۲-۶ فن PN
۱۲	۷ محاسبه
۱۲	۸ نتایج آزمون
۱۴	پیوست الف (الزامی) محدودیت فنون درون‌یابی مستقیم به‌دلیل گسیل خودبه‌خودی منبع
۱۶	کتاب‌نامه
۴	شکل ۱- دو چیدمان نوعی دستگاه‌های آزمون تحلیلگر طیف نوری برای اندازه‌گیری‌های پارامتر عدد نوفه
۱۵	شکل الف-۱- خطای کاهش DI بر اساس تابعی از سطح گسیل خودبه‌خودی منبع

## پیش‌گفتار

استاندارد «تقویت‌کننده‌های نوری - روش‌های آزمون - قسمت ۳-۱: پارامترهای عدد نوفه - روش تحلیلگر طیف نوری» که پیش‌نویس آن در کمیسیون‌های مربوط بر مبنای پذیرش استانداردهای بین‌المللی/منطقه‌ای به عنوان استاندارد ملی ایران به روش اشاره شده در مورد الف، بند ۷، استاندارد ملی ایران شماره ۵ تهیه و تدوین شده، در سیصد و سیزدهمین اجلاس کمیته ملی استاندارد فناوری اطلاعات مورخ ۱۳۹۷/۱۲/۱۵ تصویب شد. اینک این استاندارد به استناد بند یک ماده ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱، به عنوان استاندارد ملی ایران منتشر می‌شود.

استانداردهای ملی ایران بر اساس استاندارد ملی ایران شماره ۵ (استانداردهای ملی ایران - ساختار و شیوه نگارش) تدوین می‌شوند. برای حفظ همگامی و هماهنگی با تحولات و پیشرفت‌های ملی و جهانی در زمینه صنایع، علوم و خدمات، استانداردهای ملی ایران در صورت لزوم تجدیدنظر خواهند شد و هر پیشنهادی که برای اصلاح و تکمیل این استانداردها ارائه شود، هنگام تجدیدنظر در کمیسیون‌های مربوط مورد توجه قرار خواهد گرفت. بنابراین، باید همواره از آخرین تجدیدنظر استانداردهای ملی ایران استفاده کرد.

این استاندارد ملی بر مبنای پذیرش استاندارد بین‌المللی زیر به روش «معادل یکسان» تهیه و تدوین شده و شامل ترجمه تخصصی کامل متن آن به زبان فارسی می‌باشد و معادل یکسان استاندارد بین‌المللی مزبور است:

IEC 61290-3-1: 2003, Optical amplifiers – Test methods – Part 3-1: Noise figure parameters – Optical spectrum analyzer method



## مقدمه

این قسمت از مجموعه استانداردهای ملی ایران شماره ۱۱۶۲۴ به موضوع تقویت‌کننده‌های نوری اختصاص دارد. فناوری تقویت‌کننده‌های نوری هنوز به سرعت در حال تحول هستند، از این رو اصلاحات و ویرایش‌های جدید این استاندارد می‌تواند موردانتظار باشد.

به طور کلی، کوتاه‌نوشت‌های معرفی‌شده در این استاندارد، اولین بار در متن توضیح داده شده است. با این حال، برای درک ساده‌تر از متن، یک فهرست از تمام کوتاه‌نوشت‌ها در بند ۳ آمده است.

این استاندارد یک قسمت از مجموعه استانداردهای ملی ایران شماره ۱۱۶۲۴ است. برخی از قسمت‌ها به شرح زیر می‌باشد:

- استاندارد ملی ایران شماره ۱-۳-۱۱۶۲۴: سال ۱۳۹۴، تقویت‌کننده‌های نوری- روش‌های آزمون- قسمت ۱-۳: پارامترهای بهره و توان- روش اندازه‌گیری توان نوری
- استاندارد ملی ایران شماره ۲-۱۰-۱۱۶۲۴: سال ۱۳۸۷، تقویت‌کننده‌های نوری- روش‌های آزمون- قسمت ۱۰-۲: پارامترهای چندکاناله- روش پالس با استفاده از آنالیز طیف نوری دارای روزنه
- استاندارد ملی ایران شماره ۱-۷-۱۱۶۲۴: سال ۱۳۸۹، تقویت‌کننده‌های نوری- روش‌های آزمون- قسمت ۷-۱: تلفات جایگذاری خارج از باند- روش اندازه‌گیری توان نوری فیلترشده
- IEC 61290-1-1: 2015, Optical amplifiers - Test methods - Part 1-1: Power and gain parameters - Optical spectrum analyzer method
- IEC 61290-1-2: 2005, Optical amplifiers - Test methods - Part 1-2: Power and gain parameters - Electrical spectrum analyzer method
- IEC 61290-3-2: 2008, Optical amplifiers - Test methods - Part 3-2: Noise figure parameters - Electrical spectrum analyzer method
- IEC 61290-3-3: 2013, Optical amplifiers - Test methods - Part 3-3: Noise figure parameters - Signal power to total ASE power ratio
- IEC 61290-4-1: 2016, Optical amplifiers - Test methods - Part 4-1: Gain transient parameters - Two-wavelength method
- IEC 61290-10-1: 2009, Optical amplifiers - Test methods - Part 10-1: Multichannel parameters - Pulse method using an optical switch and optical spectrum analyzer

## تقویت کننده‌های نوری - روش‌های آزمون - قسمت ۳-۱: پارامترهای عدد نوفه - روش تحلیلگر طیف نوری

### ۱ هدف و دامنه کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد، تعیین الزامات یکسان برای اندازه‌گیری‌های دقیق و قابل اطمینان با روش آزمون تحلیلگر طیف نوری (OSA)<sup>۱</sup> از پارامترهای تقویت کننده‌های نوری زیر است که در استاندارد IEC 61291-1 تعریف شده است:

الف - عدد نوفه سیگنال خودبه‌خودی؛

ب- سطح توان گسیل خودبه‌خودی (ASE) تقویت یافته پیش‌سو.

روش‌های توصیف شده در این استاندارد، فقط برای محرک تک کانال به کار می‌رود.

این استاندارد در مورد تقویت کننده‌های نوری (OA)<sup>۲</sup> قابل دسترس در بازار به کار می‌رود مانند تقویت کننده‌های تار نوری (OFA)<sup>۳</sup>، تقویت کننده‌های نوری نیمه‌هادی (SOA)<sup>۴</sup> و تقویت کننده‌های نوری موجبر مسطح (PWOA)<sup>۵</sup> که در استاندارد IEC 61292-3 طبقه‌بندی شده است.

دو گزینه برای تعیین نوفه ضربه‌ای سیگنال خودبه‌خودی وجود دارد، فن درون‌یابی مستقیم (DI) گسیل خودبه‌خودی تقویت شده و به‌صفر رساندن قطبش همراه با فن درون‌یابی (PN). درستی فن DI زمانی که شیب منحنی ASE طیف OA وابستگی زیادی به طول موج دارد، مختل خواهد شد مثلاً در مورد یک OA که پالایه حذف کننده ASE داخلی باندباریک دارد.

درستی فن DI در سطح توان ورودی بالا با توجه به گسیل خودبه‌خودی منبع (منابع) لیزر کاهش می‌یابد. پیوست الف راهنمای حدود این فن برای توان ورودی بالا را ارائه می‌دهد.

یادآوری ۱- تمام مقادیر عددی که با (۰٫۱) مشخص شده‌اند مقادیر پیشنهاد شده برای اندازه‌گیری تضمین شده، هستند. مقادیر دیگر ممکن است قابل قبول باشند اما بهتر است تأیید شوند.

یادآوری ۲- جنبه‌های عمومی روش‌های آزمون عدد نوفه در استاندارد IEC 61290-3 آورده شده است.

- 
- 1- Optical spectrum analyzer
  - 2- Optical amplifiers
  - 3- Optical fibre amplifiers
  - 4- Semiconductor optical amplifiers
  - 5- Planar waveguide amplifiers

## ۲ مراجع الزامی

در مراجع زیر ضوابطی وجود دارد که در متن این استاندارد به صورت الزامی به آن‌ها ارجاع داده شده است. بدین ترتیب، آن ضوابط جزئی از این استاندارد محسوب می‌شوند.

در صورتی که به مرجعی با ذکر تاریخ انتشار ارجاع داده شده باشد، اصلاحیه‌ها و تجدیدنظرهای بعدی آن برای این استاندارد الزام‌آور نیست. در مورد مراجعی که بدون ذکر تاریخ انتشار به آن‌ها ارجاع داده شده است، همواره آخرین تجدیدنظر و اصلاحیه‌های بعدی برای این استاندارد الزام‌آور است.

استفاده از مرجع زیر برای کاربرد این استاندارد الزامی است:

**2-1 IEC 61290-1-1, Optical fibre amplifiers – Basic specification – Part 1-1: Test methods for gain parameters – Optical spectrum analyser**

**2-2 IEC 61291-1, Optical fibre amplifiers – Part 1: Generic specification**

**یادآوری-** استاندارد ملی ایران شماره ۱-۱۸۳۰۵: سال ۱۳۹۳، تقویت‌کننده‌های نوری- قسمت ۱: ویژگی ذاتی، با استفاده از استاندارد IEC 61291-1: 2012 تدوین شده است.

**2-3 IEC 61292-3, Optical amplifier technical reports – Part 3: Classification, characteristics and applications of optical amplifiers**

**یادآوری-** استاندارد ملی ایران شماره 3-61292-IEC-ISIRI: سال ۱۳۸۸، تقویت‌کننده‌های نوری- قسمت ۱: طبقه‌بندی، مشخصات و کاربردها، با استفاده از استاندارد IEC 61292-3: 2003 به روش «تنفیذ» تدوین شده است.

## ۳ کوتاه‌نوشت‌ها

در این استاندارد، کوتاه‌نوشت‌های زیر به کار می‌رود.

کوتاه‌نوشت	معادل انگلیسی	معادل فارسی
ASE	Amplified spontaneous emission	گسیل خودبه‌خودی تقویت‌شده
DBR	Distributed Bragg reflector	بارتاب‌کننده براگ توزیعی
DFB	Distributed feedback laser	لیزر دارای بازخورد توزیعی
DI	Direct interpolation (technique)	درون‌یابی مستقیم (فن)
ECL	External cavity laser (diode)	لیزر حفره خارجی (دیود)
LED	Light emitting diode	دیود منتشرکننده نور
OA	Optical amplifier	تقویت‌کننده نوری
OFA	Optical fibre amplifier	تقویت‌کننده تار نوری
OSA	Optical spectrum analyzer	تحلیلگر طیف نوری
PN	Polarization nulling (with interpolation technique)	به صفر رساندن قطبش (با فن درون‌یابی)

معادل فارسی	معادل انگلیسی	کوتاه‌نوشت
تقویت‌کننده نوری موجبر مسطح	Planar waveguide optical amplifier	PWOA
تقویت‌کننده نوری نیمه‌هادی	Semiconductor optical amplifier	SOA
گسیل خودبه‌خودی منبع	Source spontaneous emission	SSE

#### ۴ دستگاه‌ها

دو طرح از چیدمان اندازه‌گیری (به ترتیب برای فنون DI و PN) در شکل ۱ ارائه شده است. تجهیزات آزمون به همراه مشخصه‌های مورد نیاز که در زیر فهرست شده است، ضروری می‌باشد.

الف - منبع نوری باندهایک

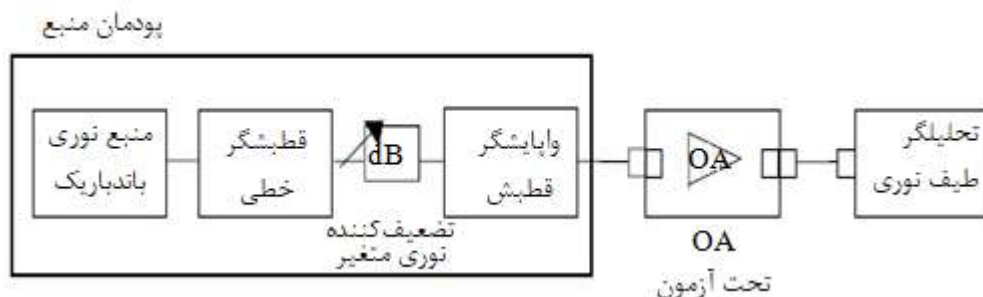
طول موج منبع نور باید ثابت یا قابل تنظیم باشد.

- منبع نور طول موج ثابت

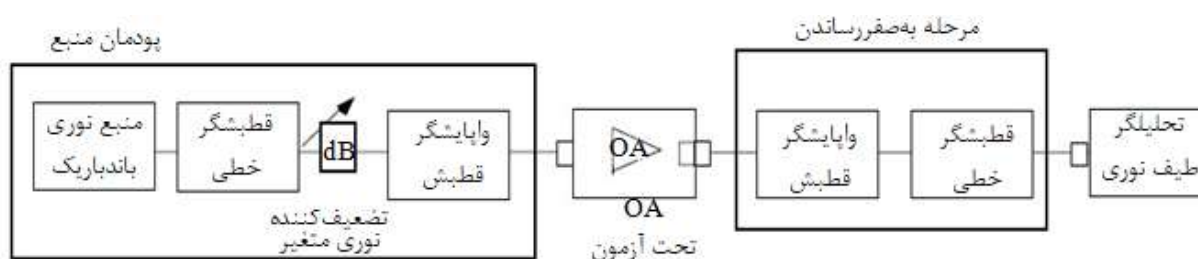
این منبع نور باید نوری با طول موج و توان نوری مشخص شده در ویژگی‌های تفصیلی مربوط، تولید کند. اگر به صورت دیگری مشخص نشده باشد، منبع نور باید نوری با پهنای کامل در نیمی از بیشینه طیف باریک‌تر از  $1 \text{ nm}$  ( $\pm$ ) را منتشر کند. لیزرهای تک‌خط مانند DBR، DFB یا ECL کاربردی هستند. یک LED با پالایه باندهایک نیز قابل استفاده است. نسبت حذف حالت‌های جانبی برای لیزر تک‌خط باید بزرگ‌تر از  $30 \text{ dB}$  ( $\pm$ ) باشد. نوسان توان خروجی باید کمتر از  $0.105 \text{ dB}$  ( $\pm$ ) باشد که این مقدار ممکن است با یک جداکننده نوری در درگاه خروجی منبع نوری، به طور بهتری قابل دستیابی باشد. گسیل خودبه‌خودی منبع و گسترش طیفی مبتنی بر طیف ایجادشده از طریق لیزر، بهتر است برای منابع لیزری، مقدار کمینه باشد.

- منبع نوری با طول موج قابل تنظیم

این منبع نوری باید نور با طول موج قابل تنظیم را در گستره تعیین شده در ویژگی‌های تفصیلی مربوط تولید کند. توان نوری آن باید در ویژگی‌های تفصیلی مربوط مشخص شده باشد. اگر به صورت دیگری مشخص نشده است، منبع نور باید نوری با پهنای کامل در نیمی از بیشینه طیف باریک‌تر از  $1 \text{ nm}$  ( $\pm$ ) را منتشر کند. برای مثال، یک لیزر تک‌خط یا یک LED دارای پالایه نوری باندهایک قابل استفاده است. نسبت حذف حالت‌های جانبی برای لیزر تک‌خط باید بالاتر از  $30 \text{ dB}$  ( $\pm$ ) باشد. نوسان توان خروجی باید کمتر از  $0.105 \text{ dB}$  ( $\pm$ ) باشد، که ممکن است با یک جداکننده نوری در درگاه خروجی منبع نوری به طور بهتری قابل دستیابی باشد. گسیل خودبه‌خودی منبع و گسترش طیفی مبتنی بر طیف ایجادشده از طریق لیزر بهتر است برای ECL، مقدار کمینه باشد.



شکل ۱-الف- روش DI



شکل ۱-ب- روش PN

شکل ۱- دو چیدمان نوعی دستگاه‌های آزمون تحلیلگر طیف نوری برای اندازه‌گیری‌های پارامتر عدد نوفه

ب- واپاشگر قطبش

این افزاره باید بتواند هر وضعیت قطبش سیگنال را به هر وضعیت دیگر تبدیل کند. واپاشگر قطبش، ممکن است شامل تمام واپاشگرهای قطبش تار یا یک صفحه موج یک‌چهارم با قابلیت چرخش با کمینه زاویه  $90^\circ$  و پس از آن، صفحه نیم‌موج با قابلیت چرخش با کمینه زاویه  $180^\circ$  باشد. بازتاب این افزاره در هر درگاه باید کمتر از  $50 \text{ dB}$  (†) باشد. تغییر اتلاف جایگذاری واپاشگر قطبش باید کمتر از  $0.2 \text{ dB}$  (†) باشد.

پ- قطبشگر خطی

این افزاره بهتر است دارای کمینه نرخ میرایی  $30 \text{ dB}$  (†) و بازتابی کوچکتر از  $50 \text{ dB}$  (†) در هر درگاه باشد. قطبشگر قابل چرخش برای به بیشینه رساندن توان سیگنال ورودی ترجیح داده می‌شود.

ت- تضعیف کننده نوری متغیر

گستره تضعیف و پایداری باید به ترتیب بیش از  $40 \text{ dB}$  (†) و بهتر از  $0.1 \text{ dB}$  (†) باشد. بازتاب این افزاره باید کمتر از  $50 \text{ dB}$  (†) در هر درگاه باشد.

### ث - OSA

OSA باید حساسیت قطبش کمتر از  $0.1$  dB (پ) باشد، پایداری بهتر از  $0.1$  dB (پ) و درستی طول موج بهتر از  $0.5$  nm (پ) داشته باشد. توصیه می‌شود در کل گستره پویایی افزاره، خطی بودن از  $0.2$  dB (پ) بهتر باشد. بازتاب در درگاه ورودی افزاره باید کوچکتر از  $50$  dB (پ) باشد.

### ج - توان سنج نوری

این افزاره باید درستی اندازه‌گیری بهتر از  $0.2$  dB (پ) باشد، صرف نظر از وضعیت قطبش، در پهنای باند طول موج عملیاتی OA و در گستره توان از  $40$  dBm تا  $20$  dBm (پ) داشته باشد.

یادآوری - توان سنج نوری برای اهداف کالیبراسیون است.

### چ - منبع نوری فراخ‌باند

این افزاره باید توان نوری فراخ‌باند خروجی را در پهنای باند طول موج عملیاتی OA (به عنوان مثال،  $530$  nm تا  $565$  nm) ارائه دهد. طیف خروجی باید صاف و با تغییرات کمتر از  $0.1$  dB (پ) (معمولاً  $10$  nm) در گستره پهنای باند اندازه‌گیری باشد. به عنوان مثال، ASE تولیدشده توسط یک OA بدون سیگنال اعمال شده می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد.

### ح - اتصال دهنده‌های نوری

تکرارپذیری اتلاف اتصال باید بهتر از  $0.1$  dB (پ) باشد. بازتاب این افزاره باید کوچکتر از  $50$  dB (پ) باشد.

### خ - جامپرهای تار نوری

قطر میدان حالت جامپرهای تار نوری باید تا آنجا که ممکن است به قطر تارهای به کار رفته به عنوان درگاه‌های ورودی و خروجی OA نزدیک باشد. بازتاب این افزاره باید کوچکتر از  $50$  dB (پ) و طول افزاره باید کوتاه ( $2$  m  $>$ ) باشد. جامپرهای میان منبع و افزاره تحت آزمون بهتر است در طول مدت اندازه‌گیری‌ها به منظور به کمینه رساندن تغییرات قطبش بدون وقفه باقی بمانند.

در نتیجه، ترکیبی از منبع نوری باندهایک، قطبشگر خطی، تضعیف‌کننده نوری متغیر و واپایشگر قطبش ورودی باید به عنوان پودمان منبع انتخاب شوند. واپایشگر قطبش پودمان منبع اختیاری است و تنها هنگامی مورد نیاز است که شاخص‌های عملکردی وابسته به قطبش باید اندازه‌گیری شود.

ترکیبی از واپایشگر قطبش خروجی و قطبشگر خطی به عنوان مرحله به‌صفررساندن انتخاب می‌شوند. مرحله به‌صفررساندن تنها زمانی مورد نیاز است که فن PN استفاده شود و ممکن است برای فن DI صرف‌نظر شود.

## ۵ نمونه آزمون

OA تحت آزمون باید در شرایط کاری نامی کار کند. اگر OA احتمالاً باعث نوسانات لیزری به دلیل بازتاب‌های ناخواسته شود، استفاده از جداسازهای نوری توصیه می‌شود تا OA تحت آزمون را محدود کند. این کار، ناپایداری سیگنال و عدم دقت اندازه‌گیری را به کمینه می‌رساند.

برای نگهداری وضعیت قطبش نور ورودی در طول اندازه‌گیری باید مراقبت‌های لازم در نظر گرفته شود. تغییرات وضعیت قطبش نور ورودی به علت وابستگی جزئی قطبشی که از تمام اجزاء نوری مورد استفاده انتظار می‌رود، ممکن است منجر به تغییرات توان نوری در ورودی و بنابراین باعث خطاهای اندازه‌گیری شوند.

## ۶ رویه

این روش آزمون بر اساس اندازه‌گیری نوری پارامترهای زیر است:

- سطح توان ASE در خروجی OA تحت آزمون؛

- پهنای باند نوری OSA.

اندازه‌گیری سطح توان ASE در طول موج سیگنال می‌تواند با فن DI یا با فن PN انجام شود. فن DI سریعتر و برای اجرا ساده‌تر است، اگرچه ممکن است به دلیل اعوجاج ناشی از سیگنال و باندهای کناری آن دقیق نباشد. از سوی دیگر، فن PN به طور کلی به علت کم کردن اعوجاج، آهسته‌تر، اما دقیق‌تر خواهد بود. اصل PN بر اساس این واقعیت است که نوفه ASE تولیدشده توسط تقویت‌کننده نوری به طور تصادفی قطبی است، در حالی که سیگنال ورودی، وضعیت قطبش قطعی دارد. با انتخاب قطبش متعامد برای سیگنال مورد نظر، نوفه ASE می‌تواند بدون اعوجاج سیگنال مرتبط، اندازه‌گیری شود. از آنجا که نوفه به طور تصادفی قطبی شده است، تنها نیمی از نوفه ASE با این روش مشاهده می‌شود.

هر دو فن به از بین بردن گسیل خودبه‌خودی ناخواسته منبع از نتیجه اندازه‌گیری ASE کمک می‌کنند. فن DI نیاز به اندازه‌گیری گسسته و تصحیح توزیع خودبه‌خودی منبع به سطح ASE دارد. فن PN به‌طور مستقیم، توزیع خودبه‌خودی منبع را پالایش می‌کند و میزان تصحیح را کاهش می‌دهد. کالیبراسیون پهنای باند نوری را می‌توان با استفاده از OSA انجام داد. رویه‌های هر دو فن (DI و PN) ارائه شده است.

## ۱-۶ کالیبراسیون

### ۱-۱-۶ کالیبراسیون پهنای باند نوری

پهنای باند نوری،  $B_o$ ، می‌تواند با استفاده از پهنای باند تفکیک‌پذیری OSA تعیین شود. این کالیبراسیون را می‌توان با استفاده از یکی از دو روش زیر بر اساس استفاده از منبع نوری باندباریک یا فراخ‌باند به ترتیب، انجام داد. هر دو روش کالیبراسیون برای فن اندازه‌گیری DI یا PN اعمال می‌شود.

الف- کالیبراسیون با استفاده از منبع نوری باندباریک

مراحل ذکرشده در زیر باید دنبال شود.

۱- خروجی یک منبع نوری باندباریک قابل تنظیم (ECL یا DFB) را به‌طور مستقیم به OSA وصل کنید.

۲- طول موج مرکز OSA را به طول موج سیگنالی که کالیبره می‌شود، تنظیم کنید،  $\lambda_s$ .

۳- محدوده OSA را صفر تنظیم کنید.

۴- پهنای باند تفکیک‌پذیری OSA به مقدار دلخواه، RBW، تنظیم کنید.

۵- طول موج منبع نوری باندباریک روی مقدار  $\lambda_i$  تنظیم کنید، به طوری که:

$$\lambda_i = \lambda_s \pm (RBW + \delta)$$

$\delta$  را به اندازه کافی بزرگ انتخاب کنید تا از خارج شدن طول موج پایانی از باند عبوری پالایه OSA اطمینان حاصل شود.

۶- سطح سیگنال OSA را برحسب یکاهای خطی ثبت کنید،  $P(\lambda_i)$ .

۷- مراحل ۵ و ۶ را با تنظیم طول موج منبع نوری باندباریک از طریق گستره طول موج تکرار کنید.

۸- پهنای باند نوری را با توجه به معادله زیر تعیین کنید:

$$\Delta\lambda_{BW}(\lambda_s) = \int [P(\lambda_i) / P\lambda_s] d\lambda_i$$

درستی این اندازه‌گیری بستگی به تنظیم فاصله منبع نوری باندباریک ( $\Delta\lambda_i$ ) و یک‌سطح‌بودن توان در گستره طول موج دارد. تنظیم فاصله کمتر از ۰٫۱ nm توصیه می‌شود. بهتر است توان نوری بیش از ۰٫۴ dB از گستره طول موج تغییر نکند.



ب- کالیبراسیون با استفاده از منبع نوری فراخباند

این روش مستلزم آن است که OSA زمانی که پهنای باند تفکیک پذیری در بیشینه مقدار است، پالایه محدودکننده پهنای باند مستطیلی شکل داشته باشد. مراحل ذکر شده در زیر باید دنبال شود.

۱- خروجی منبع نوری باندهاریک (ECL یا DFB) را مستقیماً به OSA وصل کنید. در صورت قابل تنظیم بودن (به عنوان مثال در مورد ECL)، طول موج منبع نوری باندهاریک به یک طول موج خاص،  $\lambda_s$ ، تنظیم کنید.

۲- پهنای باند تفکیک پذیری OSA روی بیشینه مقدار، ترجیحاً کوچکتر از ۱۰ nm تنظیم کنید.

۳- با استفاده از OSA، FWHM سیگنال باندهاریک را،  $\Delta\lambda$ ، اندازه گیری کنید.

۴- خروجی منبع نوری فراخباند را مستقیماً به OSA وصل کنید.

۵- پهنای باند تفکیک پذیری OSA در بیشینه مقدار نگه دارید.

۶- با استفاده از OSA، میزان توان خروجی،  $P$  (برحسب یکاهای خطی) را در طول موج داده شده،  $\lambda_s$ ، اندازه گیری کنید.

۷- پهنای باند تفکیک پذیری OSA روی مقدار دلخواه تنظیم کنید.

۸- با استفاده از OSA، میزان توان خروجی،  $P_{RBW}$  (برحسب یکاهای خطی) را در طول موج داده شده،  $\lambda_s$ ، اندازه گیری کنید.

۹- پهنای باند نوری را با توجه به معادله زیر تعیین کنید:

$$\Delta\lambda_{BW}(\lambda_s) = \int [P_{RBW} / P] \Delta\lambda(\lambda_s)$$

در هر دو روش، معادله تقریبی زیر پهنای باند نوری از حوزه طول موجها  $[\Delta\lambda_{BW}(\lambda_s)]$  به حوزه فرکانسها  $[B_o(\lambda_\sigma)]$  تبدیل می کند:

$$B_o(\lambda_\sigma) = c \left[ (\lambda_s - \Delta\lambda_{BW}(\lambda_s)/2)^{-1} - (\lambda_s + \Delta\lambda_{BW}(\lambda_s)/2)^{-1} \right]$$

c سرعت نور در فضای آزاد است.

بعد از این تعیین مقدار، تمام اندازه گیری های OSA با همان تنظیمات پهنای باند تفکیک پذیری انجام می شود که در بالا کالیبراسیون شده است، اگر پالایه نوری در OSA وجود دارد، در نظر گرفته شود.

اگر پالایه نوری باریک در OA وجود دارد، توصیه می شود OA در هنگام کالیبراسیون  $B_o(\lambda_s)$  در مسیری بین منبع و OSA قرار گیرد. تنظیم پهنای باند تفکیک پذیری باید از پهنای باند پالایه نوری کوچکتر باشد.

فرض شده است که اندازه‌گیری در بیشینه پهنای باند تفکیک‌پذیری،  $\Delta\lambda$ ، با درستی در حدود  $\pm 5\%$  باشد.

#### ۲-۱-۶ کالیبراسیون مرحله به صفر رساندن اتلاف جایگذاری

در صورت استفاده از فن PN، مراحل ذکر شده در زیر برای کالیبراسیون مرحله به صفر رساندن اتلاف جایگذاری چیدمان اندازه‌گیری باید انجام شود. مرحله به صفر رساندن اتلاف جایگذاری می‌تواند قبل یا بعد از اندازه‌گیری سطح نوفه ASE، کالیبره شود. اگر این کالیبراسیون در پایان اندازه‌گیری‌های توان ASE انجام شود، ممکن است درستی اندازه‌گیری بهتر شود.

الف- خروجی نوری پودمان منبع را مستقیماً به OSA وصل کنید. پودمان منبع به طول موج سیگنال،  $\lambda_s$  که در مشخصات تفصیلی تعیین شده است، تنظیم کنید. تضعیف‌کننده را طوری تنظیم کنید که سطح سیگنال ورودی مورد نظر به دست آید. واپایشگر قطبش پودمان منبع را برای دستیابی به وضعیت قطبش سیگنال ورودی مورد نظر (اختیاری) تنظیم کنید. این مقدار،  $P_s$  (بر حسب dBm) را در OSA اندازه‌گیری کنید.

ب- سپس خروجی پودمان منبع را مستقیماً به ورودی مرحله به صفر رساندن و خروجی مرحله به صفر رساندن را به‌طور مستقیم به OSA متصل کنید.

پ- واپایشگر و تحلیلگر قطبش مرحله به صفر رساندن را برای به حداقل رساندن سیگنال تنظیم کنید.

ت- با رهاکردن قطبشگر مرحله به صفر رساندن در وضعیت تعیین شده در مرحله پ، واپایشگر قطبش را برای به بیشینه رساندن سیگنال تنظیم کنید.

ث- اندازه سیگنال،  $P$  (بر حسب dBm) را در OSA اندازه‌گیری کنید.

ج- اتلاف مرحله به صفر رساندن،  $L$  (بر حسب dB) را با توجه به معادله زیر تعیین کنید:

$$L(\lambda_s) = P_s - P$$

#### ۳-۱-۶ کالیبراسیون ضریب تصحیح توان OSA

مراحل زیر برای کالیبراسیون ضریب تصحیح توان (PCF) OSA انجام شود. ضریب تصحیح توان، OSA را برای توان مطلق کالیبراسیون می‌کند. این رویه برای هر دو فن اندازه‌گیری DI و PN به کار می‌رود.

الف- طول موج سیگنال پودمان منبع،  $\lambda_s$  را تنظیم کنید. خروجی پودمان منبع را به‌طور مستقیم به ورودی توان سنج نوری متصل کنید و توان نوری  $P_{PWRMTR}$  (بر حسب dBm) را اندازه‌گیری کنید.

ب- خروجی پودمان منبع را از توان سنج نوری جدا کنید و خروجی پودمان منبع به‌طور مستقیم به ورودی OSA همان‌طور که نشان داده شده است، متصل کنید و  $P_{OSA}$  (بر حسب dBm) را اندازه‌گیری کنید.

پ- عامل کالیبراسیون توان،  $PCF$ ، (بر حسب dB) را با توجه به معادله زیر تعیین کنید:

$$PDF(\lambda_s) = P_{PWRMTR} - P_{OSA}$$

## ۶-۲ اندازه‌گیری

با مراجعه به چیدمان‌های اندازه‌گیری نشان داده‌شده در شکل ۱، مراحل زیر برای تعیین سطح نوفه ASE در OA دنبال شود (به عنوان تابع طول‌موج سیگنال و توان ورودی سیگنال) که به ترتیب به صورت جداگانه برای فنون اندازه‌گیری تک‌کانال DI و PN داده شده است. فن DI نیاز به تصحیح توزیع گسیل خودبه‌خودی منبع دارد، در حالی که فن PN به طور خودکار توزیع خودبه‌خودی منبع را پالایش می‌کند.

### ۶-۲-۱ فن DI تک‌کاناله

الف- پهنای باند تفکیک‌پذیری OSA را روی مقدار کالیبراسیون تنظیم کنید. این تنظیم در زمان اندازه‌گیری سطح نوفه تغییر نکند.

ب- طول‌موج سیگنال را روی طول‌موج تعیین شده در مشخصات تفصیلی تنظیم کنید.

پ- قطبشگر پودمان منبع را روی بیشینه سطح سیگنال نوری تنظیم کنید.

ت- واپاشگر قطبش پودمان منبع را برای انتخاب وضعیت قطبش سیگنال ورودی همانطور که در ویژگی‌های تفصیلی بیان شده است (اختیاری)، تنظیم کنید.

ث- توان سیگنال را روی توان تعیین‌شده در ویژگی‌های تفصیلی با استفاده از تضعیف‌کننده نوری متغیر پودمان منبع، تنظیم کنید.

ج- خروجی پودمان منبع را مستقیماً به OSA وصل کنید.

چ- طیف گسیل خودبه‌خودی منبع به عنوان تابعی از طول‌موج،  $P_{SSE}(\lambda)$ ، (بر حسب dBm) اندازه‌گیری کنید. کل سطح توان گسیل خودبه‌خودی منبع،  $P_{SSE}^{total}(\lambda)$ ، (بر حسب dBm) را به عنوان تابعی از طول‌موج، با توجه به معادله زیر تعیین کنید:

$$P_{SSE}^{total}(\lambda) = P_{SSE}(\lambda) + PCF$$

ح- خروجی پودمان منبع را از OSA جدا کنید و OA همانطور که در شکل الف-۱ نشان داده شده وصل کنید.

خ- سطح توان گسیل خودبه‌خودی تقویت‌شده پیش‌سو را در مجاورت سیگنال منبع تقویت‌شده اندازه‌گیری کنید. از روش درون‌یابی چندجمله‌ای مناسب برای تعیین سطح توان اصلاح‌نشده پیش‌سو ASE،  $P_{SE}(\lambda)$ ، (بر حسب dBm) در حدود طول‌موج سیگنال استفاده کنید.

د- سطح کل توان تصحیح نشده پیش سو ASE،  $P_{SE}^{total}(\lambda)$  (برحسب dBm) را به عنوان تابعی از طول موج بر اساس معادله زیر تعیین کنید:

$$P_{SE}^{total}(\lambda) = P_{SE}(\lambda) + PCF$$

ذ- بهره OA، G (برحسب یکاهای خطی) را با استفاده از روش شرح داده شده در استاندارد IEC 61290-1-1 اندازه گیری کنید.

ر- توزیع تقویت کننده به کل سطح توان پیش سو ASE در طول موج سیگنال  $P_{ASE}^{amp}(\lambda_s)$  (برحسب dBm) را تعیین کنید. سطح توان گسیل خودبه خودی منبع را از سطح توان ASE اصلاح نشده به عنوان تابعی از طول موج با توجه به معادله زیر کم کنید:

$$P_{ASE}^{amp}(\lambda) = 10 \log_{10} \left[ 10^{\frac{P_{SE}^{total}}{10}} - G \times 10^{\frac{P_{SEE}(\lambda)}{10}} \right]$$

#### ۲-۲-۶ فن PN

الف- OA به همان صورت که در شکل ۱-ب نشان داده شده است، وصل کنید.

ب- پهناى باند تفکیک پذیری OSA را روی مقدار کالیبراسیون تنظیم کنید. این تنظیم در زمان اندازه گیری های سطح نوفه تغییر نکند.

پ- طول موج سیگنال را روی طول موج تعیین شده در ویژگی های تفصیلی تنظیم کنید.

ت- قطبشگر پودمان منبع را روی بیشینه سطح سیگنال نوری تنظیم کنید.

ث- واپایشگر قطبش پودمان منبع برای انتخاب وضعیت قطبش سیگنال ورودی همانطور که در ویژگی های تفصیلی بیان شده است (اختیاری)، تنظیم کنید.

ج- توان سیگنال را روی توان تعیین شده در ویژگی های تفصیلی با استفاده از تضعیف کننده نوری متغیر پودمان منبع، تنظیم کنید.

چ- واپایشگر قطبش خروجی و قطبشگر مرحله به صفر رساندن را روی بیشینه خروجی سیگنال تنظیم کنید.

ح- واپایشگر قطبش مرحله به صفر رساندن را به گونه ای تنظیم کنید که سیگنال خروجی OA را به کمینه برساند و قطبشگر را در موقعیت تعیین شده در مرحله چ قرار دهید.

خ- سطح توان گسیل خودبه خودی را در مجاورت سیگنال منبع تقویت شده اندازه گیری کنید. از فن درون یابی مناسب برای تعیین سطح توان گسیل خودبه خودی اصلاح نشده،  $P_{SE}(\lambda)$ ، (برحسب dBm) در حدود طول موج سیگنال استفاده کنید.

د- سطح کل توان ASE پیش‌رو،  $P_{ASE}^{amp}(\lambda)$  (برحسب dBm) را بر اساس معادله زیر تعیین کنید:

$$P_{ASE}^{amp}(\lambda_s) = P_{SE}(\lambda_s) + L_{POL} + PCF + 3$$

ذ- بهره OA، G (برحسب یکاهای خطی) را با استفاده از روش شرح داده شده در استاندارد IEC 61290-1-1 اندازه‌گیری کنید.

## ۷ محاسبه

از آنجائیکه سطح توان ASE پیش‌سو در طی روبه‌های اندازه‌گیری به‌طورمستقیم تعیین می‌شود، برای تعیین عدد نوفه سیگنال خودبه‌خودی،  $NF_{sig-sp}$  محاسبات زیر باید استفاده شود.

ابتدا از مقادیر اندازه‌گیری شده سطح توان ASE پیش‌سو OA،  $P_{ASE}^{amp}(\lambda_s)$  (برحسب dBm)، بهره G (بر حسب یکاهای خطی) و پهنای باند نوری،  $B_o(\lambda_s)$  (بر حسب یکاهای فرکانس)، عدد نوفه خودبه‌خودی سیگنال،  $NF_{sig-sp}$  (برحسب dBm) باید به‌صورت تابعی از توان ورودی سیگنال،  $P_{in}$  و طول موج سیگنال،  $\lambda_s$  با توجه به معادله زیر محاسبه شود:

$$NF_{sig-sp}(P_{in}, \lambda_s) = P_{ASE}^{amp}(\lambda_s) + 10 \log_{10} [G h \nu B_o(\lambda_s)]$$

( $h$  ثابت پلانک و  $\nu$  فرکانس سیگنال نوری است).

یادآوری- درستی این روش آزمون بستگی زیادی به درستی اتصالاتی دارد که می‌تواند خراب و بازسازی شود و نیز به قطبش OSA بستگی دارد.

## ۸ نتایج آزمون

جزئیات زیر باید ارائه شود:

- الف- ترتیب چیدمان آزمون (اگر متفاوت از آنچه در بند ۴ مشخص شده است)؛
- ب- فن اندازه‌گیری؛ درونیابی مستقیم تک‌کانال یا به‌صفر رساندن قطبش با استفاده از درونیابی؛
- پ- گستره طول موج اندازه‌گیری؛
- ت- نوع منبع نوری مورد استفاده؛
- ث- طول موج سیگنال ورودی،  $\lambda_s$ ؛
- ج- پهنای باند نوری،  $B_o$ ؛
- چ- نشانگر توان پمپ نوری (در صورت کاربرد)؛

ح- دمای محیط (در صورت درخواست)؛

خ- توان سیگنال ورودی،  $P_{in}$ ؛

د- بهره خطی،  $G$ ؛

ذ- مجموع سطح توان ASE پیش سو،  $P_{ASE}^{amp}$ ؛

ر- عدد نوفه سیگنال خودبه خودی،  $NF_{sig-sp}$ ؛

ز- در فن DI، خطای ناشی از کاهش گسیل خودبه خودی منبع (برگرفته از پیوست الف)؛

## پیوست الف

### (الزامی)

#### محدودیت فنون درون‌یابی مستقیم به دلیل گسیل خودبه‌خودی منبع

فنون درون‌یابی مستقیم مستلزم کم‌کردن توان گسیل خودبه‌خودی منبع تقویت‌شده از مجموع توان نوفه اندازه‌گیری شده در OSA است. این محاسبه در مرحله ر زیربند ۶-۲-۱ نشان داده شده است:

$$P_{ASE}^{amp}(\lambda_s) = 10 \log_{10} \left[ 10^{\frac{P_{SE}^{total}}{10}} - G \times 10^{\frac{P_{SSE}(\lambda_s)}{10}} \right]$$

تحت شرایط خاص، دو عبارت درون براکت می‌توانند دارای مقدار بسیار نزدیک به هم باشند. یک خطای اندازه‌گیری کوچک در هر عبارت با تفریق بزرگ می‌شود. خطا در زمان اندازه‌گیری مقادیر پایین عدد نوفه در سطوح توان ورودی بالا، بزرگترین مقدار خود را دارد.

مقدار این خطا باید برای مقادیر مشخص عدد نوفه اندازه‌گیری شده، سطح گسیل خود به خودی منبع و عدم قطعیت اندازه‌گیری سطح نوفه محاسبه شود. معادله‌های زیر، سطوح توان نوفه است که به ورودی تقویت‌کننده اشاره دارد:

$$P_{ASE}^{amp} = NF_{sig-sp} + 10 \log(h\nu B_o)$$

$$P_{ASE}^{amp}(linear) = 10^{P_{ASE}^{amp}/10}$$

مجموع توان نوفه تصحیح‌نشده اندازه‌گیری شده برحسب یکاهای خطی برابر است با:

$$P_{SE}^{total}(linear) = 10^{P_{SE}^{total}/10}$$

توان گسیل خودبه‌خودی منبع برحسب یکاهای خطی برابر است با:

$$P_{SSE}(linear) = 10^{P_{SSE}/10}$$

خطا در نوفه تقویت‌کننده، با عدم قطعیت  $\alpha$  dB در اندازه‌گیری مجموع نوفه و گسیل خودبه‌خودی منبع به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$+ error = 10 \log \frac{10^{\alpha/10} P_{SE}^{total}(linear) - 10^{-\alpha/10} P_{SSE}(linear)}{P_{ASE}^{amp}(linear)} dB$$

$$-error = 10 \log \frac{10^{-\alpha/10} P_{SE}^{total}(linear) - 10^{\alpha/10} P_{SSE}(linear)}{P_{ASE}^{amp}(linear)} dB$$

نقاط شکل الف-۱ برای یک نمونه  $\alpha$  برابر ۰٫۰۵ dB نشان می‌دهد که اندازه خطای کاهش به صورت تابعی از سطح گسیل خودبه‌خودی منبع است. برای نشان دادن اینکه خطای کاهش چگونه ممکن است از پیکربندی آزمون خاصی محاسبه شود، دو مثال در ادامه آمده است.

- مثال‌ها

چیدمان: منبع کانال سیگنال به صورتی که در شکل الف-۱ نشان داده شده است.

نسبت سطح گسیل خودبه‌خودی منبع به سیگنال: -۳۵ dB/nm

حالت ۱ تنظیم تضعیف‌کننده نوری متغیر برای فراهم ساختن توان سیگنال ۱۰ dB - به OA

گسیل خودبه‌خودی منبع -۳۵ dB/nm - ۱۰ dBm = -۴۵ dBm/nm

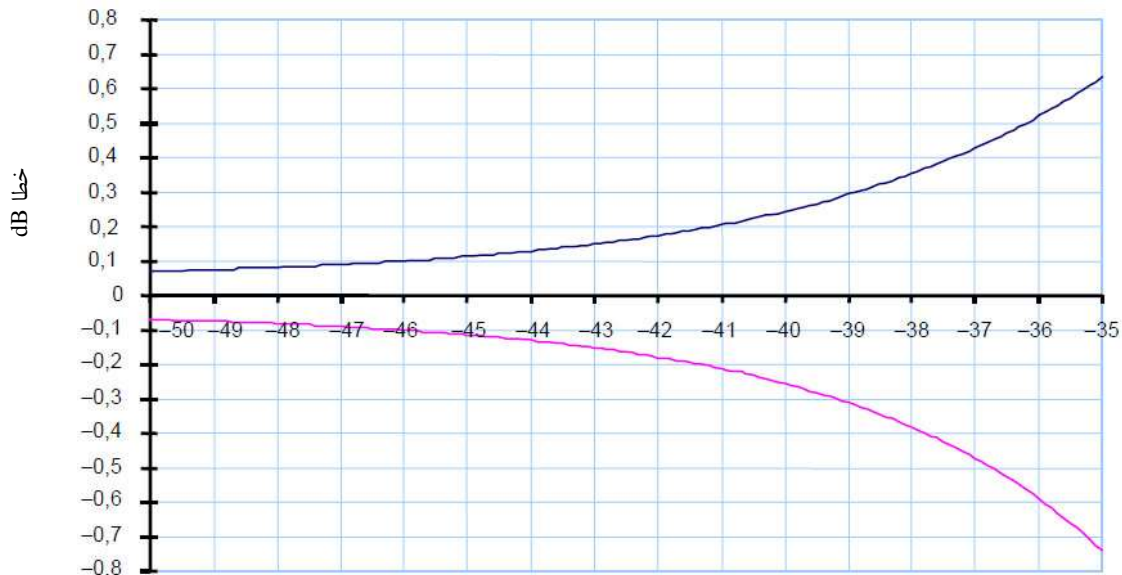
از شکل الف-۱، خطا = ۰٫۱۱ dB  $\pm$

حالت ۲ تنظیم تضعیف‌کننده نوری متغیر برای فراهم ساختن توان سیگنال ۰ dB - به OA

گسیل خودبه‌خودی منبع -۳۵ dB/nm - ۰ dBm = -۳۵ dBm/nm

از شکل الف-۱، خطا = ۰٫۶۳ dB  $\pm$  ۰٫۷۴ dB

یادآوری- عدد نوفه ۵ dB در محاسبه فرض شده است.



توان گسیل خودبه‌خودی منبع dBm/nm

شکل الف-۱- خطای کاهش DI بر اساس تابعی از سطح گسیل خودبه‌خودی منبع



### کتابنامه

[1] IEC 60793-1-1, Optical fibres – Part 1-1: Measurement methods and test procedures – General and guidance

یادآوری- استاندارد ملی ایران شماره ۱-۱-۶۹۱۹، سال ۱۳۹۶: تارهای نوری- قسمت ۱-۱: روش‌های اندازه‌گیری و رویه‌های آزمون- کلیات و راهنما، با استفاده از استاندارد IEC 61931-1-1: 2017 تدوین شده است.

[2] IEC 60825-1, Safety of laser products – Part 1: Equipment classification, requirements and user's guide

یادآوری- استاندارد ملی ایران شماره ۱-۱-۳۵۰۱، سال ۱۳۹۳: ایمنی محصولات لیزری- قسمت ۱: طبقه بندی و الزامات تجهیزات، با استفاده از استاندارد IEC 60825-1: 2014 تدوین شده است.

[3] IEC 60825-2, Safety of laser products – Part 2: Safety of optical fibre communication systems

یادآوری- استاندارد ملی ایران شماره ۲-۲-۶۰۸۲۵، سال ۱۳۹۲: ایمنی محصولات لیزری- قسمت ۲: ایمنی سامانه‌های ارتباطی تار (فیبر) نوری (ofcs)، با استفاده از استاندارد IEC 60825-2: 2007 تدوین شده است.

[4] IEC 60874-1, Connectors for optical fibres and cables – Part 1: Generic specification

یادآوری- استاندارد ملی ایران شماره ۱-۱-۸۸۷۹، سال ۱۳۹۷: افزاره‌های اتصال متقابل تار نوری و قطعات غیرفعال- اتصال دهنده‌های تارها و کابل‌های نوری- قسمت ۱: مشخصات عام، با استفاده از استاندارد IEC 60874-1: 2011 تدوین شده است.

[5] IEC 61290-3, Optical fibre amplifiers – Basic specification – Part 3: Test methods for noise figure parameters

[6] IEC 61931, Fibre optic – Terminology