استاندارد ملی ایران
۶۹۱۹-۱-۲۰
تجدیدنظر اول
۱۳۹۵

جمهوری اسلامی ایران
Islamic Republic of Iran
سازمان ملی استاندارد ایران
Iranian National Standardization Organization

INSO
6919-1-20
1st. Revision
2016

تارهای(فیبرهای) نوری –

قسمت ۱-۲۰: روش‌های اندازه‌گیری و رویه‌های آزمون – هندسهٔ تار

Optical fibres – Part 1-20: Measurement methods and test procedures – Fibre geometry

ICS: 33.180.10

سازمان ملی استاندارد ایران

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

صندوق‌پستی: ۶۱۳۹-۱۴۱۵۵ تهران- ایران

تلفن: ۵-۸۸۸۷۹۴۶۱

دورنگار: ۸۸۸۸۷۰۸۰ و ۸۸۸۸۷۱۰۳

کرج ، شهر صنعتی، میدان استاندارد

صندوق پستی: ۱۶۳-۳۱۵۸۵ کرج - ایران

تلفن: ۸- ۳۲۸۰۶۰۳۱ (۰۲۶)

دورنگار: ۳۲۸۰۸۱۱۴ (۰۲۶)

رایانامه: standard@isiri.org.ir

وبگاه: http://www.isiri.org

Iranian National Standardization Organization (INSO)

No.1294 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.org.ir

Website: http://www.isiri.org

به نام خدا

آشنایی با سازمان ملی استاندارد ایران

سازمان ملی استانداردایران به موجب بند یک مادهٔ ۳قانون اصلاح قوانین و مقررات مؤسسهٔ استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن ماه۱۳۷۱تنها مرجع رسمی کشور است که وظیفهٔ تعیین، تدوین ونشر استانداردهای ملی (رسمی) ایران را به عهده دارد.

تدوین استاندارد در حوزه‌های مختلف در کمیسیون‌های روشی 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، روشاوری و تجاری است که از مشارکت آگاهانه و منصفانهٔ 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 پیشنهادها در کمیتهٔ 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 درکمیته ملی طرح، بررسی و درصورت تصویب، به عنوان استانداردملی ایران چاپ و منتشر می‌شود. بدین ترتیب، استانداردهایی ملی تلقی می‌شود که بر اساس مقررات استاندارد ملی ایران شمارهٔ ۵ تدوین و در کمیتهٔملی 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)[1]،کمیسیون بین‌المللی الکتروتکنیک (IEC)[2] و سازمان بین‌المللی اندازه‌شناسی قانونی(OIML)[3] است و به عنوان تنها رابط[4] کمیسیون کدکس غذایی(CAC)[5] در کشور فعالیت می‌کند. در تدوین استانداردهایملی ایران ضمن توجه به شرایط کلی و نیازمندی‌های خاص کشور، از آخرین پیشرفت‌های علمی، روشی 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، اجباریکند. سازمان می‌تواند به منظور حفظ بازارهای بین‌المللی برای محصولات کشور، اجرای استاندارد کالاهای صادراتی و درجه‌بندی آن را اجباریکند. همچنین برای اطمینان بخشیدن به استفاده‌کنندگان از خدمات سازمان‌ها و مؤسسات فعال در زمینهٔ مشاوره، آموزش، بازرسی، ممیزی و صدورگواهی سامانه‌های مدیریت کیفیت و مدیریت زیست‌محیطی، آزمایشگاه‌ها و مراکز واسنجی (کالیبراسیون) 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، گواهینامهٔ تأیید صلاحیت به آن‌ها اعطا و بر عملکرد آن‌ها نظارت میکند. ترویج دستگاه بین‌لمللی یکاها، واسنجی 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

« تارهای(فیبرهای) نوری – قسمت ۱-۲۰: روش‌های اندازه‌گیری و رویه‌های آزمون – هندسهٔ تار»

رئیس:	**سمت و/یا محل اشتغال:**
سیفعلی هرسینی، جلیل (دکترای مهندسی برق- مخابرات)	عضو هئیت علمی دانشگاه گیلان
دبیر:	
قدرجانی، مه‌کامه (کارشناسی‌ارشد مهندسی برق- مخابرات)	کارشناس- اداره کل استاندارد استان گیلان
اعضا: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)	
امیدوار، حامد (کارشناسی مهندسی برق الکترونیک)	رئیس آزمایشگاه شرکت سیمکو
بهروز نرگسی، اسماعیل (کارشناسی‌ارشد مهندسی برق - قدرت)	شرکت مخابرات استان گیلان
پاکدامن قدیمی، مریم (کارشناسی‌ارشد مهندسی کامپیوتر- نرم افزار)	کارشناس- اداره کل استاندارد استان گیلان
جعفری‌گلرخ، کاوه (کارشناسی مهندسی برق الکترونیک)	مدیرعامل شرکت بنیان کیفیت فرانگر
حمیدی امام، احمد (کارشناسی ارشد مهندسی برق- الکترونیک)	شرکت مخابرات استان گیلان
راجی، منصور احمد (کارشناسی مهندسی برق- مخابرات)	موسسه علمی و کاربردی مخابرات

اعضاء : (به ترتیب حروف الفبائی)	**سمت و/ یا محل اشتغال:**
سپهردوست، محمود (کارشناسی مهندسی برق- مخابرات)	شرکت مخابرات استان گیلان
شکوهی رستمی، علی (کارشناسی ارشد مهندسی برق- مخابرات)	عضو هئیت علمی موسسه اموزش عالی تمیشان
قدرتی، محمد صادق (کارشناسی مهندسی برق- مخابرات)	شرکت مخابرات استان گیلان
محمدی کوچصفهانی، مهدی (کارشناسی مهندسی برق الکترونیک)	معاونت فنی- اداره کل استاندارد استان گیلان
مقبلی کهن زاد، فاطمه (کارشناسی مهندسی فناوری اطلاعات و ارتباطات)	کارشناس- اداره کل استاندارد استان گیلان
مقیمی، شاهرخ (کارشناسی مهندسی برق الکترونیک)	کارشناس- اداره کل استاندارد استان گیلان

ویراستار:

پهلوانیان، حسین (دکترای مدیریت برنامه‌ریزی و توسعه)	مدرس دانشگاه علمی کاربردی، داده‌پردازی (دانشگاه انفورماتیک)

فهرست مندرجات

عنوان **صفحه**

پیش‌گفتار ح
مقدمه ط
۱ هدف و دامنه کاربرد ۱
۲ مراجع الزامی ۱
۳ اصطلاحات، تعاریف و نمادها ۲
۴ مرور کلی بر روش ۵
۴-۱ کلیات ۵
۴-۲ روش‌های پویش ۶
۴-۲-۱ کلیات ۶
۴-۲-۲ منابع خطای پویش تک زاویه‌ای ۶
۴-۲-۳ پویش چند بعدی ۸
۴-۳ کاهش داده ۸
۴-۳-۱ ترکیب سادهٔ مجموعه پویش‌ها با زوایای کم ۸
۴-۳-۲ انطباق نقاط هاشوروار متقاطع چند زاویه‌ای در یک سطح مقطع بیضی شکل ۸
۵ روش آزمون مرجع ۸
۶ دستگاه ۹
۷ نمونه‌برداری و آزمون‌ها ۹
۷-۱ طول آزمونه ۹
۷-۲ نمای انتهایی آزمونه ۹
۸ روش اجرایی ۹
۹ محاسبات ۹
۱۰ نتایج ۱۰

فهرست مندرجات (ادامه)

عنوان	صفحه
۱۱ اطلاعات مشخصات	۱۰
پیوست الف الزمات ویژه برای روش الف- میدان نزدیک شکسته‌شده	۱۱
پیوست ب الزامات ویژه برای روش ب- میدان نزدیک انتقال‌یافته	۲۰
پیوست پ آشکارسازی لبه و ساخت جدول لبه	۳۰
پیوست ت پالایش و انطباق بیضی جدول لبه	۳۷
پیوست ث تطبیق داده‌های میدان نزدیک هستهٔ دستهٔ A1 به یک مدل قاعدهٔ توان	۳۹
پیوست ج (آگاهی‌دهنده): نگاشت اندازه‌گیری قطر هسته دسته A	۵۰
کتاب‌نامه	۵۲

پیش‌گفتار

استاندارد « تارهای(فیبرهای) نوری – قسمت ۱-۲۰: روش‌های اندازه‌گیری و رویه‌های آزمون- هندسهٔ تار» که نخستین بار در سال ۱۳۸۸ تدوین و منتشر شد، بر اساس پیشنهادهای دریافتی و بررسی و تأئید کمیسیون‌های مربوط برای اولین بار مورد تجدیدنظر قرار گرفت و در دویستمین اجلاسیه کمیتهٔ ملی استاندارد مخابرات مورخ ۹۵/۱/۲۵ تصویب شد. اینک این استاندارد به استناد بند یک مادهٔ ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصّوب بهمن ماه ۱۳۷۱، به عنوان استاندارد ملی ایران منتشر می‌شود.

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

این استاندارد جایگزین استاندارد ملی ایران شمارهٔ۲۰-۱-۶۹۱۹ سال ۱۳۸۸ می‌شود.

منبع و مأخذی که برای تهیه و تدوین این استاندارد مورد استفاده قرار گرفته به شرح زیر است:

IEC 60793-1-20, Edition 2.0 2014 -10: Optical fibres –Part 1-20: Measurement methods and test procedures – Fibre geometry

مقدمه

این استاندارد به منظور اندازه‌گیری ویژگی‌های هندسه تار، دو روش ارائه می‌دهد:

روش الف- میدان نزدیک شکسته، در پیوست الف شرح داده شده است.

روش ب- میدان نزدیک انتقال یافته، در پیوست ب در شرح داده شده است.

روش‌های الف و ب برای اندازه‌گیری هندسهٔ تمام تارهای چندحالتهٔ دسته A، تار تک‌حالتهٔ دسته B و تارهای اتصال درونی تک‌حالتهٔ دسته C اعمال می‌شوند. مشخصات محصول قابل‌استفاده تار، استانداردهای ملی ایران شماره‌های ۱۰-۲-۶۹۱۹، ۲۰-۲-۶۹۱۹، استانداردهای بین‌المللی IEC 60793-2-30، IEC 60793-2-40، IEC 60793-2-50 و IEC 60793-2-60، جزئیات اندازه‌گیری مربوطه را فراهم می‌کنند، از جمله طول نمونه و عوامل K.

پارامترهای هندسی قابل اندازه‌گیری با روش‌های شرح داده شده در این استاندارد شامل موارد زیر است:

- قطر غلاف- دو پهنی (غیرمدور) بودن غلاف؛
- قطر هسته (تنها برای تارهای دسته A)؛
- دو پهنی بودن هسته (تنها برای تارهای دسته A)؛
- خطای هم‌مرکز بودن هسته - غلاف.

یادآوری۱ - قطر هستهٔ تار دسته B و C مشخص نمی‌شود. پارامتر معادل، قطر میدان حالته است که توسط استاندارد IEC 60793-1-45 تعیین می‌گردد.

یادآوری۲ - این روش‌ها، هر دو روش جمع‌آوری داده و تحلیل دادهٔ یک بعدی (D-۱) و دو بعدی (D-۲) را مشخص می‌کنند. روش‌های یک بعدی به تنهایی نمی‌تواند خطای دو پهنی‌بودن و هم‌مرکز بودن را تعیین کنند. هنگامی‌که جسم‌های دو پهنی با روش‌های یک‌بعدی اندازه‌گیری می‌شوند، قطر جسم دست‌خوش عدم قطعیت‌های اضافی می‌شود. این خطاها (محدودیت‌ها) ممکن است توسط پویش و تحلیل چندین مجموعه دادهٔ یک‌بعدی برطرف گردد. اطلاعات بیشتر در بند ۵ آمده است.

اطلاعات مشترک برای هر دو روش، در بند ۲ تا ۱۰ و اطلاعات مربوط به هر روش به ترتیب در پیوست‌های الف و ب آمده است. پیوست پ روش‌های الزامی برای پیدا کردن کران‌های نوری هسته و غلاف را توصیف می‌کند، پیوست ت مراحل الزامی مناسب شکل بیضی به مجموعه کران‌های شناسایی شده را شرح می‌دهد. پیوست ث یک روش الزامی برازش برای مدل‌های کم‌توان تا هسته‌هایی با ضریب شکست تدریجی فراهم می‌کند. پیوست ج یک روش الزامی مربوط به تبدیل اندازه‌گیری‌های قطر هسته را توصیف می‌کند که با روش‌هایی غیر از روش مرجع برای تقریب مقادیر روش مرجع، تعیین شده است.

تارهای(فیبرهای) نوری – قسمت ۱-۲۰: روش‌های اندازه‌گیری و رویه‌های آزمون- هندسهٔ تار

۱ هدف و دامنهٔ کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد تعیین و برقراری الزامات یکسان برای اندازه‌گیری مشخصه‌های تارهای نوری بدون پوشش است. هندسهٔ تارهای نوری بدون پوشش به‌طور مستقیمی روی مفصل‌بندی و اتصال‌دهنده[1] وکابل‌سازی تاثیر می‌گذارد و بنابراین آن‌ها پارامترهای اساسی هستند که نیاز به ویژگی‌های دقیق و کنترل کیفیت و در نتیجه اندازه‌گیری دارند.

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 صورتی‌که به مرجعی با ذکر تاریخ انتشار ارجاع داده شده باشد، اصلاحیه‌ها و تجدید نظرهای بعدی آن، برای این استاندارد الزام آور نیست. در مورد مراجعی که بدون ذکر تاریخ انتشار به آن‌ها ارجاع داده شده است، همواره آخرین تجدید نظر و اصلاحیه‌های بعدی برای این استاندارد الزام آور است.

استفاده از مراجع زیر برای کاربرد این استاندارد الزامی است:

2-1 IEC60793-2-10, Optical fibres– Part 2-10: Product specifications– Sectional specification for category A1 multimode fibres

یادآوری- استاندارد ملی ایران شمارهٔ ۱۰-۲-۶۹۱۹ سال ۱۳۸۸ با استفاده از استاندارد IEC60793-2-10 تدوین شده است.

2-2 IEC60793-2-20, Optical fibres – Part 2-20: Product specifications – Sectional specification for category A2 multimode fibres

یادآوری- استاندارد ملی ایران شمارهٔ ۲۰-۲-۶۹۱۹ سال ۱۳۸۸ با استفاده از استاندارد IEC60793-2-20 تدوین شده است.

2-3 IEC61745, End-face image analysis procedure for the calibration of optical fibre geometry test sets

یادآوری- استاندارد ملی ایران شمارهٔ ۶۱۷۴۵ سال ۱۳۸۸ با استفاده از استاندارد IEC61745 تدوین شده است.

2-4 IEC60793-2-30, Optical fibres – Part 2-30: Product specifications – Sectional specification for category A3 multimode fibres

1 - Connectorization

2-5 IEC60793-2-40, Optical fibres – Part 2-40: Product specifications – Specification for category A4 multimode fibres

2-6 IEC60793-2-50, Optical fibres – Part 2-50: Product specifications – Sectional specification for class B single-mode fibres

2-7 IEC60793-2-60, Optical fibres – Part 2-60: Product specifications – Sectional specification for category C single-mode intraconnection fibres

۳ اصطلاحات، تعاریف و نمادها

۳-۱

در این استاندارد اصطلاحات، تعاریف و نمادهای زیر به‌کار می‌رود:

۳-۱-۱

بدنه

body

یک اصطلاح کلی است که یک هستار را که هندسهٔ آن اندازه‌گیری می‌شود را توصیف می‌کند.

۳-۱- ۲

نقطهٔ مرجع

reference point

مختصات ثابت در صفحه[1] پویش

یادآوری- این نقطه دلخواه است (مثلاً گوشهٔ پایین سمت چپ یک تصویر ویدئویی، و یا مرکز ناهموار[2] تار پس از این‌که تار در دستگاه پویش قرار داده می‌شود).

۳-۱-۳

مرکز

centre

مرکز یک جسم در صفحهٔ اندازه‌گیری است که با توجه به نقطهٔ مرجع با واحد میکرومتر بیان می‌شود.

۳-۱-۴

قطر

diameter

قطر متوسط یک جسم تقریباً مدور که بر حسب میکرومتر بیان می‌شود.

---

1 - Plan
2 - Rough

۳-۱- ۵

غیرمدور بودن

non-circularity

اختلاف بین بیشینه و کمینهٔ انحراف شعاعی از مرکز جسم، عمود بر قطر جسم که به صورت درصد بیان می‌شود.

۳-۱-۶

خطای هم‌مرکز بودن

concentricity error

فاصلهٔ عددی، بین دو مرکز جسم که بر حسب میکرومتر بیان می‌شود.

۳-۱-۷

پویش

scan

اصطلاح مورداستفاده برای تعریف مجموعه‌ای از داده‌ها در امتداد یک محور در صفحهٔ مختصات دکارتی، با گرایش زاویه‌ای ثابت و ورنهاد [1] ثابت از نقطه مرجع است.

۳-۱-۸

مجموعهٔ پویش یا مجموعه

scan set or set

یک یا چندین پویش برای تعیین هندسهٔ تار

یادآوری- این مجموعه می‌تواند شامل یک پویش (محدودیت‌های زیر را مشاهده کنید)، مجموعه‌ای از پویش‌ها در جهت‌های زاویه‌ای متفاوت در رابطه با تار، یا پویش هاشوروار متقاطع (مانند یک تصویر ویدئویی) باشد.

۳-۱-۹

جدول لبه

edge table

مجموعه‌ای از جفت‌های عددی که نشان‌دهندهٔ مجموعه‌ای از نقاط در صفحهٔ پویش می‌باشد که یک خط منحنی بسته را که از ترسیم بین غلاف و محیط اطراف [2] آن (جدول لبهٔ غلاف) یا هسته و غلاف (جدول لبهٔ هسته) تعریف می‌کند.

1- Offset
2- Surrounding media

۳-۱-۱۰

مدل بیضوی

elliptical model

برازش[1] بیضی (تطبیق بیضی)

بیضی را به جدول لبه به بهترین شکل برازش دهید.

۳-۲ نمادها

نمادهای تعریف شده در زیر به منظور نشان دادن جنبه‌های مختلف یک مجموعه دادهٔ پویش شده، استفاده می‌شود. پویش‌ها می‌توانند، پویش محل تصویر یک‌بعدی یا دوبعدی (که در آن محور پویش‌ها متعامد بر صفحهٔ دکارتی است)، یا مجموعه‌ای از پویش‌های تک بعدی در مجموعه‌ای از زوایا باشند.

i ضریب مورداستفاده برای محور پویش و یا محور « تند » در مورد پویش هاشوروار متقاطع

j ضریب مورداستفاده برای محور « کند» در پویش هاشوروار متقاطع

k ضریب مورد استفاده برای زاویه در مجموعه پویش چند زاویه‌ای

I مجموعه دادهٔ پویش تک‌بعدی یا دو بعدی. این داده‌ها می‌توانند دادهٔ شدت میدان نزدیک (با توجه به روش ب) و یا ضریب شکست (روش الف) باشند؛ در این استاندارد، هیچ ترسیمی صورت نمی‌گیرد زیرا هر دو نوع داده در حد متوسط هستند و برای استخراج هندسهٔ تار، بیشتر تحلیل می‌شوند. یک دادهٔ واحد از یک مجموعه، به شیوه‌ای سازگار با ماهیت مجموعهٔ داده، با زیرنویس نشان داده می‌شود: I_i برای نقطه iام پویش در یک مجموعهٔ پویش تکی I_{ji}، برای یک نقطه دادهٔ هاشوروار متقاطع در موقعیت jام در محور کند و موقعیت iام در محور تند؛ I_{kI} برای iامین نقطه از kامین زاویه.

x دادهٔ مکانی، در واحد میکرومتر، از این مجموعه. برای یک مجموعهٔ پویش تکی، معنای x واضح است. برای مجموعهٔ پویش محل تصویر یا یک مجموعهٔ چند زاویه، x به داده‌های مکانی محور « تند » (محل تصویر) یا موقعیت‌های پویش (برای هر زاویه) اشاره دارد. (مجموعه‌های هاشورومتقاطع که خطوط منحصر به فرد آنها دارای موقعیت‌های مختلف محور تند یا مجموعه‌های چند زاویه است که در آن هر زاویه از یک مجموعه متفاوت از موقعیت‌ها استفاده می‌کند و توسط این استاندارد قابل قبول هستند، اما این پیچیدگی در توسعهٔ تحلیلی آینده نادیده گرفته می‌شود).

y دادهٔ مکانی، بر حسب میکرومتر است، خطوط هاشوروار متقاطع (مکان محور کند) در یک مجموعهٔ پویش هاشوروار متقاطع.

1- Fit

Φ زوایا در یک مجموعه چند زاویه‌ای. زاویهٔ k ام در مجموعه با زیرنویس φ_k نشان داده می‌شود.

nS تعداد نقاط در یک پویش تکی است. در مورد مجموعهٔ پویش هاشوروار متقاطع، nS تعداد نقاط محورتند می‌باشد. در مجموعهٔ پویش چندزاویه‌ای، nS تعداد نقاط در هر پویش است (در نام‌گذاری این استاندارد، درمواردی‌که تعداد نقاط بین خطوط تصویر یا زاویه متفاوت هستند، نادیده گرفته می‌شود، هر چند چنین مجموعهٔ داده‌ای مجاز است).

nR تعداد ردیف‌های هاشوروار متقاطع (پویش محور کند) در یک مجموعهٔ هاشوروار متقاطع.

$n\Phi$ تعداد زاویه در یک مجموعهٔ چندزاویه‌ای.

توجه داشته باشید علائم زیر برای توصیف یک جدول لبه، مورد استفاده قرار می‌گیرند.

X,Y مجموعه‌ای از مکان‌ها در صفحهٔ پویش X-Y از تار می‌باشد، که جسمی را، از محیط اطراف آن ترسیم[1] می‌کند.

n_e تعداد نقاط لبه در یک جدول لبه است.

۴ مرور کلی بر روش

۴-۱ کلیات

در اصل، هر دو روش (الف و ب) تعریف شده در این‌جا، روش تولید یک تصویر از تار در یک صفحهٔ معمولی در محور انتشار خود، می‌باشد. سپس تصویر به‌دست آمده، به منظور کاهش تصاویر و (تبدیل) به عبارت هندسهٔ تار، مورد تجزیه و تحلیل بیشتر قرار می‌گیرد (همان‌طورکه در پیوست پ، ت و ث شرح داده شد). روش‌های الف و ب می‌توانند تصاویر یک‌بعدی (یعنی در امتداد تنها یک محور در صفحهٔ تصویر)، یا دوبعدی ایجاد کنند. واضح است که یک تصویر دوبعدی اطلاعات بیشتری در خود دارد و در نتیجه اطلاعات هندسی کامل‌تری ارائه می‌دهد؛ غیرمدور بودن یک جسم نمی‌تواند توسط پویش تک بعدی تعیین گردد، هم‌چنین خطاهای هم‌مرکز بودن نیز نمی‌توانند با هر نوع قطعیتی مشخص شوند.

تحلیل این تصویر شامل دو مرحله است. قدم اول سنجیدن مکانی در تصویر است، که در آن جسم مورد نظر ترسیم می‌شود (به پیوست پ مراجعه شود). مرحلهٔ دوم کاهش تجمیع این نقاط ترسیم به یک یا چند پارامتر هندسی از قبیل: قطر، غیرمدوربودن و مرکز (اگر پوشش و هسته اندازه‌گیری می‌شوند و مراکز آن‌ها تعیین می‌گردد سپس خطای هم‌مرکز بودن ممکن است مشخص شود) می‌باشد. پیوست ت روش‌هایی را توضیح می‌دهد که می‌تواند در غلاف و هستهٔ تمام انواع تار از آن استفاده شود و پیوست ث روشی که ممکن است برای هسته‌ای از تارهای دسته A استفاده شود، تشریح می‌کند. این استاندارد به طیف وسیعی از نیازها

1- Delineate

رسیدگی می‌کند و به عنوان مثال، طیف وسیع جمع‌آوری و کاهش داده‌ها را میسر می‌سازد. محدودیت‌های خاص و استفاده از این رویکردها در زیر مورد بحث قرارگرفته است.

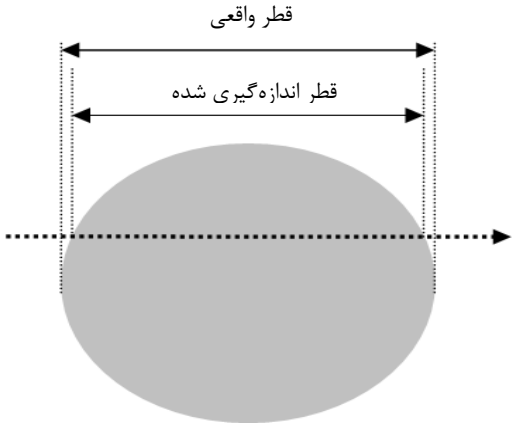
۴-۲ روش‌های پویش

۴-۲-۱ کلیات

همان‌طورکه در بالا اشاره شد، نمونه‌برداری از یک جسم دوبعدی فقط در یک‌بعد، محدودیت‌هایی دارد. تارهای ایده‌آل کاملاً مدور و دارای هسته و غلاف هم‌مرکز می‌باشند. تارهای واقعی غیرمدور هستند و خطاهای هم‌مرکز بودن در آن‌ها وجود دارد. غیرمدوربودن و هم‌مرکز بودن را نمی‌توان توسط پویش تک‌بعدی اندازه‌گیری کرد زیرا پویش یک بعدی ممکن است قطر متوسط جسم غیرمدور را کم یا زیاد برآورد کند. پویش تک‌بعدی ممکن است برای تارهایی که خطاهای غیرمدور و هم‌مرکز بودن آن‌ها کوچک است مفید باشد و از پویش تک‌بعدی معمولاً برای تعیین قطر هستهٔ تارهای دسته A استفاده می‌گردد.

۴-۲-۲ منابع پویش تک بعدی خطا

۴-۲-۲-۱ پویش تار



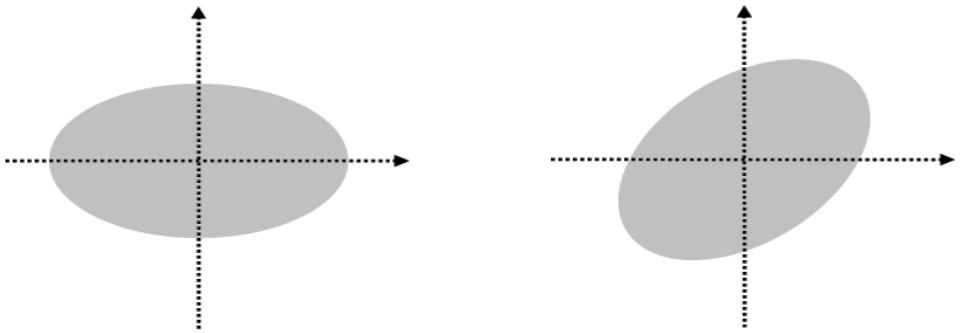
شکل ۱- نمونه‌برداری از یک تار

شکل ۱ خطایی را نشان می‌دهد که در آن محور نمونه‌برداری با مرکز جسم هم‌راستا نیست. هنگامی‌که محور نمونه‌برداری، در مرکز جسم نباشد، قطر جسم کم‌تر تخمین زده می‌شود. این یک خطای مرتبه دوم است.

۴-۲-۲-۲ پویش جسم‌های غیرمدور

اگر یک جسم دو پهنی باشد، پویش یک‌بعدی به طور کامل شکل جسم را توصیف نخواهد کرد. نمونه‌برداری از جسم در یک‌بعد به‌طور کلی میانگین قطر جسم را کم یا زیاد برآورد خواهد کرد. ممکن است تصور شود

این مسئله می‌تواند با نمونه‌برداری از جسم در دو محور متعامد اصلاح گردد (به عنوان مثال X و Y)، اما به‌طور کلی، این امر کافی نیست. شکل ۲ را در نظر بگیرید:



شکل ب-۲- قطر میانگین **شکل الف- ۲- قطر اصلی**

شکل ۲ – پویش یک جسم غیرمدور

شکل ۲ خطاهایی را نشان می‌دهد که در زمان نمونه‌برداری جسم بیضی در یک یا دو محور، رخ می‌دهد. در نمونهٔ قطر اصلی (شکل الف- ۲)، قطر اصلی بیضی با محور X تراز می‌شود. در این مورد، نمونه‌برداری تنها در محور X انجام شده است که میانگین قطر جسم را بیش از حد برآورد خواهد کرد و این حقیقت که این جسم غیرمدور است درک نخواهد شد (به همین ترتیب، نمونه‌برداری از جسم تنها در محورY، قطر جسم را کمتر برآورد خواهد کرد).

در این گرایش، اگر جسم در هر دو محور نمونه‌برداری شود، به طور کامل توصیف می‌گردد و قطر متوسط و غیرمدوربودن آن مشخص می‌شود. با این حال، در مورد « قطر متوسط »، نمونه‌برداری در هر دو محور تقریباً قطر درست و یکسانی برای هر دو محور ارائه می‌دهد؛ اگر در هر دو محور نمونه‌برداری شوند به نظر می‌رسد که جسم کاملاً مدور است. تحلیل پویش‌های $45^\circ \pm$، قطر و غیرمدوربودن صحیحی را ارائه می‌دهد، اما هیچ راهی برای دانستن زوایای، پویش زاویه‌ای مناسب، از قبل وجود ندارد. در جهت‌هایی غیر از $45^\circ -$ و $45^\circ +$، قطر متوسط جسم به درستی اندازه‌گیری خواهد شد، اما مدور بودن جسم کمتر برآورد خواهد شد.

۴-۲-۲-۳ ابهام هم مرکز بودن

اگر یک محور تکی پویش شود، مرکز هسته نسبت به مرکز غلاف، نمی‌تواند معلوم شود. پویش دو محور متعامد می‌تواند یک تخمین معقول از مرکز هسته فراهم آورد. اگر هسته روی یک تار دور از مرکز هسته پویش شود، این برآورد تنزل خواهد یافت. در صورتی‌که هسته به طور قابل توجهی کوچکتر از پوشش باشد و اساساً غیرهم‌مرکز باشد، سپس یک یا چند پویش ممکن است هسته را به‌طور کامل از دست بدهند.

۴-۲-۳ پویش چند بعدی

۴-۲-۳-۱ پویش چند زاویه‌ای

همان‌طور که در بندهای ۵-۲-۲-۲ و ۵-۲-۲-۳ پیشنهاد شده، برآورد هندسهٔ تار می‌تواند با پویش در دو محور متعامد بهبود یابد. ترکیب پویش‌ها در طول بیش از دو زاویه (برای مثال در °۰، °۴۵، °۹۰و °۱۳۵) این تخمین‌ها را بیشتر بهبود خواهد بخشید. دست‌یابی به اطلاعات در زوایای مختلف را می‌توان با چرخاندن تار در سه نظام نگهداری آن انجام داد یا اگر پویشگر این‌گونه طراحی شده، توسط سازوکارهای پویشگر به تنهایی قابل انجام است. توجه داشته باشید که تمام پویش‌های زاویه‌ای باید یک فریم تکی از مرجع (یک منشاء مشترک) را به اشتراک بگذارند یا خطاها در آن به وجود می‌آیند.

۴-۲-۳-۲ پویش هاشوروار متقاطع

اگر پویشگر قادر به حرکت در دو محور متعامد باشد، سپس ممکن است یک تصویر دوبعدی از تار با انجام یک پویش هاشوروار متقاطع، ایجاد شود. اندازه‌گیری میدان نزدیک انتقال یافته با استفاده از مقیاس خاکستری[1] ویدئویی ذاتاً یک پویش هاشوروار متقاطع[2] می‌باشد.

۴-۳ کاهش داده

۴-۳-۱ ترکیب سادهٔ مجموعه پویش‌ها با تعداد کم زاویا

در هنگام کاهش مجموعهٔ داده‌ها در جاهایی که تنها در تعداد اندکی زاویه اندازه‌گیری می‌شود، به طور کلی انجام کاهش دادهٔ ساده، کافی است. قطر هر جسم را می‌توان با میانگین‌سازی قطرهای هر پویش زاویه‌ای تعیین نمود و غیرمدور بودن را با استفاده از بیشینه وکمینهٔ قطرهای مجموعه زوایا معین کرد. هنگامی‌که غلاف و هسته اندازه‌گیری می‌شوند، خطای هم‌مرکز بودن را، می‌توان به سادگی از زاویهٔ نشان‌دهندهٔ بدترین حالت تعیین نمود. برای اطلاعات بیشتر به پیوست ت مراجعه شود.

۴-۳-۲ انطباق بیضوی از مجموعه داده‌های چند زاویه‌ای یا هاشوروار متقاطع

هنگامی‌که نقاط دادهٔ بسیاری از مجموعه پویش استخراج شود همانند زمانی است که زوایای بسیاری پویش می‌شوند یا هنگامی‌که پویش هاشوروار متقاطع به‌کار می‌رود، جداول لبه ممکن است با مدل‌های بیضوی منطبق شود. پیوست ث روشی برای انطباق جدول لبهٔ جسم را، توصیف می‌نماید (همان‌طور که در پیوست ت شرح داده شد، تعیین می گردد).

برای غلاف و هستهٔ تمام رده بندی های تار، انطباق بیضوی روش مرجع است.

1- Grey-scale
2- Raster scan

۵ روش آزمون مرجع

روش آزمون مرجع (RTM) [1]روش میدان نزدیک بر اساس انتقال ویدئویی مقیاس خاکستری است که در پیوست ب برای تمام رده‌بندی‌های تار شرح داده شده است. تحلیل داده باید تشخیص کران‌ها را به صورتی که در پیوست پ توضیح داده شد و انطباق بیضوی را به منظور کاهش جداول لبه به هندسه، همان‌طور که در پیوست ت توصیف شده، به‌کار بگیرد. در پیوست‌های الف و ب می‌توان جزئیات طول نمونهٔ مرجع را برای دسته‌های مختلف تار مشاهده نمود و هم‌چنین برای جزئیات ضریب آستانه تصمیم‌گیری K در تارهای دسته A به پیوست پ رجوع شود.

۶ دستگاه

پیوست‌های الف و ب شامل شکل‌های چینش[2] و سایر الزامات دستگاه برای هر یک از روش‌های الف و ب می‌باشد.

۷ نمونه‌برداری و آزمونه‌ها

۷-۱ طول آزمونه‌ها

پیوست‌های الف و ب طول آزمونهٔ موردنیاز برای هر یک از روش‌های مربوطه را مشخص می‌کند.

۷-۲ نمای انتهایی آزمونه

یک نمای انتهایی تخت[3]، تمیز و عمود بر محور تار، در دو انتهای ورودی و خروجی هر آزمونه را آماده کنید. درستی اندازه‌گیری تحت تاثیر یک نمای انتهایی غیرعمود قرار دارد. زوایای انتهایی کمتر از یک درجه توصیه می‌شوند.

برای مشاهده الزامات سخت‌گیرانه‌تر در مورد نماهای انتهایی هنگام استفاده از روش ب به بند ب-۲ مراجعه شود

۸ روش اجرایی

از روش‌های ارائه‌شده در استاندارد ملی شمارهٔ ۶۱۷۴۵ برای واسنجی (کالیبره‌کردن) استفاده نمایید. پیوست‌های الف و ب این روش اجرایی را برای روش های الف و ب مستند کرده‌اند.

---

1 - Reference Test Method
2- Layout drawings
3- Flat

۹ محاسبات

برای جزئیات بیشتر در مورد محاسبات به پیوست‌های پ، ت و ث مراجعه شود.

۱۰ نتایج

اطلاعات زیر باید در هر اندازه‌گیری فراهم شود:

- تاریخ و عنوان اندازه‌گیری؛
- شناسایی و شرح آزمونه؛
- نتایج اندازه‌گیری برای هر پارامتر مشخص شده (در پیوست مربوطه مشاهده شود).

اطلاعات زیر در صورت درخواست باید در دسترس باشد:

- روش اندازه‌گیری مورد استفاده: روش الف یا ب؛
- طول آزمونه؛
- ترتیب تنظیمات اندازه‌گیری[1]؛
- جزئیات دستگاه اندازه‌گیری (درپیوست مربوطه مشاهده شود)؛
- رطوبت نسبی و دمای محیط در زمان اندازه‌گیری؛
- آخرین اطلاعات واسنجی‌کردن.

۱۱ اطلاعات مشخصات

جزئیات مشخصات باید اطلاعات زیر را نشان دهد:

- نوع تاری که قرار است اندازه‌گیری می‌شود؛
- معیار ردی[2] یا پذیرش[3]؛
- اطلاعاتی که قرار است گزارش شود؛
- هرگونه انحراف از رویه اجرایی که اعمال شده است.

1- Set-up
2- Failure
3- Acceptance

پیوست الف

(الزامی)

الزامات ویژه برای روش الف - میدان نزدیک شکسته شده

الف-۱ اظهارات مقدماتی

اندازه‌گیری میدان نور نزدیک شکسته شده، تغییر ضریب شکست در عرض تار (هسته و غلاف) را به‌طور مستقیم اندازه‌گیری می‌نماید. این روش می‌تواند برای بدست آوردن مقادیر مطلق ضرایب شکست واسنجی گردد، از این روش می‌توان برای تعیین رخ نمون تارهای تک‌حالته و تارهای چندحالته، استفاده نمود.

اندازه‌گیری میدان نزدیک شکسته شده وابستگی شعاعی تغییرات ضریب نسبی یک تار را با پویش یک نقطه از نور در عرض نمای انتهایی آن تعیین می‌کند. اگر بتوان یک اشعهٔ نور نظری ایجاد کرد، سپس تغییرات در ضریب شکست را می‌توان با تاباندن این اشعه به تار در یک زاویه‌ای که بزرگتر از روزنهٔ عددی بیشینه تار است و اندازه‌گیری زاویه خروجی اشعه، مشخص کرد.

از آنجایی که یک اشعهٔ ایده‌آل را نمی‌توان تولید نمود و چون ابعاد فیزیکی تار در مقیاس‌های بزرگتر از ۱۰۰ طول‌موج نوری هستند، از یک رویکرد یک پارچه بر اساس یک دستهٔ اشعه زاویه‌دار، استفاده می‌شود. یک نقطهٔ کوچک نور با روزنهٔ عددی بزرگتر از روزنهٔ عددی تار در عرض نمای انتهایی تار در یک زاویهٔ برخورد عمودی، پویش می‌شود. سپس مخروط[1] نوری که از تار خارج می‌شود در یک محدودهٔ کوچک از زوایای بزرگ، نمونه‌برداری می‌شود (یعنی بزرگتر از روزنهٔ عددی). سپس توان کل در این محدودهٔ نمونه‌برداری شده، به عنوان تابعی از موقعیت شعاعی نقطهٔ ارسال، تعیین می‌گردد. وقتی نور بر اساس تفاوت ضریب شکست محلی در تار حرکت می‌کند، می‌شکند که این خود باعث تغییر در زاویهٔ خروجی آن می‌شود. نوری که از طریق هسته و سپس غلاف عبور می‌کند، از تار در زوایایی کوچکتر از نوری که تنها از طریق غلاف عبور می‌کند خارج خواهد شد. از آنجایی که تنها نور با زاویهٔ بالا نمونه‌برداری می‌شود، توان تشخیص داده شدهٔ کل در ناحیهٔ هسته، کمتر از غلاف خواهد بود. بنابراین قدرت نسبی در یک موقعیت پویش معین به طور مستقیم با ضریب تار در آن موقعیت متناسب است.

الف-۲ دستگاه

الف-۲-۱ چیدمان نوعی[2]

برای نمودارهای ترسیمی دستگاه آزمون، به شکل‌های الف-۱ و الف-۲ مراجعه شود.

1- Cone
2- Typical arrangement

الف ۲-۲ منبع[1]

منبع لیزری پایدار که می‌تواند توانی در محدودهٔ چند میلی‌وات در حالته TEM00 تولید کند، فراهم نمایید.

لیزر هلیوم – نئون (HeNe)، که دارای طول‌موج ۶۳۳ nm است، را می‌توان مورد استفاده قرار داد که برای اندازه‌گیری هندسی کافی است. اگر این ضریب قرار است اندازه‌گیری شود (توسط این استاندارد مشخص نشده) ممکن است یک عامل ضریب تصحیح برای برون‌یابی نتایج در طول موج‌های دیگر، موردنیاز باشد.

به منظور تغییر قطبش اشعه از حالت خطی به دایروی یک صفحه‌ای ربع موجی که می‌تواند یک سیگنال متوسط‌گیری شده را تولید کند که مستقل از اثرات قطبش مرتبط بوده و دارای قابلیت بازتاب‌پذیری نور در یک وجه مشترک شیشهٔ هوا است باید فراهم شود، که به شدت وابسته به زاویه و قطبش می‌باشد. در صورت لزوم، یک پالایهٔ[2] فاصله‌ای، مانند حفرهٔ سوزنی[3]، در کانون عدسی قرار دهید.

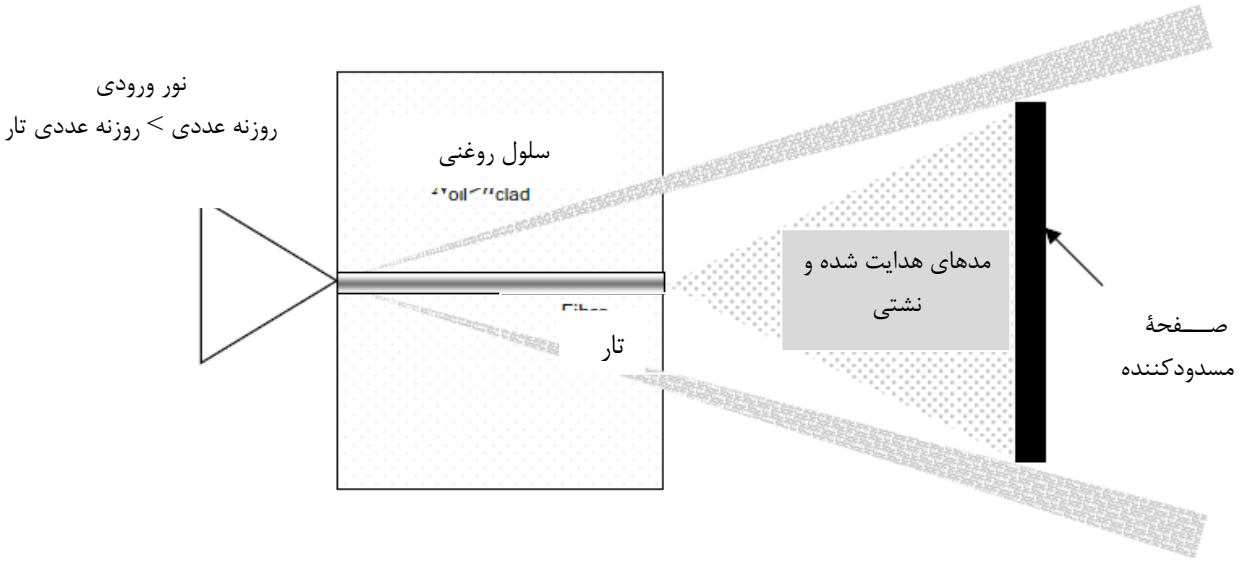
الف ۲-۳ عدسی‌های پرتاب نور (راه‌انداز)

عدسی‌های پرتاب، اغلب با بزرگنمایی بالا و میکروسکوپ قابل مشاهده با روزنهٔ عددی بالا، به منظور بیش از حد پرکردن روزنهٔ عددی تار، تنظیم می‌شوند این عمل، پرتویی از نور را در کانونی بر روی انتهای تخت تار به وجود می‌آورد. محور نوری پرتو نور بایستی در یک درجه از محور تار باشد. تفکیک‌پذیری فاصله‌ای دستگاه، توسط اندازهٔ نقطهٔ کانونی‌شده محدود می‌گردد، بنابراین باید تا حدامکان کوچک باشد، به عنوان مثال کمتر از ۱٫۵ µm.

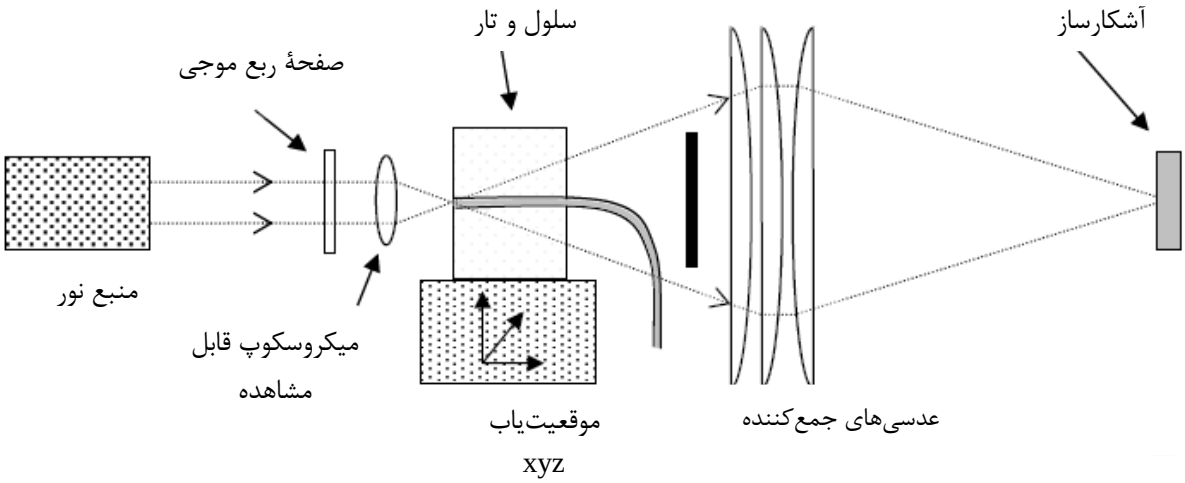
الف ۲-۴ موقعیت‌یاب XYZ (صفحه[4] پویش)

هم عدسی‌های پرتاب و هم سلول باید در موقعیت‌یاب سه محور نصب شوند تا قادر به حرکت بیش از قطر تار موردنظر، باشند. تفکیک‌پذیری محورکانونی (Z) باید به حدی کافی باشد تا اطمینان حاصل شود که کانون نقطهٔ سطح انتهایی تار به اندازه‌ای تیز است که در تفکیک‌پذیری مکانی دستگاه، اساساً اختلالی ایجاد نکند. تفکیک‌پذیری دو محور دیگر (X و Y) باید کوچکتر از نصف اندازهٔ نقطهٔ متمرکز شده، باشد.

1- Source
2- Filter
3- Pin-hole
4- Stage



شکل الف-۱- روش میدان نزدیک شکسته شده - سلول



شکل الف-۲- چیدمان نوعی ابزار

الف-۲-۵ صفحهٔ مسدودکننده

هدف صفحهٔ مسدودکننده این است که اطمینان دهد که تنها نوری از تار می‌گذرد و بـه خـارج آن شکسـت می‌یابد، بدون انعکاس داخلی یا هدایت به داخل تار به آشکارساز می‌رسد. با طولانی ساختن تار به حدی کـه بتواند مسیر نور را خم کند، بخشی از نقش صفحهٔ مسدودکننده با برداشتن نور هدایت شده توسط تار انجـام می‌شود، اما این کافی نیست. انعکاس داخلی جزئـی موجـب خواهـد شـد برخـی نـورهـا در فصـل مشـترک

غلاف/روغن به تار برگردند. وقتی نور غیرشکسته‌شده به آشکارساز می‌رسد، قدرت اندازه‌گیری شده افزایش خواهد یافت و باعث خطای هم‌بستگی منفی در تعیین ضریب می‌گردد.

صفحهٔ مسدودکننده مانع از رسیدن یک مخروط زاویه‌ای موردنظر از نور به آشکارساز می‌شود و باید طوری انتخاب گردد که بخش غالب نور غیرشکسته‌شده، مسدود شود، اما آنقدر مسدود نگردد که عملکرد سیگنال به نوفهٔ (نویز) دستگاه خراب شود. به طور معمول، NA [۱] مخروط موردنظر طوری انتخاب می‌شود که به‌طور تقریبی برابر با NA (روزنهٔ عددی) منبع نور در نمای انتهایی[۲] تار، تقسیم بر $\sqrt{۲}$ باشد.

الف-۲-۶ عدسی‌های جمع کننده و آشکارساز

ضروری است که توان کل نور عبوری از صفحهٔ مسدودکننده اندازه‌گیری شود. سامانه‌های لنز چگالندهٔ بزرگ، آینه‌های سهموی و بیضوی، آشکارسازهای سطح بزرگ[۳]، کره‌های تجمیع‌کننده و وسایل دیگر ممکن است به‌کار گرفته شوند. در یک پیاده‌سازی عملی به مبادلهٔ بین اندازهٔ آشکارساز و پیچیدگی قسمت نوری[۴] نیاز خواهد بود. این ترکیب باید اطمینان دهد که توان کلی نور اندازه‌گیری شده تا سطح NA، به داخل تار ارسال شده است و نوفهٔ[۵] آشکارساز و پاسخ دینامیکی هم به طور جدی اندازه‌گیری را مختل نمی‌کند.

آشکارساز خود باید پاسخ‌گوی [۶] مناسبی برای طول موج منبع نور باشد و به اندازهٔ کافی در گسترهٔ سطوح توان نوری موردنظر، خطی باشد. تقویت‌کننده‌ها و مبدل‌های داده به طور معمول به آشکارساز جفت می‌شوند تا سیگنال آشکارساز را بهبود دهد و به‌طور خودکار اختلاف نسبی را هم‌چنان که مرحله پویش می‌شود اندازه‌گیری می‌کنند.

الف-۲-۷ سامانه رایانه‌ای

از یک رایانه با کنترل موقعیت‌یاب و رقمی‌کردن[۷] سیگنال آشکارساز، برای جمع‌آوری داده استفاده می‌گردد. گردد. هنگامی‌که داده‌ها جمع‌آوری می‌شوند، این رایانه برای واسنجی مناسب، سیگنال آشکارساز را به اختلاف ضریب (یا ضریب مطلق) تبدیل می‌کند.

الف-۲-۸ سلول غوطه‌وری

سلول غوطه‌وری محیطی است که تار در محدودهٔ آن قرار می‌گیرد و تضمین می‌کند که نور خروجی از تار با ضریبی به حد کافی بالا مواجه می‌شود، به‌طوری‌که هیچ نوری از طریق انعکاس کلی یا جزئی به تار بر نگردد.

1- Numerical aperture
2- End-face
3- Large area detectors
4- Optical
5 - Noise
6- Responsive
7- Digitizing

مهم است که محیط مادی [1] نوری اطراف غلاف دارای یک ضریب شکست نوری بالاتر از غلاف باشد. روغن‌های تطبیق ضریب[2] برای این منظور مورد استفاده قرار می‌گیرند. این سلول خود می‌تواند دارای هر گونه طراحی باشد به شرط این‌که شکست اشعه‌ها در میان عدسی‌های تجمیع‌کننده را تحت تاثیر قرار ندهد.

الف-۳ نمونه‌برداری و آزمونه‌ها

طول نمونهٔ تار وابسته به طراحی ابزار است. در هیچ موردی انتهای خروجی تار (انتها نه در صفحهٔ پویش ابزار) نباید نور را به آشکارساز برساند.

تمام پوشش‌های تار از قسمت‌هایی که در سلول مایع غوطه‌ور می‌شوند باید جدا شوند.

الف-۴ رویهٔ آزمون

الف-۴-۱ بارگذاری و در مرکز قراردادن تار

نمونهٔ تار را در سلول قرار داده و محل مرکز تار ناهموار X_f، Y_f، را مشخص کنید. برای این منظور می‌توان از روشنایی نور پس‌زمینه توسط یک لامپ تنگستن یا پویش دو بعدی XY به منظور جستجوی تار، استفاده نمود. با تنظیم این صفحه، نقطهٔ[3] منبع را در مرکز قرار دهید و آن را در انتهای تار، کانونی کنید. در صورت نیاز، مرکز صفحه را بر روی مخروط خروجی با کمک طراحی دستگاه قرار دهید. برای تار چندحالته دسته A، صفحه را روی محور نوری قرار دهید تا فقط حالته‌های نشتی را مسدود کند. برای تارهای تک‌حالته دسته-های B و C، صفحه را به گونه‌ای قرار دهید تا بهترین تفکیک‌پذیری مطلوب بدست آید.

هنگامی‌که تار در مرکز قرار داده شود و صفحه تراز گردد، هر یک از پویش‌های خط یا یک پویش هاشوروار متقاطع کامل، می‌تواند انجام شود.

الف-۴-۲ پویش خط

صحفه را در زاویهٔ دلخواه φ پویش کنید: در زاویهٔ صفر درجه تنها با استفاده از صفحهٔ X، در 90° تنها با استفاده از صفحهٔ Y، یا هر زاویهٔ مناسب، با استفاده از هر دو صفحه (تفکیک‌پذیری صفحه و تفکیک‌پذیری پویش موردنظر، زاویای قابل پویش را محدود خواهد کرد). محدودهٔ پویش در هر دو طرف X_f، Y_f باید سطحی فراتر از غلاف را شامل شود. فاصلهٔ شعاعی پویش باید طوری انتخاب شود که تغییرات ضریب برای تعیین هندسهٔ تار با درستی موردنیاز به اندازه کافی نمونه‌برداری شده باشد. یک مجموعه‌ای از (مقادیر) خوانده شدهٔ توان به تعداد nS عدد جمع‌آوری می‌شود.

که در آن:

1- Media
2- Index matching oils
3- Spot

p_i مجموعه‌ای از (مقادیر) خوانده شدهٔ توان آشکار شده، است؛

x_i مجموعه‌ای از شعاع که در آن (مقادیر) خوانده شدهٔ توان جمع‌آوری شدند.

الف-۴-۳ پویش هاشوروار متقاطع

این صفحه را در هر دو محور X و Y در یک الگوی هاشوروار در محدودهٔ کافی، پویش کنید تا غلاف را در هر دو محور در بر گیرد. فاصلهٔ هر دو پویش X و Y باید طوری انتخاب شود که تغییرات ضریب برای تعیین هندسهٔ تار با درستی مورد نیاز، به اندازهٔ کافی نمونه‌برداری شده باشد. یک مجموعه از (مقادیر) خوانده شدهٔ توان جمع‌آوری می‌شود.

که در آن:

p_{jl} مجموعه‌ای از (مقادیر) خوانده شدهٔ توان است،

x_i مجموعه ای از نقاط محور X که در آن (مقادیر) خوانده شدهٔ توان جمع‌آوری شده‌اند،

Y_j مجموعه‌ای از نقاط محورY که در آن (مقادیر) خوانده شدهٔ توان جمع‌آوری شده‌اند.

الف-۴-۴ واسنجی

در حین اندازه‌گیری، زاویهٔ مخروط نور با توجه به ضریب شکست مشاهده شده در نقطهٔ ورودی تار تغییر می‌کند (در نتیجه تغییر توانی که از صفحه مسدودکننده عبور می‌کند). با حذف تار و دانستن ضریب مایع و ضخامت معلوم سلول، این تغییر در زاویه می‌تواند با انتقال صفحه در امتداد محور نور شبیه‌سازی شود. با حرکت صفحهٔ مسدودکننده به چندین موقعیت از پیش تعیین شده، رخ نمون[1] را می‌توان بر حسب ضریب نسبی، مقیاس‌بندی نمود که این خود می‌تواند به تعیین عامل واسنجی ابزارها یعنی K منجر شود. ضرایب مطلق، یعنی n_1 و n_2، تنها هنگامی می‌توانند یافت شوند که ضریب غلاف یا ضریب مایع، در طول‌موج و دمای اندازه‌گیری، به‌طور دقیق معلوم باشند.

عوامل مقیاس‌بندی هندسی، S_X و S_Y (در واحد میکرومتر در هر گام صفحه)، از صفحهٔ پویش نیز باید مشخص شوند. آنها را می‌توان با پویش یک محصول مصنوعی قابل ردیابی[2] مانند شبکهٔ شطرنجی کروم - بر روی- شیشه[3] یا با کمک تایید میکرومترهای صفحه یا نشان‌دهنده‌ها [4] یا با دیگر وسایل مناسب تعیین نمود.

یک محصول مصنوعی واسنجی چند شاخصی که دسترسی به آن ممکن است به وسیلهٔ موسسه استاندارد ملی فراهم آید، نیز می‌تواند برای تعیین K_Δ، S_X و S_Y استفاده گردد.

---

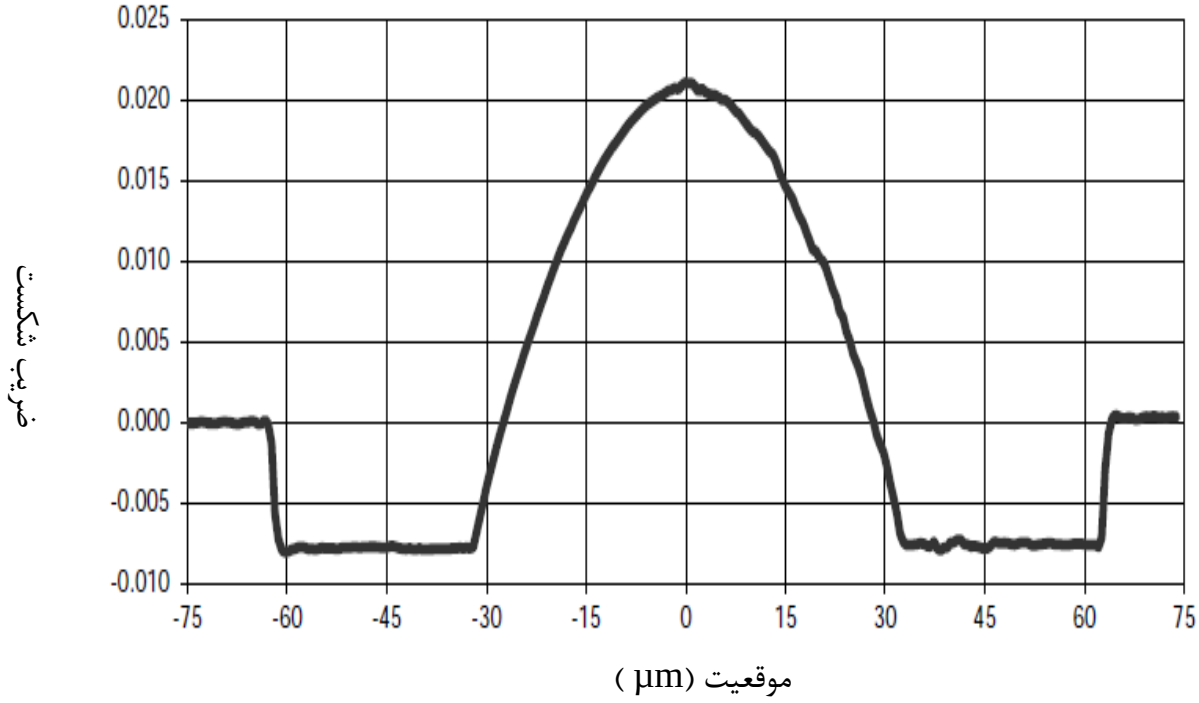
1 -Profile
2 -Traceable artefact
3- Chrome-on-glass reticule
4- Indexer

الف-۵ محاسبهٔ ضریب شکست

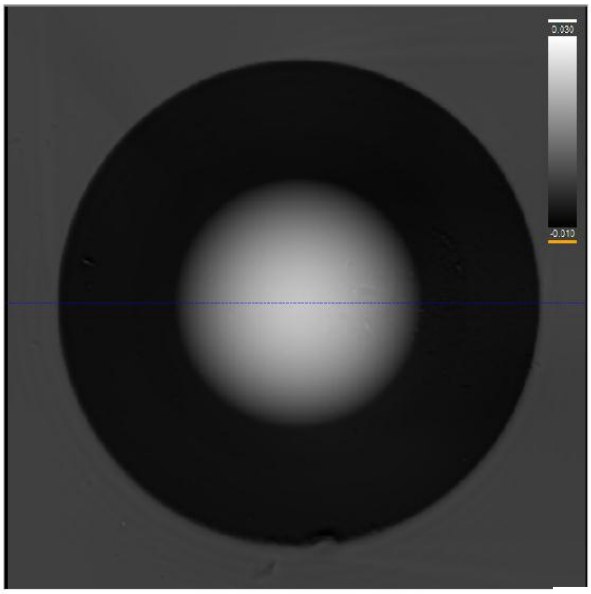
رخ نمون ضریب نسبی Δ_i (یا به‌طور جایگزین Δ_j برای پویش هاشوروار متقاطع) را به صورت زیر تعیین کنید:

$$\Delta_i = K_\Delta (P_{\text{ref}} - P_i)$$

که در آن P_{ref} سطح توان مرجع است که مشخص می‌کند در کدام قسمت از رخ نمون اختلاف ضریب، ۰ (صفر) است. این می‌تواند هر نقطهٔ مناسب در نیم‌رخ یا یک پارامتر ابزار باشد. مقادیر آن در محاسبات بعدی تاثیر نمی‌گذارد.



شکل الف-۳ - نیم رخ ضریب نوعی پویش خطی از یک تار دسته A1



شکل الف-۴ – نیم رخ ضریب نوعی هاشوروار متقاطع در یک تار دسته A1

شکل‌های الف-۳ و الف-۴ دادهٔ نیمرخ ضریب نوعی یک تار دسته A1 را نشان می دهد. شکل الف-۴ ضریب شکست را به عنوان یک شدت سطح خاکستری نشان می‌دهد، که در آن رنگ‌های سفیدتر نشان‌دهندهٔ ضریب بالاتر هستند.

الف-۶ محاسبات

به‌منظور کاهش مجموعهٔ پویش ضریب به هندسه از طریق جای‌گذاری I با Δ ، به پیوست‌های پ، ت و ث مراجعه شود.

الف-۷ نتایج

پارامترهای زیر را می‌توان با توجه به اندازه‌گیری تعیین نمود:

- قطر هسته (تنها تارهای چند حالته دستهA)؛
- قطر غلاف؛
- خطای هم‌مرکز بودن هسته/ غلاف؛
- غیرمدوربودن هسته (مربوط به تار دسته A)؛
- غیرمدوربودن غلاف؛

- بیشینه روزنهٔ عددی نظری؛
- اختلاف ضریب؛
- اختلاف ضریب نسبی.

علاوه بر نتایج ذکر شده در بند ۱۱ و با توجه به مشخصات موردنیاز، اطلاعات زیر باید در صورت درخواست فراهم آید:

- نیم‌رخ‌ها در زوایای مشخص که برای یک طول موج معینی واسنجی شده است؛
- چیدمان تجهیزات و روش تصحیح طول موج.

پیوست ب

(الزامی)

الزامات ویژه برای روش ب- میدان نزدیک انتقال یافته

ب-۱ اظهارات مقدماتی

روش میدان نزدیک انتقال‌یافته، پارامترهای هندسی تارهای چندحالته دستهٔ A و تارهای تک حالتهٔ دستهٔ B و C را به‌وسیلهٔ تحلیل چگالی توان نوری به عنوان تابعی از موقعیت سطح مقطع انتهایی تار تحت آزمون، تعیین می‌کند. دو روش در این پیوست توصیف شده‌اند، که هر دو تصویر میدان نزدیک از یک نمای انتهایی تار نوری را تحلیل می‌کنند:

- فن مقیاس خاکستری ویدیویی[1]، از یک دوربین فیلم‌برداری به منظور تجزیه و تحلیل تصویر دوبعدی، استفاده می‌کند.
- فن پویش مکانیکی، که در آن یک یا چند پویش تک‌بعدی تصویر، به منظور تجزیه و تحلیل به دست می‌آید.

فن مقیاس خاکستری ویدیویی؛ روش آزمون مرجع (RTM) است.

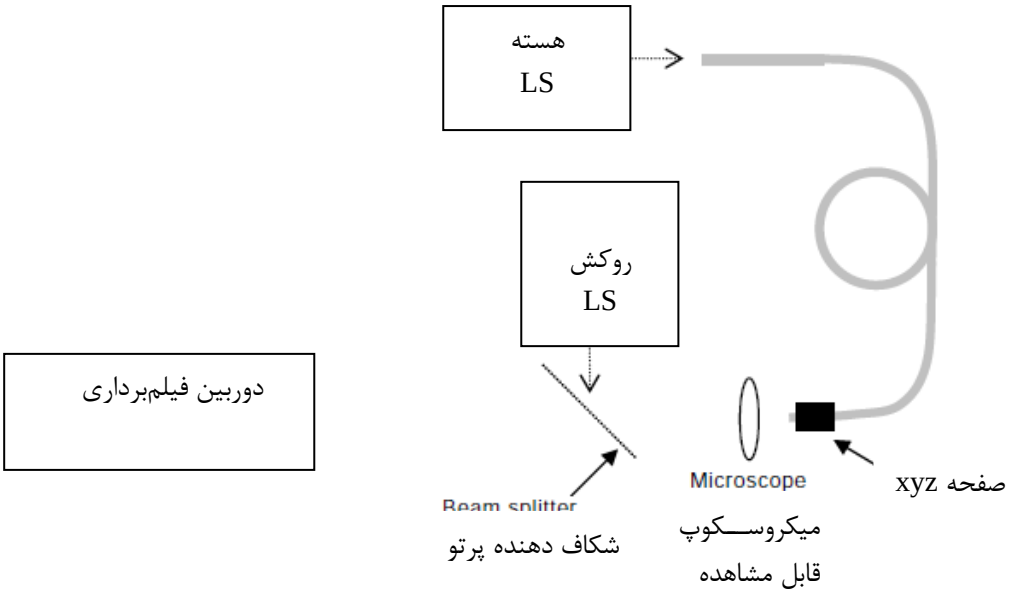
از پویش مکانیکی تک‌بعدی اغلب برای اندازه‌گیری قطر هستهٔ تارهای چند حالتهٔ دسته A استفاده می‌شود. همان‌طور که در بند ۵ مورد بحث قرار گرفت، پویش‌های تک‌بعدی در هنگام استفاده، به خودی خود دارای محدودیت‌هایی هستند. پویش‌های تک بعدی چندگانه می‌توانند از طریق فن‌های کاهش داده که در پیوست‌های پ و ت بیان شده‌اند، ترکیب نمود تا به این طریق در ازای افزایش پیچیدگی و مدت زمان اندازه‌گیری بر این محدودیت‌ها غلبه نمود. به طور معمول، پویش میدان نزدیک یک بعدی برای تعیین قطر هستهٔ تارهای چند حالتهٔ دستهٔ A استفاده می‌شود.

ب-۲ دستگاه

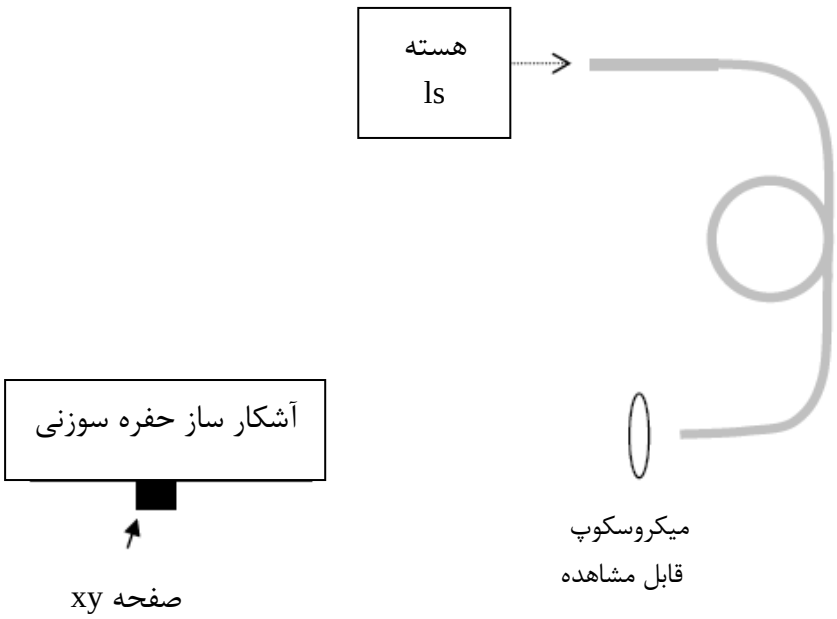
ب-۲-۱ چیدمان نوعی

شکل‌های ب-۱ و ب-۲ نمونه‌هایی از پیکربندی دستگاه برای این دو فن هستند.

1- Video grey-scale technique



شکل ب- ۱- چیدمان نوعی، فن مقیاس خاکستری ویدیویی



شکل ب-۲- چیدمان نوعی، فن پویش مکانیکی

ب-۲-۲ منابع نور

ب- ۲-۲-۱ کلیات

از منابع نور ناهمدوس مناسب که دارای شدت قابل تنظیم و ثابت در یک بازهٔ زمانی مناسب هستند برای روشن‌سازی هسته و غلاف استفاده شود.

ب-۲-۲-۲ الزامات روشن‌سازی هسته

هندسهٔ هستهٔ تارهای چند حالتهٔ دستهٔ A، باید با استفاده از روشن‌سازی ناهمدوس تعیین شود که به‌طور زاویه‌ای و مکانی هسته را در، طول موج عملیاتی تار پوشش می‌دهد، مگر این‌که به صورتی دیگر توافق شده باشد. توسط این روش مرکز هستهٔ تارهای تک‌حالتهٔ دستهٔ B تعیین می‌گردد، اما قطر هسته و حلقوی بودن آن مشخص نمی‌شود. بنابراین، الزامات روشن‌سازی هسته برای تارهای دستهٔ B و C بیشتر تسهیل[1] شده‌اند: طول‌موج می‌تواند هرگونه طول‌موجی که برای طراحی ابزار مناسب است، باشد و این روش باید یک تا چند حالته انتشار را در طول‌موج مدنظر، پوشش دهد. فرض ضمنی این است که مرکز هستهٔ نوع B وC به‌طور قابل‌توجه‌ای، با طول موج تغییر نمی‌کند حتی زمانی‌که بیش از یک گروه حالته، در هسته منتشر شود.

مگر به صورتی دیگر در مشخصات محصول تعیین شده باشد، هندسهٔ تار چندحالتهٔ دسته A1، A2 و A3 باید با طول موج مرکزی روشن‌سازی هسته ۸۵۰nm ±۱۰nm تعیین شود. مگر به صورتی دیگر در مشخصات محصول مشخص شده باشد، هندسهٔ تار دسته A4، باید با طول‌موج مرکزی روشن‌سازی هسته ۶۵۰nm ±۱۰nm تعیین گردد. نصف بیشینهٔ عرض کامل روشن‌سازهای هسته برای تمام تارهای دستهٔ A باید بیشتر از ۱۰nm و کمتر از ۵۰nm باشد.

در زمان نگارش، تمام مشخصات تار دستهٔ A، اصلاح شده است تا طول‌موج مرکزی مورد استفاده جهت تعیین هندسهٔ هسته را در برگیرد. هنگامی‌که این ویژگی‌ها اعلام شدند، از جمله این اطلاعات، بند قبلی باید نادیده گرفته شود و این اطلاعات در مورد ویژگی محصول باید به جای آن استفاده گردد.

ب ۲-۲-۳ الزامات روشن‌سازی (نور دهی) به غلاف

غلاف هم می‌تواند در یک میدان تاریک، روشن شود، بدین ترتیب که، نور منعکس شده از سطح انتهایی تار برش شده، فضای اطراف قسمت تاریک غلاف را مشخص می کند یا برعکس فضای اطراف ممکن است با نور خروجی از غلاف تاریک پر گردد.

طول موج روشنایی بی‌اهمیت است، اما ارتباط آن با طول موج روشن‌ساز هسته با در نظر گرفتن تفرق عدسی‌های بزرگ‌نمایی بایستی مورد توجه قرار گیرد: انتخاب یک طول موج مشابه یا کمینهٔ یک طول‌موج در

1- Relaxed

داخل روزنهٔ عملکرد عدسی تضمین خواهد کرد هسته هنگامی‌که غلاف در کانون قرار دارد، غیرکانونی نخواهد شد.

اگر از این روش تنها برای تعیین قطر هستهٔ تارهای دستهٔ A، استفاده شود، معمولاً غلاف در طول اندازه‌گیری روشن نخواهد شد. برای فن مقیاس خاکستری ویدیویی، مجاز است که قطر هسته و غیر مدور-بودن با استفاده از یک تصویر یا پویش با غلاف غیرروشن، تعیین شوند و یک تصویر غلاف روشن ثانویه، برای تعیین تمام پارامترهای دیگر استفاده شود.

ب- ۲-۳ نگهدارندهٔ تار و دستگاه‌های موقعیت یاب

یک وسیلهٔ به اندازهٔ کافی پایدار برای نگهداری از دو انتهای ورودی و خروجی آزمونه باید فراهم شود، به عنوان مثال، سه نظام خلاء [1]. این نگهدارنده‌ها را روی دستگاه‌های موقعیت‌یاب سوار کنید به‌طوری که دو انتهای تار به دقت در مسیرهای ورودی و خروجی قرار گیرد. ممکن است داشتن دستگاه نگهدارندهٔ تعبیه شده در مراحل انتقال سه محور (این مراحل ممکن است نقش پویشگر را در برخی تصویرهای روش پویش مکانیکی داشته باشد) مناسب باشد.

ب-۲-۴ جدا کنندهٔ حالته غلاف

مگر به صورتی دیگر مشخص شده باشد، از اسباب‌هایی که نور حالته غلاف را از آزمونه به طور منطقی نزدیک به انتهاهای ورودی و خروجی فیبر، بر می‌دارند، استفاده شود. هنگامی‌که فیبر تحت آزمون، دارای لایه پوششی در تماس با غلاف باشد که ضریب شکستی بیش از شیشه دارد، این پوشش به عنوان بردارندهٔ حالته غلاف، عمل می‌کند.

ب- ۲-۵ آشکارسازی

ب-۲-۵-۱ کلیات

در هر دو فن، لازم است که سامانهٔ آشکارساز به اندازهٔ کافی خطی بوده تا تاثیری بر دقت اندازه‌گیری مورد نیاز نداشته باشد. دیودهای نوری PIN در حالت فتوولتائیک و حسگرهای دوربین‌های مدرن به طور کلی این نیاز را برآورده خواهند ساخت، اما در انتخاب و استفاده از آنها باید مراقب بود. سطوح بالایی از نور می‌تواند عملکرد این آشکارسازها را کاهش دهد به‌طوری که می‌تواند ضعف طراحی تهویهٔ تجهیزات الکترونیکی و سامانه‌های رقمی‌کننده باشد.

1- vacuum chuck

ب- ۲-۵-۲ آشکارساز در مقیاس خاکستری

برای فن مقیاس خاکستری ویدیویی ، از یک دوربین فیلم‌برداری برای تشخیص تصویر میدان نزدیک خروجی بزرگ‌نمایی شده، استفاده نمایید. یک رقمی‌کنندهٔ ویدئویی، رقمی‌سازی تصویر را به منظور تحلیل و بررسی آن انجام می‌دهد (اغلب، دوربین و رقمی‌کننده در یک وسیله ترکیب می‌شوند). خروجی رقمی شده یک آرایهٔ پیکسلی از شدت‌های میدان نزدیک، $I(r,c)$، در ردیف‌های N_{Row} و ستون‌های N_{Col} خواهد بود. حسگرهای تصویربرداری (دوربین) CCD [1] و CMOS [2] برای این کاربرد مناسب هستند. اندازهٔ موثر سلول هاشوروار متقاطع باید معادله (ب-۱) را برآورده سازد.

دقت اندازه‌گیری را می‌توان با خطاهای سامانه‌ای موجود در سامانه تشخیص، کاهش داد. نمونه‌هایی از این خطاها عبارتند از یکنواختی (همگنی) هندسی تصویر رقمی حاصل یا خطی‌بودن آشکارساز/رقمی‌کننده با توجه به تغییرات شدت نور. بایستی به این خطاها و دیگر خطاهای احتمالی توجه کرد. استاندارد ملی به شمارهٔ ۶۱۷۴۵ روش موردنیاز برای تعیین مقدار این خطاها را فراهم می‌کند.

ب- ۲-۵-۳ آشکارساز و پویشگر، پویش مکانیکی

آشکارساز پویش مکانیکی از یک آشکارساز با روزنهٔ ثابت و یک سامانه پویش استفاده می‌کند تا شدت تصویر را به عنوان تابعی از موقعیت، به‌دست آورد. پویشگر مکانیکی ابزاری از پویش تصویر کانونی‌شده از الگوی میدان نزدیک تار را فراهم می‌کند؛ این پویشگر به گونه‌ای که موقعیت شعاع نسبی مشخص شده، واسنجی می‌شود. اگر دستگاه از یک پویشگر مکانیکی با تفکیک‌پذیری بسیار بالا استفاده کند حرکت تار یا به طور معادل، سامانه تصویربرداری و آشکارساز با یکدیگر امکان‌پذیر می‌شود. رویکرد دیگر، پویش آشکارساز در صفحهٔ تصویر است که استفاده از یک پویشگر مکانیکی با تفکیک‌پذیری کمتر را میسر می‌سازد. در هر صورت، پویشگر مکانیکی باید برای برآورده ساختن دقت اندازه‌گیری موردنیاز، به اندازهٔ کافی خطی باشد.

روزنهٔ موثر آشکارساز باید محدود گردد تا معادله (ب-۱) برآورده شود. آشکارسازی با محدودهٔ فعال کوچک (به عنوان مثال آشکارساز استفاده شده با قطر ۲۰ μm در اتصال با سامانه تصویربرداری ۴۰X) می‌تواند این الزام را برآورده سازد. این روزنه را می‌توان با استفاده از یک تار نوری با قطر هستهٔ به اندازهٔ کافی کوچک، که انتهای ورودی آن در کانون صفحه عکس، قرار دارد و خروجی آن با آشکارساز جفت می‌شود محدود ساخت. حفرهٔ سوزنی مکانیکی نیز ممکن است برای این منظور به‌کار گرفته شود (در این مورد، عدسی‌های تقویت-کننده می‌توانند به منظور تصویربرداری از پشت حفرهٔ سوزنی، بر روی آشکارساز نوری استفاده شوند).

1 - Charged-coupled device
2 - Complementary metal oxide semiconductor

ب- ۲-۶ عدسی‌های بزرگنمایی

ب-۲-۶-۱ اطلاعات کلی سامانهٔ تصویربرداری نوری

سامانهٔ تصویربرداری مناسبی را فراهم کنید که تصویر خروجی میدان نزدیک از آزمونه را طوری بزرگ‌نمایی کند که این تصویر بزرگ‌نمایی شده بتواند به صورتی مناسب، پویش گردد. روزنهٔ عددی این سامانه تصویربرداری باید بیش از روزنهٔ عددی هسته تاری باشد که مورد اندازه‌گیری قرار می‌گیرد. روزنهٔ عددی سامانهٔ تصویربرداری بر توان تفکیک‌پذیری اندازه‌گیری اثر می‌گذارد و در نتیجه باید با دقت اندازه‌گیری، سازگار بوده و کمتر از ۰٫۳ نباشد.

بزرگترین بعد پیکسل در فن مقیاس خاکستری ویدیویی یا اندازهٔ آشکارساز (یا حفرهٔ سوزنی) در روش پویش مکانیکی، در مقایسه با تصویر میدان نزدیک بزرگ‌نمایی شده، باید به اندازه کافی کوچک بوده به طوری‌که از ۲ برابر حد شکست [1] سامانه، کمتر باشد. به‌طوری که:

$$d \le \frac{1{,}22\ M\lambda}{4\ \mathrm{NA}} \qquad \text{(ب-۱)}$$

d عبارت است ازاندازه پیکسل دوربین، و یا اندازه ی اشکارساز (حفرهٔ سوزنی) بر حسب میکرومتر،؛

M عبارت است از تقریب بزرگنمایی سامانه؛

Λ عبارت است از (کمینه) طول موج آزمون، بر حسب میکرومتر؛

NA عبارت است از روزنهٔ عددی هستهٔ تار برای اندازه‌گیری‌های صرفاً قطر هستهٔ تارهای دسته A، یا، برای همهٔ کاربردهای دیگر، روزنهٔ عددی موردنظر (با فرض این‌که روشن‌ساز غلاف، سامانه‌های نوری را در NA به‌طور کامل پر کند).

سامانه‌های نوری باید به همراه سامانه پویش، واسنجی شوند به‌طوری‌که بزرگ‌نمایی سامانه معلوم باشد. دانستن بزرگ‌نمایی عدسی‌های تصویربرداری (به عنوان مثال در کنار یک عدسی میکروسکوپ حک شده است) مهم نیست زیرا سامانهٔ پویش (یا فاصله‌دهی پیکسل در میکروسکوپ مقیاس خاکستری یا اندازهٔ وجه پویشگر مکانیکی) نیز بخشی از بزرگ‌نمایی سامانه است و در نتیجه بایستی واسنجی شود.

ب -۲-۶-۲ ملاحظاتی برای فن مقیاس خاکستری ویدیویی

هنگام استفاده از فن مقیاس خاکستری ویدیویی، بزرگ‌نمایی را طوری انتخاب کنید که محدوده دوربین ویدیویی حسگر به اندازهٔ کافی توسط تصویر هدفی که اندازه‌گیری می‌شود، پر گردد (به عنوان مثال غلاف تار، زمانی‌که غلاف و هسته قرار است اندازه‌گیری شوند یا هستهٔ تار زمانی که صرفاً اندازه‌گیری هسته صورت می‌گیرد). اطمینان حاصل کنید که اندازهٔ موثر پیکسل الزامات معادله (ب-۱) را برآورده می‌سازد.

1- Refraction

هر دو محور X و Y باید واسنجی شوند و این واسنجی‌ها به طور کلی مستقل است. استاندارد ملی ایران شمارهٔ ۶۱۷۴۵ روش موردنیاز برای انجام این واسنجی را ارائه می‌دهد. عامل‌های واسنجی‌های حاصل، در واحد میکرومتر در هر پیکسل S_X و S_Y هستند.

ب-۲-۶-۳ ملاحظاتی برای روش پویش مکانیکی

هنگام استفاده از فن پویش مکانیکی، بزرگ‌نمایی سامانهٔ تصویربرداری و اندازهٔ روزنهٔ آشکارساز را طوری انتخاب کنید تا معادله (ب-۱) برآورده شود. تفکیک‌پذیری پویشگر (طول گام کمینه) نباید از نصف قطر روزنهٔ آشکارساز بیشتر باشد.

پویشگر بایستی واسنجی شود. واسنجی حاصله، در واحدهای میکرومتر در هر گام، Sx، می‌تواند در استفاده از یک محصول مصنوعی واسنجی قابل ردیابی آزمایشگاهی ملی به دست آید، به عنوان مثال، یک خط‌کش کروم –بر روی- شیشه یا شبکه‌ای از نقاط. اگر هر دو محور پویشگر استفاده شوند، آن‌گاه هر دو بایستی واسنجی شوند، که دو عامل مستقل Sx و S_Y را ارائه می‌دهند.

ب -۲-۷ نمایشگر تصویر ویدیویی(فن مقیاس خاکستری ویدیویی)

از یک نمایشگر تصویر ویدیویی برای نمایش تصویر آشکارشده، استفاده کنید. صفحهٔ روی نمایشگر نوعاً یک طرح، مانند علامت ضربدر[1]، برای کمک به متصدی در مرکزیابی تصویر آزمونه، نشان می‌دهد. تراز کنترل شدهٔ رایانه‌ای و/یا کانونی کردن، ممکن است مورد استفاده قرارگیرد. غالباً این نمایشگر و صفحهٔ نمایش با هم ترکیب می‌شوند.

ب-۲-۸ رایانه

از یک رایانه برای به‌دست آوردن داده‌ها، انجام تجزیه و تحلیل و ایجاد گزارش مناسب، استفاده نمایید.

ب -۳ نمونه‌برداری و آزمونه‌ها

آزمونه‌هایی را آماده کنید که دارای انتهاهای فیبر (سطح مقطع) به صورت تمیز، هموار و عمود بر محور فیبر باشند. به‌طور معمول، زوایهٔ انتهایی کوچکتر از یک درجه، نسبت به زاویهٔ عمود بر محور فیبر برای اندازه‌گیری روکش، ضروری است. کنترل شود که آسیب‌دیدگی انتها، کمینه تاثیر بر صحت و/یا دقت اندازه‌گیری، داشته باشد. دقت شود که از خمش‌های تند در هنگام جای‌گذاری تار، اجتناب گردد.

به‌غیر از مواردی‌که در ویژگی محصول مشخص شده باشد، طول نمونه برای تمام تارهای چند حالته دسته A باید ۲ m ±۰٫۲ m باشد، به استثنای انواعی از تار غیرحساس به خمش در دسته‌های A1a : A1a.1a, A1a.2a, A1a.3a . برای این تارها، طول آزمون مرجع مورد استفاده برای برطرف نمودن اختلافات باید ۲ m

1- Cross-hairs

±۱۰۰ باشد، اما در اندازه‌گیری‌های روزانه، مجاز به استفاده از طول‌های کوتاه‌تر و آسان‌تر هستند. هنگامی‌که طولی غیر از ۲ m به عنوان طول مرجع مشخص شود، نگاشت اندازه‌گیری‌های ۲ m بر روی طول مرجع امکان‌پذیر می‌شود. نحوهٔ نگاشت در پیوست ج توضیح داده شده است.

در زمان نگارش، تا حدی که تمام مشخصات تار دستهٔ A اصلاح گردید، تا طول‌موج مرکزی مورد استفاده جهت تعیین هندسهٔ هسته را در برگیرد. هنگامی‌که این مشخصات اعلام شدند، از جمله این اطلاعات، بند قبلی باید نادیده گرفته شود و این اطلاعات در مورد ویژگی محصول باید به جای آن استفاده گردد.

هیچ محدودیتی برای طول تارهای تک حالته دسته B و C وجود ندارد. به طور معمول یک نمونه به طول دو متر را می‌توان مورد استفاده قرار داد.

ب-۴ روش اجرایی

ب-۴-۱ واسنجی دستگاه

برای واسنجی دستگاه از محصولات مصنوعی قابل ردیابی[1] که در یک آزمایشگاه استاندارد ملی قابل شناسایی هستند، باید استفاده شود.

ب-۴ -۲ اندازه‌گیری

ب-۴-۲-۱ اندازه گیری با استفاده از فن مقیاس خاکستری ویدیویی

آزمونه را در انتهای ورودی به منظور رسیدن به شرایط ارسال مشخص، هم‌راستا نمایید. تصویر میدان نزدیک از انتهای خروجی را کانونی سازید و آن را از طریق ابزار خودکار یا با استفاده از نمایشگر در استفاده از ابزارهای دستی، در مرکز دوربین قرار دهید. روشن‌کننده‌های هسته و غلاف را به منظور دست‌یابی به سیگنال به نوفهٔ مطلوب، درحالی‌که از اشباع پیکسل اجتناب می‌شود، تنظیم کنید.

داده‌های ویدئویی رقمی از این تصویر را به عنوان آرایه‌ای از شدت پیکسل I ثبت کنید. پارامترهای فاصله‌دهی برای محورهای X و Y، یعنی δ_Y و δ_Y با پارامترهای واسنجی بزرگ‌نمایی، یعنی S_X و S_Y به ترتیب برابر می‌باشند.

ب-۴-۲-۲ اندازه‌گیری با استفاده از فن پویش مکانیکی

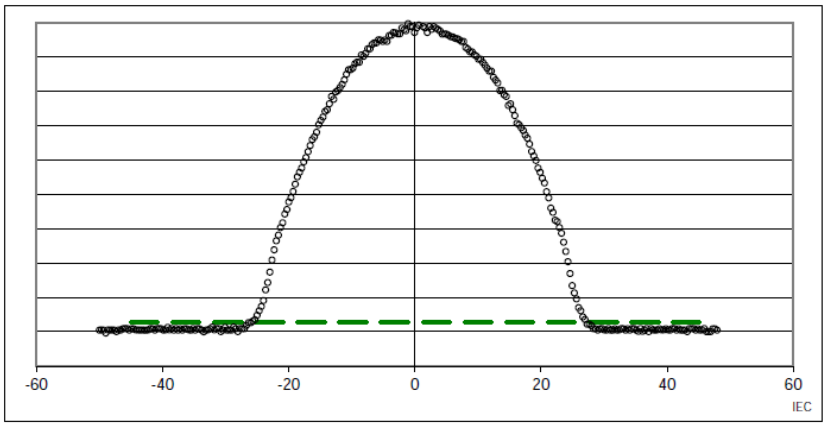
ب-۴-۲-۲-۱ پویش تک بعدی

آزمونه را همان‌طورکه در بالا مورد اشاره قرار گرفت به صوت ایمن و هم‌راستا آماده کنید. انتهای خروجی را تنظیم کنید تا پویش تصویر بزرگ‌نمایی‌شده، میسر گردد– این ممکن است شامل کانونی‌کردن تصویر انتهای

1- Artefacts traceable

خروجی بروی صفحهٔ روزنهٔ پویش و هم‌چنین در مرکز قرار دادن تصویر به‌طوری‌که مرکز هسته در موقعیت موردانتظار قرار گیرد شود. روشن‌گر(ها)[1] را به‌منظور دستیابی به سیگنال به نوفهٔ مطلوب، تنظیم کنید. در اغلب موارد، پویش مکانیکی صرفاً برای تعیین هندسهٔ تار دسته A1 به‌کار گرفته می‌شود. در این مورد، تنها از یک روشن‌گر هسته استفاده می‌گردد - غلاف روشن نمی‌شود.

تصویر میدان نزدیک را پویش کنید و شدت‌ها، یعنی I و موقعیت‌های مرتبط با آنها را ، یعنی X، ثبت کنید.



شکل ب -۳ - پویش میدان نزدیک تک بعدی نوعی، هستهٔ دسته A1

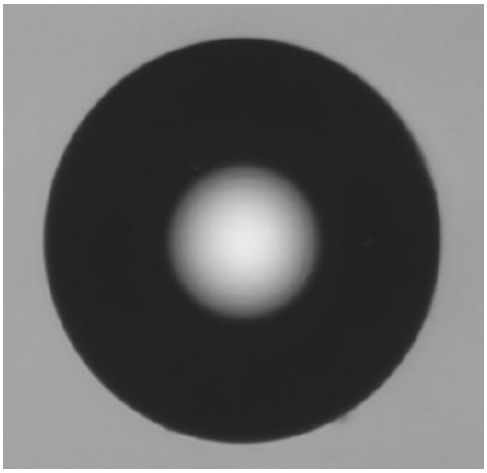
ب-۴-۲-۲-۲ ترکیب پویش‌های تک بعدی در مجموعه‌ای از زوایا

پویش‌ها را همان‌طورکه در بند ب-۴-۲-۲-۱ توضیح داده شده است در چندین زوایای ϕ ، به‌دست آورید. اطمینان حاصل کنید که پویش ها ، یک مبدأ مشترک داشته باشند. به‌منظور پویش یک هستهٔ چند حالته یا پویش‌هایی که غلاف را نیز در برمی‌گیرد، هر پویش باید از مرکز هسته (یا غلاف) عبور کند، که این می‌تواند به معنای هم‌راستا کردن مجدد پویش‌گر در هر یک از جهت‌ها باشد.

ب-۴-۲-۲-۳ پویش هاشوروار متقاطع

پویش‌ها را همان‌طور که در بند ب-۴-۲-۲-۱ توضیح داده شده است در مجموعه‌ای از خطوط عمود بر محور پویش‌شده در بند ب-۴-۲-۲-۱ در موقعیت‌های هاشوروار متقاطع ثبت‌شده در y، بدست آورید. فاصلهٔ هاشور تحت پوشش باید برابر فاصلهٔ پویش تحت پوشش باشد.

1- Illuminator(s)



شکل ب-۴- دادهٔ میدان نزدیک هاشوروار متقاطع نوعی، تار دسته A1

ب-۵ محاسبات

به منظور کاهش دادهٔ شدت میدان نزدیک به هندسه، به پیوست‌های پ، ت و ث مراجعه شود.

ب-۶ نتایج

علاوه بر نتایج ذکر شده در بند ۱۱ و با توجه به ویژگی‌های مورد نیاز، اطلاعات زیر باید در صورت درخواست ارائه شود:

- نوع آشکارساز و اندازهٔ روزنه (تنها فن پویش میدان نزدیک تکی).

پیوست پ

(الزامی)

تشخیص لبه و ساخت جدول لبه

پ-۱ اظهارات مقدماتی

تعیین کران ترسیم لبه (تشخیص لبه) یک جسم، یک تبدیل اساسی دادهٔ RNF یا TNF به سمت تعیین هندسهٔ جسم است. تبدیلات بیشتر این کران‌ها، هندسه را تعیین می‌کند، از جمله تفاوت‌های ساده (قطر) و میانگین‌سازی (مرکز) دو لبه کاملاً مخالف یا به انطباق بیضی‌ها به مجموعه‌ای از لبه‌ها، همان‌طورکه در پیوست ت به آن اشاره شد. تارهای نوری دستهٔ A، B و C دارای دو بدنه هستند: هسته و غلاف. فن‌های تشخیص لبهٔ توصیف‌شده در این پیوست، این بدنه‌ها را تقریباً مدور و هم‌مرکز فرض می‌کند.

کران هسته باید توسط فن سطح تصمیم‌گیری (شرح داده شده در بند پ-۲) برای تمام دسته‌های تار تعیین شود. مقدار سطح تصمیم‌گیری کران هسته برای تمام تارهای چندحالتهٔ دستهٔ A، معین شده است اما برای تارهای تک‌حالتهٔ دستهٔ B و C تعیین شده نیست. (مقدار توصیه شده برای تارهای دستهٔ B وC در زیر آورده شده است). کران غلاف نیز ممکن است با استفاده از فن سطح تصمیم‌گیری تعیین گردد، اما فن‌های دیگری نیز مجاز هستند (این فن‌ها، اغلب از انواع مختلف متناسب‌سازی[1] فضایی استفاده می‌کنند و می توانند در یک یا دو بعد عمل کنند. این فن ها توسط این استاندارد شرح داده نمی‌شوند). توجه داشته باشید که برای فن مقیاس خاکستری ویدئویی RNF، همان‌طورکه در پیوست ب توصیف شده، لازم است آنچه که برای فن تشخیص لبه برای تعیین کران غلاف، مشابه فن‌هایی که برای واسنجی قطر غلاف در برابر یک قطر شناخته شدهٔ مصنوعی به‌کار می‌رود، استفاده گردد.

پ-۲ تشخیص کران توسط سطوح تصمیم‌گیری

پ-۲-۱ نگرش کلی

سطح تصمیم‌گیری روش تشخیص کران، با پیدا کردن نقطه‌ای در یک مجموعهٔ داده که یک راه انداز سطح شدت، T را در میان گرفته است، یک محدوده را معین می‌کند. T توسط یک شدت پایه I_{base}، شدت اوج، I_{max} و یک پارامتر کسری که همان عامل تصمیم K است، تعیین می‌شود. این کران سپس به صورت درون-یابی دو نقطهٔ X_L و X_R، تعریف می‌شود که T را در برگرفته است.

$$T = I_{Base} + K(I_{Max} - I_{Base})$$
$$x = x_L + (x_R - x_L)\frac{(T - I_L)}{(I_R - I_L)} \qquad (پ-۱)$$

1- Fiters

در شکل پ-۱، شدت میدان نزدیک تک‌بعدی نوعی نشان داده شده است. در این مثال غلاف بر روی یک پس‌زمینهٔ روشن، سایه می‌افکند و هسته نورانی نیست (تیره است). خط قرمز سطح شدت پایه را نشان می‌دهد، خط آبی نشان‌گر سطح مرجع اوج است و خط سبز سطح تصمیم‌گیری را نمایش می‌دهد (با استفاده از ۰٫۵K یا ۵۰٪). این غلاف در دو طرف سمت چپ و راست محور X ، از آستانه عبور می‌کند. قطر تار، اختلاف بین این دو محل عبور است.

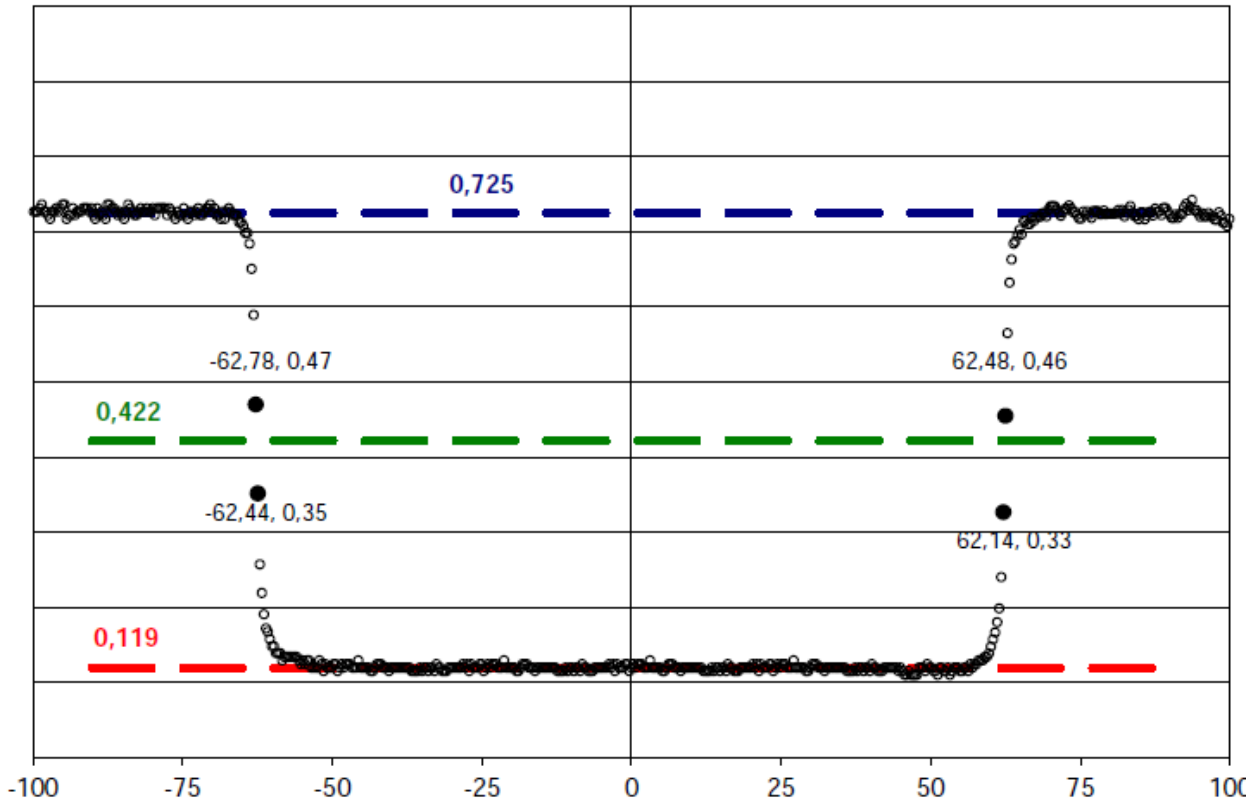
$$x_{-} = -62,78 + (-62,44 + 62,78)\frac{0,422 - 0,47}{0,35 - 0,47} \qquad (پ-۲)$$

$$= -62,64$$

$$x_{+} = 62,14 + (62,48 - 62,14)\frac{0,422 - 0,33}{0,46 - 0,33}$$

$$= +62,38$$

$$D = (62,38 - (-62,64)) = 125,02$$



X(میکرون)

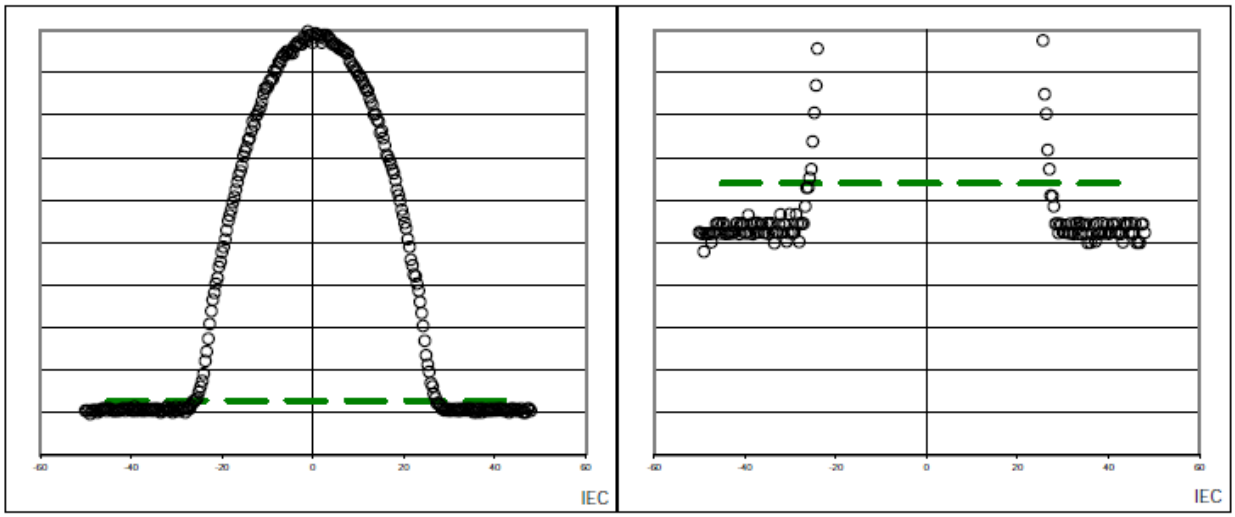
شکل پ -۱- مجموعه دادهٔ تک‌بعدی نوعی، فقط غلاف

پ-۲-۲ سطح مرجع هستهٔ تار چند حالته دسته A و عامل K

در مثال ارائه شده در بند پ-۱-۲، سطوح مرجع مشخص شده‌اند. برآورد سطوح مرجع می‌تواند برای تعیین معتبر کران یک جسم بسیار مهم باشد از آنجایی‌که سطوح مرجع به منظور تعیین سطح تصمیم‌گیری، مورد استفاده قرار می‌گیرند. کران‌های غلاف جسم دارای تغییر حالت[1] در لبه بوده و شیب‌دار می‌باشند بنابراین، اختلاف بسیار کوچک در سطح تصمیم‌گیری بر محل یک لبهٔ شناسایی شده، تاثیر زیادی نمی‌گذارد.

اگرچه، همان‌طورکه در شکل پ-۲ نشان داده شده، قطر هستهٔ چندحالته اغلب با استفاده از عوامل تصمیم‌گیری، تعریف می‌شود که ویژگی‌ها را نزدیک کران هسته تعیین می‌کند جایی‌که در آن تغییر حالت کمتر[2] است. از آنجایی که این تغییرات حالت لبه، تند نیستند، تغییرات کوچکی در سطوح مرجع می‌تواند بر محل لبه تاثیر بگذارد که قطر هستهٔ محاسبه‌شدهٔ نهایی را تحت‌تاثیر قرار خواهد داد.

نکته: نمودار سمت راست در محور y ده برابر بزرگ شده است.



شکل پ-۲- نیم رخ هستهٔ با ضریب شکست تدریجی[3] نوعی

سطح مرجع بالایی هسته از تارهایی با ضریب شکست تدریجی به عنوان بالاترین دادهٔ شدت در محدودهٔ هسته یا میانگین قابل قبولی از داده‌ها در پیرامون نقطهٔ اوج ، در نظر گرفته می‌شود. قطرهای هستهٔ تار چندحالته با ضریب شکست پله‌ای، از سطح بالایی مرجع استفاده می‌کنند که لازم است به مدلی شبیه پایه تعیین شود، از آنجایی‌که سیگنال داخل هسته ممکن است کاملاً تخت نباشد مراقب باشید یک سطح مرجع

1- Transition
2- Shallow
3- Graded index

بالایی و قابل قبول برای این تارها، تعیین کنید. به‌طور کلی، باید در پیدا کردن سطوح مرجع پایه تکراری و واقع‌بینانه دقت کرد. برای برخی سامانه‌های میدان نزدیک انتقال یافته، به عنوان مثال سامانه‌ای که از روشن‌ساز هستهٔ مدوله شده و سیگنال دمدوله شده استفاده می‌کند، انتظار می‌رود سطح مرجع پایه، صفر باشد. برای دیگر سامانه‌ها، مرجع پایه صفر نخواهد بود و لازم است از مجموعه داده‌ها تعیین شود.

عامل K مرجع پیش فرض استفاده شده برای اندازه‌گیری قطر هستهٔ تارهای دسته A1 و A4 باید ۰٫۰۰۲۵ (۲٫۵ ٪)، باشد، برای تارهای دسته A2 و A3 ، ۰٫۵ (۵۰٪) باید استفاده شود.

در زمان نگارش، تا حدی تمام مشخصات تار دستهٔ A مورد اصلاح قرار گرفت، تا عامل K استفاده شده برای تعیین هندسهٔ هسته را نیز شامل شود. هنگامی‌که این مشخصات منتشر می‌شوند از جمله این اطلاعات، بند قبلی باید نادیده گرفته شود و از اطلاعات موجود در مشخصات محصول باید در جای خود استفاده شود.

برای اندازه‌گیری‌های روزانه، مقادیر دیگری از K (دیگر رویکردهای پردازش هسته) ممکن است استفاده شوند- در این موارد این مقادیر اندازه‌گیری‌شدهٔ غیرمرجع باید به مقدار مرجع برای K (و روش) نگاشت شوند همان‌طورکه در پیوست ج توضیح داده شده است.

پ-۲-۳ تارهای تک‌حالته دسته B و C

از آن‌جایی‌که جدول لبهٔ هسته، برای تارهای تک حالته صرفاً جهت تعیین مرکز هسته مورد استفاده قرار گیرد تا خطای هم‌مرکز بودن را محاسبه نماید، روش تشخیص لبه الزامی نیست. استفاده از بیشینه پیکسل در محدودهٔ هسته به عنوان سطح مرجع بالایی، منطقی است. به منظور تعیین سطح مرجع پایه، به بند پ-۲-۲ مراجعه کنید، اما توجه داشته باشید که خطاها در سطح پایه به‌طورکلی برای این نوع از تارها کم اهمیت‌تر هستند. یک عامل K ۰٫۲۵ (۲۵٪) معمولاً استفاده می‌شود.

پ-۲-۴ محاسبهٔ مستقیم هندسه از دادهٔ تک‌بعدی

برای یک مجموعه دادهٔ تک‌بعدی با پویش تکی، زمانی‌که تشخیص لبه کامل شد، قطر جسم می‌تواند به صورت اختلاف سادهٔ بین لبهٔ شناسایی‌شده در سمت راست پویش و لبهٔ شناسایی شده در سمت چپ پویش، محاسبه گردد.

اگر هسته و غلاف هر دو شناسایی شوند، سپس تخمینی از هم‌مرکز بودن می‌تواند صورت گیرد. مرکز غلاف یا هسته، صرفاً میانگین لبه‌های سمت چپ و راست آن است. تخمین هم‌مرکز بودن، اختلاف بین این دو مرکز است.

باید توجه داشت که اگر پویش‌ها در بیش از یک زاویه صورت گیرند، هندسه می‌تواند برای هر زاویه، همانند بالا محاسبه شود. با این حال، اگر سه پویش زاویه‌ای یا بیشتر موجود باشد، توصیه می‌شود همان‌طورکه در

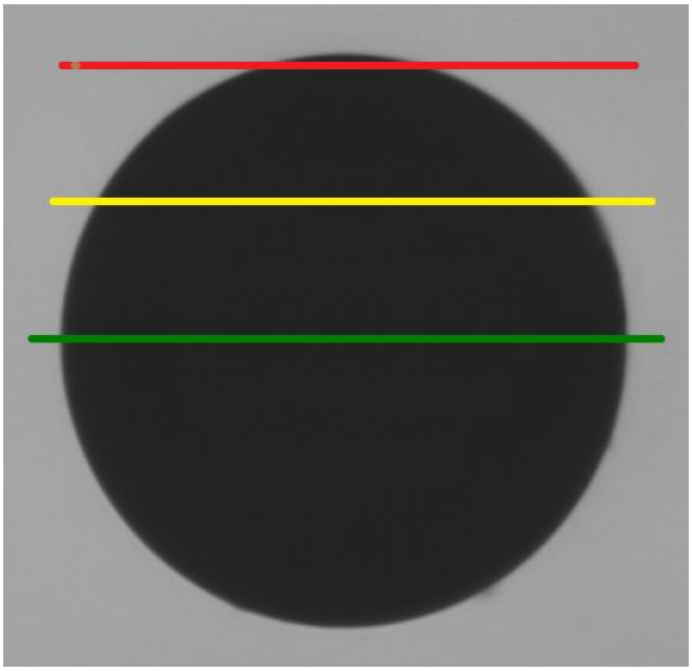
بند پ-۳ توضیح داده شد، لبه‌های آنها که در یک جدول لبه جمع‌آوری و به یک بیضی همان‌طورکه در پیوست ت آمده است انطباق داده شوند.

پ-۳ جمع‌آوری جدول‌های لبه از داده‌های خام

پ-۳-۱ کلیات

جدول لبه به عنوان لیستی از جفت داده‌های X، Y تعریف می‌شود که ورودی‌های آن نقاط محاطی یک جسم را شامل می‌شود. جداول لبه از لبه‌های شناسایی شده تشکیل می‌شوند (با استفاده از روش سطح تصمیم‌گیری که در بالا توضیح داده شد یا برای غلاف و پالایهٔ مناسب) و یک منحنی بسته تقریباً مدور در 360° را توصیف می‌کنند. جداول لبه توسط داده‌های شدت خام دو بعدی از داده‌های میدان نزدیک شکسته یا انتقال‌یافته که در پیوست‌های الف و ب توضیح داده شده است، اقتباس می‌شوند. جدول لبه را می‌توان از مجموعه داده‌های هاشوروار متقاطع یا پویش‌های متعدد تکی در زوایای مختلف جمع‌آوری کرد. هریک از فرآیندها در زیر توضیح داده شده است.

پ-۳-۲ جداول لبه از داده‌های هاشوروار متقاطع



شکل پ-۳ – داده‌های هاشوروار متقاطع، فقط غلاف

شکل پ-۳ یک پویش هاشوروار متقاطع نوعی از یک ابزار میدان نزدیک ویدئویی را نشان می‌دهد که نمایان‌گر یک غلاف تاریک در برابر یک پس‌زمینهٔ روشن بدون روشن‌ساز هسته، می‌باشد. به‌منظور ساخت

یک جدول لبهٔ غلاف برای این مثال، این تصویر اساساً پیکسل به پیکسل با استفاده از روش‌های تشخیص لبه که در بند پ-۲ مورد بحث قرار گرفته بود و لیستی از مکان‌های (X، Y) از لبه‌های شناسایی‌شده، مورد بازرسی قرار می‌گیرد.

هر سطر و ستون در تصویر، ممکن است دارای دو لبهٔ قابل‌تشخیص باشند (اگر هسته روشن شد، سپس یک زیرمجموعه از سطرها و ستون‌ها باید دارای چهار لبهٔ قابل‌تشخیص باشد). ردیف‌های خارج از منطقهٔ تار هیچ لبه‌ای ندارد (ستون‌های خارج از تار هم همین‌طور). خط سبز، ردیفی در نزدیکی قطر غلاف را نشان می‌دهد. خط قرمز ردیفی را برجسته می‌سازد که تقریباً مماس با غلاف پویش می‌شود. پویش‌هایی که از نزدیک مرکز غلاف عبور می‌کنند دارای تندترین لبه خواهند بود، درحالی‌که پویش‌های مماس لبه‌های بسیار ضعیفی تولید می‌کنند که تشخیص آنها بسیار دشوار است. از این رو مطلوب است که لبه‌ها را در سطرها یا ستون‌هایی شناسایی کنیم که تا حد امکان نزدیک به مرکز عبور می‌کنند.

یک رویکرد جهت تشخیص لبه در این تصویر، تشخیص لبه‌ها تنها در ردیف‌هایی است که از نزدیکی مرکز عبور می‌کنند و هم‌چنین برای باقی اندازه‌گیری به حالت تشخیص لبهٔ ستونی تغییر داده می‌شود. به‌طور کلی، بهترین تبادل، انتقال در زوایای 45° و 135° در تصویر است. خط زرد نشان دهندهٔ نقطهٔ انتقال است درجایی‌که شناسایی بایستی از حالت ردیفی به حالت ستونی تغییر کند.

رویکرد دیگر، صرفاً انجام تشخیص لبه در پویش‌هایی است که از مراکز تقریبی جسم عبور می‌کنند. برای استفاده از کل تصویر، درون‌یابی دو بعدی را می‌توان به‌منظور ساخت پویش یک بعدی مصنوعی در مجموعه-ای از زوایا به‌کار گرفت که به اندازهٔ کافی برای گرفتن تفکیک‌پذیری ویدئویی مناسب است:

افزایش زاویه‌ای به‌کار رفته، یک طول قوس برابر فاصله پیکسل در شعاع جسم تولید می‌کند. سپس لبه‌های شناسایی شدهٔ هر پویش مصنوعی به سامانهٔ مختصات زاویه صفر تبدیل می‌شوند و به جدول لبه اضافه می-گردند.

زمانی‌که کامل شد یک جدول طول n_e از لبه‌های X_i,Y_i برای هر جسم آنالیز شده تعیین خواهد شد.

پ-۳ -۳ جدول‌های لبه از پویش‌های تک بعدی چند زاویه‌ای

به‌منظور جمع‌آوری یک جدول لبه از مجموعه پویش چند زاویه‌ای، هر پویش را همانند بند پ-۲ پردازش کنید. مهم است که محل هر لبهٔ شناسایی‌شده، به مرکزی ارجاع شود که نقطهٔ چرخش تار است. در پایان، هر جسم تشخیص داده شدهٔ یک لیست مرتبط از طول n_φ از جفت‌های R_k,φ_k خواهد داشت. دادهٔ R، لبه‌های شناسایی‌شده برای این جسم، از سمت چپ و راست یک پویش است. در این نقطه، دادهٔ R اعداد علامت‌دار هستند. لبه‌های سمت چپ منفی خواهند بود (در سمت چپ مرکز چرخش). سپس، جفت R_k,φ_k را به مختصات دکارتی جدول لبهٔ X ، Y تبدیل می‌کنند.

$$X_k = R_k \cos\varphi_k \qquad \text{(پ-۳)}$$
$$Y_k = R_k \sin\varphi_k$$

پیوست ت

(الزامی)

پالایش و برازش بیضی جدول لبه

ت-۱ اظهارات مقدماتی

به‌طورکلی برازش یک بیضی به یک جدول لبه، در زیر آورده شده است. هر دو جدول لبهٔ هسته و غلاف به بیضی‌ها برازش می‌یابند که پارامترهای آن برای محاسبهٔ هندسهٔ تار مورد استفاده قرار می‌گیرد.

ت-۲ عبارات ریاضی کلی برای برازش بیضی

شکل کلی یک بیضی بدین صورت ارائه می‌شود:

$$0=\left[1-\frac{(x-x_0)^2}{A^2}+\frac{(x-x_0)(y-y_0)}{B^2}+\frac{(y-y_0)^2}{C^2}\right] \qquad (ت-۱)$$

گسترش و جایگزینی، رابطهٔ زیر را می‌دهد:

$$0=ax^2+2bxy+cy^2+2dx+2fy+g \qquad (ت-۲)$$

که در آن:

$$x_0=\frac{cd-bf}{b^2-ac}$$
$$y_0=\frac{af-bd}{b^2-ac} \qquad (ت-۳)$$
$$A=\frac{1}{\sqrt{-a}}$$
$$B=-\frac{1}{\sqrt{-c}}$$
$$C=-\frac{1}{\sqrt{-2b}}$$

چرخش بیضی، ϕ برابر است با:

$$\varphi=\frac{1}{2}\cot^{-1}\left(\frac{c-a}{2b}\right) \qquad (ت-۴)$$

ابعاد شعاع بزرگ و کوچک بیضی توسط رابطهٔ زیر محاسبه می‌شود:

$$R_{\text{Major}} = \sqrt{\frac{2(af^2 + cd^2 + gb^2 - 2bdf - acg)}{(b^2 - ac)\left[(c-a)\sqrt{1+\frac{4b^2}{(a-c)^2}} - (c+a)\right]}}$$

$$R_{\text{Minor}} = \sqrt{\frac{2(af^2 + cd^2 + gb^2 - 2bdf - acg)}{(b^2 - ac)\left[(a-c)\sqrt{1+\frac{4b^2}{(a-c)^2}} - (c+a)\right]}} \qquad \text{(ت-۵)}$$

این بیضی می‌تواند از لحاظ پارامتری به صورت زیر بیان شود:

$$x' = R_{\text{Major}}\cos(\theta)\cos(\varphi) - R_{\text{Minor}}\sin(\theta)\sin(\varphi) + x_0$$
$$y' = R_{\text{Major}}\cos(\theta)\sin(\varphi) + R_{\text{Minor}}\sin(\theta)\cos(\varphi) + y_0 \qquad \text{(ت-۶)}$$

یا، در مختصات استوانه‌ای بدین صورت:

$$r(\theta) = \sqrt{\frac{R_{\text{Major}}^{\,2}}{1+\left(\frac{R_{\text{Major}}^{\,2}}{R_{\text{Minor}}^{\,2}} - 1\right)\sin^2(\theta-\varphi)}} \qquad \text{(ت-۷)}$$

برای انطباق دادهٔ پیکسل، سامانهٔ خطی زیر حل می‌شود:

$$\begin{pmatrix} \sum X^4 & \sum X^3Y & \sum X^2Y^2 & \sum X^3 & \sum X^2Y & \sum X^2 \\ \sum X^3Y & \sum X^2Y^2 & \sum XY^3 & \sum X^2Y & \sum XY^2 & \sum XY \\ \sum X^2Y^2 & \sum XY^3 & \sum Y^4 & \sum XY^2 & \sum Y^3 & \sum Y^2 \\ \sum X^3 & \sum X^2Y & \sum XY^2 & \sum X^2 & \sum XY & \sum X \\ \sum X^2Y & \sum XY^2 & \sum Y^3 & \sum XY & \sum Y^2 & \sum Y \\ \sum X^2 & \sum XY & \sum Y^2 & \sum X & \sum Y & n_e \end{pmatrix} \begin{pmatrix} a \\ 2b \\ c \\ 2d \\ 2f \\ g \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \sum X^2 \\ \sum XY \\ \sum Y^2 \\ \sum X \\ \sum Y \\ n_e \end{pmatrix} \qquad \text{(ت-۸)}$$

هر عمل جمع بالا با استفاده از جفت داده‌های n_e از نقاط X، Yدر جدول لبه محاسبه می‌شود.

یادآوری- دقت عددی رایانه‌های به‌کار رفته، می‌تواند نتایج را تحت تاثیر قرار دهد. سهم اصلی درخطاهای بـا دقـت محـدود از اختلاف‌های کوچک اعداد بزرگ و در عین حال مشابه، نشات می‌گیرد. در سامانه توصیف شـده در بـالا، علـت عمـده مشـکلات دقت عددی، استفاده از جفت داده‌ای است که منشاء نسبی آن خارج از کران جسم برازش شده، است. برای مثـال، اگـر منشـاء

جدول لبهٔ غلاف به صورت گوشه پایین سمت چپ تصویر در نظر گرفته شود، مجموعه داده x و y تماماً مثبت خواهد بود. به منظور جلوگیری از این اشتباهات، مرکز تقریبی داخل جسم را از هر دادهٔ x، y کم کنید.

ت-۳ پالایش جدول لبه

پالایش فعال یا حذف نقاط لبه خام که ناشی از خسارت برش[1] (یا دیگر معایب مانند گرد و خاک) مجموعه-ای از لبه‌های انطباق داده شده، مجاز می‌باشد. مثالی از پالایش لبه در زیر آورده شده است:

- برای هر لبه در جدول لبه

الف) بعد از برازش، فاصلهٔ d را بین هر لبه در مجموعه برازش شده و بیضی با استفاده از معادلهٔ (پ-۸) محاسبه کنید،

ب) اگر d بزرگتر از T میکرومتر است، لبه را از جدول لبه حذف کنید و یک شمارنده به لبه‌های رد شده بیفزایید، N_{bad}،

ج) اگر N_{bad} بیشتر از ٪ ۱ از لبه‌ها در جدول لبه باشد، مجدداً با استفاده از باقی‌مانده برازش کنید.

- مراحل فوق را تا زمانی که مرحله ج، نادرست باشد تکرار کنید.

ت-۴ استخراج پارامتر هندسی

در این بند، زیر نویس « cl » و « co » بین پارامترهای برازش بیضوی از جسم غلاف و هسته، تمایز قائل می‌شود.

با استفاده از بیضی برازش داده شده، پارامترهای هندسی زیر را می‌توان استخراج نمود:

X_{co}, Y_{co} (μ m): مرکز هستهٔ برازش داده شده

$R_{Major\ co}$ (μ m): شعاع بزرگ هسته

$R_{Minor\ co}$ (μ m): شعاع کوچک هسته

قطر هسته (μ m): $(R_{Major\ CO}+R_{Minor\ CO})$

غیرمدوربودن هسته (٪): 200 $(R_{Major\ co} - R_{Minor\ co})$/قطر هسته

1- Cleave

X_{cl}, Y_{cl} (μ m):	مرکز غلاف برازش داده شده
$R_{Major\ cl}$ (μ m) :	شعاع بزرگ غلاف
$R_{Minor\ cl}$ (μ m) :	شعاع کوچک غلاف
قطر غلاف (μ m):	$(R_{Major\ CL}+R_{Minor\ CL})$
غیرمدوربودن غلاف (٪):	200 $(R_{Major\ co} - R_{Minor\ co})$/قطر غلاف
خطای هم‌مرکز بودن هسته / غلاف (µm):	$[(X_{cl}-X_{co})^2 + (Y_{cl}-Y_{co})^2]$½

پیوست ث

(الزامی)

برازش دادهٔ میدان نزدیک هسته دسته A1 به یک مدل قاعدهٔ توان[1]

ث-۱ ملاحظات مقدماتی

پیوست ث یک روش‌شناسی برازش یک نیم‌رخ (مقطع) قانون توان در مجموعه دادهٔ میدان نزدیک خام از یک هسته تار دسته A1 را توصیف می‌کند. هر دو دادهٔ میدان نزدیک شکسته یا انتقال یافته را می‌توان با استفاده از این رویکرد پردازش نمود. قطر هسته، مرکز هسته (با محدودیت‌ها) و α ، نمای قاعدهٔ توان، را می-توان با این روش برازش، تعیین نمود. مراحل قبل از پردازش معمولاً، نیازمند انجام موفقیت‌آمیز این برازش هستند. بند ث-۲ این مراحل قبل از پردازش را، مشخص می‌کند. بند ث -۳ روش برازش را با جزئیات توصیف می‌کند.

ث-۲ داده‌های پیش شرط برای برازش

ث-۲-۱ انگیزه[2]

فرایند برازش شرح داده شده در بند ث-۳ نیازمند یک مجموعه داده است که دو شرط را برآورده سازد:

این مجموعه دادهٔ یک طرفه است (فقط در شعاع مثبت وجود دارد) و دارای یک پایه شدت صفر، می‌باشد (شدت صفر در خارج از منطقه هسته). داده‌های دوبعدی از پیوست الف یعنی پویش هاشوروار متقاطع و از پیوست ب، فن مقیاس خاکستری را می‌توان به روش‌های مشابه همان‌طور که در بند ث-۲-۲ توضیح داده شده، از پیش پردازش نمود. داده‌های یک‌بعدی از روش الف یا ب همان‌طورکه در بند ث-۳-۲ توصیف شده، الزامات پیش پردازش را به اشتراک می‌گذارند.

ث-۲-۲ تبدیل یک تصویر دو بعدی به میدان نزدیک شعاعی تک بعدی

ث-۲-۲-۱ زمان استفاده

از این روش پردازش به منظور تبدیل یک تصویر دوبعدی از یک هسته تار دستهٔ A1 به مجموعه دادهٔ تک بعدی استفاده کنید که سپس، می‌تواند همانند بند ث-۳، به نیم‌رخ قاعدهٔ توان برازش شود. به طور معمول، این تصاویر، تصاویر ویدئویی در مقیاس خاکستری خواهند بود که با استفاده از فن مقیاس خاکستری میدان

1- Law model
2- Motivation

نزدیک انتقال یافته همانند پیوست ب، به‌دست می‌آیند. تصاویر هاشوروار متقاطع با استفاده از روش میدان نزدیک شکسته از پیوست الف گرفته می‌شوند و هم‌چنین می‌توانند با این روش پردازش شوند.

ث-۲-۲-۲ منطقهٔ مورد توجه[1] (اختیاری)

اغلب، هاشوروار متقاطع یا تصویر اولیه، حاوی مناطقی خارج از هسته خواهند بود. این نواحی شامل غلاف پیرامونی و محدودهٔ روشن برای یک تصویر مقیاس خاکستری می‌باشد. هنگام کاهش تصویر به رخ نمایی میدان نزدیک یک‌بعدی، مناطق دیگر می‌توانند فرایند برازش را، همان‌طور که در بند ث-۳ شرح داده شده، تحت تاثیر قرار دهند. از این رو استخراج یک مساحت مربع اطراف هسته از این تصویر خام که از باقی‌ماندهٔ الگوریتم استفاده خواهد کرد، مفید است. از آنجایی که تفریق پایهٔ موردنیاز در بند ث -۳ از ۱ یا ۲ بار اطلاعات بعد اسمی شعاع هسته استفاده می‌کند، استخراج و تنها استفاده از این منطقه توصیه می‌شود. سپس تصویر استخراج شده، هاشوروار متقاطع خواهد بود که قرار است پردازش شود.

البته، اگر یک منطقه از تصویر مورد توجه از تصویر اصلی استخراج شود، N_{Row}، N_{Col} و I تغییر خواهندکرد. در ادامه این پیوست این امر برای اختصار، نادیده گرفته می‌شود.

ث-۲-۲-۳ مرکز ثقل

با استفاده از این تصویر، مرکز میدان نزدیک با پیدا کردن مرکز ثقل هر محور دکارتی به طور مستقل محاسبه می‌شود. به منظور پیداکردن مرکز ثقل، ابتدا P_{Max} و P_{Min} به ترتیب شدت روشن‌ترین و تاریک‌ترین پیکسل معتبر در کل تصویر را بیابید و سپس آستانهٔ T را محاسبه نمایید.

$$T = 0{,}1\,(P_{Max} - P_{Min}) + P_{Min} \qquad (ث-۱)$$

سپس، سه جمع زیر را برای تمام پیکسل‌ها حساب کنید، به استثنای پیکسل‌هایی با شدت کمتر از T، بر روی ضریب های سطر و ستون r و c:

(ث-۲)

$$S_p = \sum_{r=1}^{N_{Row}} \sum_{c=1}^{N_{Col}} \begin{cases} 0 & I_{r,c} < T \\ I_{r,c} & I_{r,c} \geq T \end{cases}$$

$$S_r = \sum_{r=1}^{N_{Row}} \sum_{c=1}^{N_{Col}} \begin{cases} 0 & I_{r,c} < T \\ rI_{r,c} & I_{r,c} \geq T \end{cases}$$

$$S_c = \sum_{r=1}^{N_{Row}} \sum_{c=1}^{N_{Col}} \begin{cases} 0 & I_{r,c} < T \\ cI_{r,c} & I_{r,c} \geq T \end{cases}$$

1- Interest

در نهایت، مرکز ثقل را محاسبه نمایید، X_0,Y_0

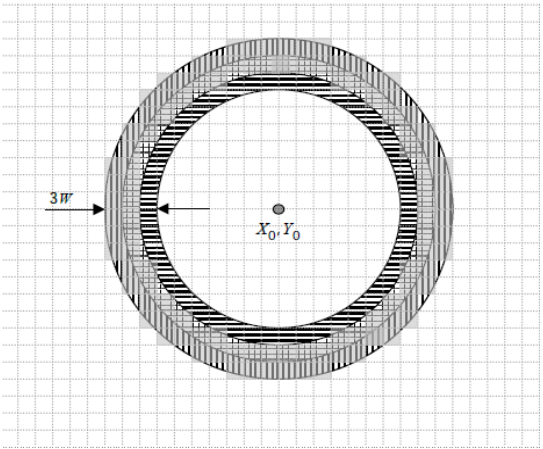
$$X_0 = \frac{S_c}{S_P} \qquad (ث-۳)$$

$$Y_0 = \frac{S_r}{S_P}$$

یادآوری- اگر P_{Min} در مقایسه با P_{Max} قابل‌توجه باشد (یعنی رمینه غلاف روشن است) در صورتی‌که تصویر هسته بر روی تصویر کلی متمرکز نباشد، سپس مرکز ثقل می‌تواند منحرف شود. در این موارد، برآورد مرکز ثقل بهبود خواهد یافت اگر P_{Min} قبل از محاسبهٔ مرکز ثقل (یا در برخی تخمین دیگر از خط پایه یا پایهٔ ستون[1] که در آن تصویر هسته قرار دارد) از این تصویر، کسر شود.

ث-۲-۲-۴ محاسبات توابع داده شعاعی

در این مرحله محاسباتی، داده پیکسل دو بعدی به یک تابع شعاعی تک بعدی کاهش می‌یابد و این کار را با محاسبهٔ میانگین پیکسل در مجموعه‌ای از حلقه‌های تو در تو و روی هم افتاده (با مرکزیت X_0,Y_0) با ضخامت 2W (که در آن W =۰٫۲ mm است مگر در صورتی که به گونه‌ای دیگر مشخص شده باشد) واقع در مرکز نوری تار، X_0,Y_0 ، همان‌طور که در ث-۲-۲-۳ تعریف شده، انجام می‌شود. فاصلهٔ حلقه‌ها W برحسب میکرومتر است، اگرچه مختصات شعاعی حلقه در توابع دادهٔ شعاعی حاصله، مرکز ثقل شعاعی مختصات شعاعی پیکسل در حلقه خواهد بود.



شکل ث-۱ - مفهوم پالایش

در شکل ث-۱ مفهوم پالایش نشان شده است. عناصر شبکهٔ مربع، پیکسل‌های این تصویر می‌باشند. دو حلقه، واقع در مرکز نوری X_0,Y_0، نمایش داده می‌شوند: حلقهٔ بیرونی به صورت عمودی هاشور خورده و حلقهٔ داخلی به صورت افقی. هر حلقه عرض ۲W داشته و در منطقه‌ای با پهنای W هم‌پوشانی می‌شود.

1- Pedestal

منطقهٔ هم‌پوشانی به صورت ضربدر هاشورخورده است. پیکسل‌های خاکستری‌شده، از آنجا که مراکزشان در داخل کران حلقهٔ بیرونی، قرار می‌گیرد، سلول‌هایی هستند که در حلقهٔ بیرونی میانگین گرفته خواهند شد.

به‌منظور محاسبهٔ توابع شعاعی از مراحل زیر استفاده کنید:

الف) بیشینه شعاع یک حلقهٔ کامل را تعیین کنید. در این مرحله بزرگترین حلقه‌ای که در تصویر بدون برش توسط کران تصویر، برازش شده پیدا می‌شود. کوتاه‌ترین فاصله تا لبه تصویر از مرکز تصویر را محاسبه نمایید.

(ث-۴)

$$D_{\mathrm{L}} = S_{\mathrm{X}} X_0$$
$$D_{\mathrm{R}} = S_{\mathrm{X}} (N_{\mathrm{C}} - X_0)$$
$$D_{\mathrm{T}} = S_{\mathrm{Y}} Y_0$$
$$D_{\mathrm{B}} = S_{\mathrm{Y}} (N_{\mathrm{R}} - Y_0)$$
$$D = \min(D_{\mathrm{L}}, D_{\mathrm{R}}, D_{\mathrm{T}}, D_B)$$

که در آن « min » کمینهٔ چهار فاصله را می‌یابد. در مرحلهٔ بعد، تعداد حلقه N_R را محاسبه کنید، بدین صورت:

$$N_{\mathrm{R}} = \frac{D - W}{W} \qquad \text{(ث-۵)}$$

الف) سه آرایه جمع را تعیین کرده و صفر قرار دهید، $S_{\mathrm{I}}(0..N_{\mathrm{R}})$, $S_{\mathrm{R}}(0..N_{\mathrm{R}})$ و $S_{\mathrm{N}}(0..N_{\mathrm{R}})$ برای هر پیکسل (در ردیف r و ستون c)، مراحل زیر را انجام دهید:

ب) مختصات شعاعی را محاسبه کنید:

$$R = \sqrt{S_{\mathrm{Y}}^2 (r - Y_0)^2 + S_{\mathrm{X}}^2 (c - X_0)^2} \qquad \text{(ث-۶)}$$

ج) ضریب حلقه i را حساب کنید

$$i = trunc\left(\frac{R}{W}\right) + 1 \qquad \text{(ث-۷)}$$

د) اگر i کمتر یا مساوی N_R است سپس در هر دو حلقه i و حلقه i-1 جمع کنید

$$S_R(i) = S_R(i) + R$$
$$S_I(i) = S_I(i) + I(r,c)$$
$$S_N(i) = S_N(i) + 1$$

(ث-۸)

$$S_R(i-1) = S_R(i-1) + R$$
$$S_I(i-1) = S_I(i-1) + I(r,c)$$
$$S_N(i-1) = S_N(i-1) + 1$$

(ث-۹)

جمع‌های دوگانهٔ فوق، حلقهٔ هم‌پوشانی را راحت‌تر[1] می‌سازد.

ه) در نهایت، جفت تابع پارامتری را (که در آن i پارامتر موردنظر است) برای هر حلقه با محاسبهٔ شعاع متوسط و شدت متوسط در هر حلقه حساب کنید:

$$R(i) = \frac{S_R(i)}{S_N(i)}$$
$$NF'(i) = \frac{S_I(i)}{S_N(i)}$$

(ث-۱۰)

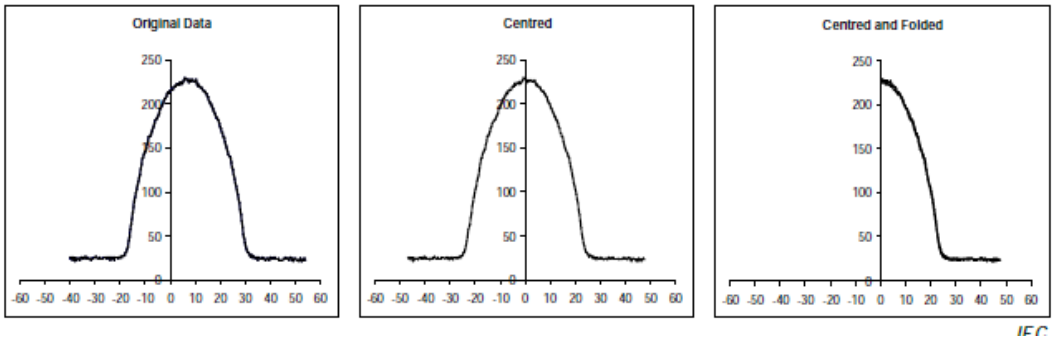
بسته به تفکیک‌پذیری دوربین و ضخامت حلقهٔ انتخاب شده، برخی حلقه‌های داخلی ممکن است حاوی هیچ پیکسلی نباشند و به همین ترتیب مقادیر S_N مربوطه صفر در نظر گرفته می‌شود. در این حالت، حلقه باید حذف شود و سپس عناصر آرایهٔ بعدی به سطح بالاتری انتقال یافته و N_R کاهش می‌یابد. هم‌چنین دو یا چند حلقهٔ مجاور ممکن است همان میانگین R را داشته باشند (یا به طور جزئی یکسان، در ۰٫۰۱ mm) - در این موارد شعاع و شدت‌ها در حلقه‌های مجاور باید میانگین گرفته شوند و حلقه‌های جایگزین‌شده با یک حلقه از R میانگین و شدت میانگین و N_R بایستی به صورت مناسب کاهش یابند.

1- Smoother

ث- ۲-۳ پیش پردازش داده میدان نزدیک تک بعدی

ث-۲-۳-۱ کلیات

دادهٔ هستهٔ تار دستهٔ A1 میدان نزدیک تک‌بعدی می‌تواند به عنوان یک پویش خط با استفاده از روش میدان نزدیک شکسته، روش میدان نزدیک انتقال‌یافتهٔ پویش مکانیکی یا بـه صـورت خطـوط ویـدیویی انفـرادی از روش میدان نزدیک انتقال‌یافته در مقیاس خاکستری اندازه‌گیری شود. به طور کلی، داده به این شکل، دارای سمت چپ و سمت راست است، یعنی در این خط، داده شدت، شعاع منفی و شعاع مثبت وجود دارد. فرایند انطباق شرح داده شده در بند ث-۳ تنها می‌تواند از شعاع مثبت استفاده کند و مرکز داده برای تعیین مکانی که در آن R=0 است، باید یافت شود. هنگامی‌که مرکز معلوم می‌شود موقعیت شـعاعی مـی‌توانـد مجـدداً در مرکز واقع شود. سپس، این داده باید در اطراف مرکز تا شود[1](حرکت دادهٔ سمت چپ به سمت راست توسط انعکاس)، یا یک طرف داده باید از این مجموعه استخراج شود تا به تنهایی پردازش گردد. بـه طـور کلـی، تـا شدن داده ارجحیت دارد.



شکل ث-۲ - نمایش پیش شرطی‌کردن میدان نزدیک تک بعدی، خط ویدیویی نوعی

داده‌های ورودی، جفت‌های N، R'_i, I'_i هستند.

ث-۲-۳-۲ تعیین مرکز

با استفاده از تصویر، مرکز میدان نزدیک، با پیدا کردن مرکز ثقل نیم‌رخ اندازه‌گیری‌شده در شـعاع، محاسـبه می‌گردد. به منظور پیدا کردن مرکز ثقل، ابتدا P_{Max} و P_{Min}، به ترتیب بزرگ‌ترین و کوچـک‌تـرین شـدت در نیم‌رخ اندازه‌گیری‌شده را بیابید و سپس آستانهٔ T را محاسبه نمایید:

$$T = 0{,}1\,(P_{Max} - P_{Min}) + P_{Min} \qquad (ث-۱۱)$$

1-To be folded

سپس، جمع زیر را در سراسر نیم‌رخ محاسبه کنید، به استثنای داده نیم‌رخ با شدت کمتر از T:

$$S = \sum_{i=1}^{N} \begin{cases} 0 & I_{1-D_i} < T \\ I_{1-D_i} & I_{1-D_i} \geq T \end{cases}$$

$$SR = \sum_{i=1}^{N} \begin{cases} 0 & I_{1-D_i} < T \\ iI_{1-D_i} & I_{1-D_i} \geq T \end{cases} \qquad \text{(ث-۱۲)}$$

در نهایت، مرکز ثقل را محاسبه نمایید،

$$R_0 = \frac{SR}{S} \qquad \text{(ث- ۱۳)}$$

یادآوری- اگر P_{Min} در مقایسه با P_{Max} قابل‌توجه باشد (یعنی زمانی‌که غلاف روشن است) در صورتی‌که تصویر هسته بر روی تصویر کلی متمرکز نباشد، سپس مرکز می‌تواند منحرف شود. در این موارد، اگر P_{Min} قبل از محاسبهٔ مرکز ثقل(یا برخی تخمین دیگر از خط پایه یا پایهٔ ستون که در آن تصویر هسته قرار دارد) از تصویر کسر شود. برآورد مرکز ثقل بهبود خواهد یافت.

ث-۲-۳-۳ تاکردن (درهم‌سازی) رخ نمایی

هنگامی‌که مرکز معلوم است، تاکردن رخ‌نمایی بی‌اهمیت است:

در موقعیتی که در آن میله‌های عمودی نشان‌دهندهٔ مقادیر مطلق هستند. هنگامی‌که داده تا می‌شود، مرتب کردن مجموعه داده در افزایش R آسان می‌شود به‌طوری که باقی‌ماندهٔ الگوریتم، انطباق را پیچیده نمی‌سازد.

ث-۲-۴ تفریق پایه

معمولاً، زمانی‌که توابع شعاعی محاسبه شده‌اند، تابع N_F' خارج از منطقه هسته، یک مقدار غیرصفر خواهد داشت، که در اینجا به آن خط پایه یا B اطلاق می‌شود. این مقادیر خط پایه را می‌توان به سیگنال‌های تاریک ویدیویی، روشن‌سازی غلاف، ضریب شکست غیرصفر یک غلاف یا علل دیگر نسبت داد. برای آماده-سازی مناسب داده‌ها جهت آمادگی برای انطباق، همان‌طورکه در بند ت-۳، شرح داده شد، این خط پایه باید کم شود. یک رویکرد این است که محاسبهٔ B به‌صورت متوسط N_F در محدودهٔ شعاعی ۰٫۵۷۵ تا ۰٫۶ برابر قطر اسمی هستهٔ تار، محاسبه شود.

پایه را از T تفریق کنید:

$$I_i = I_i' - B \quad 0 \leq i \leq N_R \qquad \text{(ث-۱۵)}$$

مواردی وجود دارد که در آن انتظار می‌رود B صفر باشد: به عنوان مثال، هنگامی‌که یک تقویت‌کنندهٔ قطع-کننده به منظور دمدوله‌کردن یک سیگنال مدوله شده، از یک پویش میدان نزدیک مکانیکی تک‌بعدی، مورد استفاده قرار می‌گیرد. در این موارد، در نظر گرفتن صفر برای B قابل قبول است.

ث-۳ انطباق یک تابع قاعدهٔ توان به نیم رخ میدان نزدیک تار دسته A1

دادهٔ میدان نزدیک مشروط از بند ث-۲ با مدل قاعدهٔ توان زیر برازش داده می‌شود:

$$(r') = I_0\left[1-\left(\frac{r'}{a}\right)^{\alpha}\right] \qquad \text{(ث-۱۶) اگر}$$

که در آن I_0، بیشینه شدت با توجه به بهترین مدل انطباق می‌باشد، α عامل شکل قاعدهٔ توان وa شعاع هسته بهترین انطباق، است. این مدل باید با استفاده از کمینه معیارهای توان دوم با به کمینه رساندن S به مجموعه دادهٔ R وI انطباق یابد.

$$S=\sum_{i=i_{10}}^{i_{80}}\left[I_i-I_0\left[1-\left(\frac{R_i}{a}\right)^{\alpha}\right]\right]^2 \qquad \text{(ث-۱۷)}$$

که در آن i_{10} و i_{80} ضرایبی هستند که مجموعهٔ داده‌ها را درون پرانتز قرار می‌دهند که در آن i به ترتیب ٪۱۰ و ٪۸۰ بیشینه I، می‌باشد. محدودکردن منطقهٔ برازش، به دو دلیل است: ابتدا محدودیت ٪۸۰، ناهمسانی‌های نزدیک مرکز هسته را و در مرحلهٔ دوم محدودیت ٪ ۱۰دنبالهٔ این رخ‌نمون را حذف می‌کند که با توجه به انتشار و ویژگی‌های طراحی موردنظر به خوبی با این مدل مطابقت ندارد.

به‌منظور استفاده از معادلهٔ (ث-۱۷) همان‌گونه که نوشته شده، مجموعهٔ داده باید با افزایش در R ایجاد شود و از هرگونه دادهٔ بسیار نزدیک به هسته که در کمتر از محدودیت ٪ ۸۰ قرار می‌گیرد، چشم‌پوشی‌کند.

به کمینه رساندن S در معادله (ث-۱۷) نیازمند روش حل معادله غیرخطی است، با این حال توجه کنید که پارامترهای برازش I_0، α و a بهم جفت می‌شوند. حل‌کننده‌های متعارف غیرخطی به‌طور کلی در پیدا کردن راه‌حلی برای یک مجموعه دادهٔ معین، موفق نخواهند بود و بنابراین روش‌های ویژه‌ای باید به کار گرفته شود. ابتدا، جملات را ترکیب کنید، معادله (ث-۱۶) به صورت زیر مجددا طرح ریزی می‌شود:

$$(r') = I_0 + Kr'^{\alpha} \qquad \text{(ث-۱۸) اگـــر}$$

که در آن:

$$a=-K^{-\frac{1}{\alpha}}$$

معادله (ث-۱۷) را می‌توان به صورت زیر بازنویسی کرد

$$S = \sum_{i=i_{10}}^{i_{80}} \left[I_i - I_0 - K r^{\alpha} \right]^2 \qquad (ث-۱۹)$$

S کمینه است، زمانی‌که:

$$\frac{\partial S}{\partial I_0} = 0 = 2nI_0 + 2K\sum r_i^{\alpha} - 2\sum I_i \qquad (ث-۲۰)$$

$$\frac{\partial S}{\partial K} = 0 = 2I_0\sum r_i^{\alpha} + 2K\sum r_i^{2\alpha} - 2\sum r_i^{\alpha} I_i$$

$$\frac{\partial S}{\partial \alpha} = 0 = 2KI_0\sum \log(r_i) r_i^{\alpha} + 2K^2\sum \log(r_i) r_i^{2\alpha} - 2K\sum \log(r_i) r_i^{\alpha} I_i$$

دو مشتق اول را ترکیب کنید و به‌طور هم‌زمان برای I_0 و K، حل کنید، بنابراین داریم:

$$K = \frac{\sum I_i r^{\alpha} - \frac{\sum I_i \sum r^{\alpha}}{n}}{\sum r^{2\alpha} - \frac{\left(\sum r^{\alpha}\right)^2}{n}} \qquad (ث-۲۱)$$

$$I_0 = \frac{\sum I_i - K\sum r^{\alpha}}{n}$$

با توجه به معادلهٔ (ث-۲۱) می‌توان مشاهده کرد که برای هر α ، هم K و هم I_0 را می‌توان به طور مستقیم محاسبه نمود. بنابراین کاهش کمینه‌سازی غیرخطی سه‌پارامتری معادلهٔ (ث-۱۷) به یک کمینه‌سازی یک پارامتری معادلهٔ (ث-۱۹)، با بهره‌گیری از معادلهٔ (ث-۲۱) امکان‌پذیر است. سپس فرایند حل این سامانه، صرفاً حل معادلهٔ (ث-۱۸) با حل غیرخطی تک‌بعدی (یعنی روش نیوتن) در α ، با تابع کرنل[1] می‌باشد و این کار را با استفاده از اولین معادلهٔ (ث-۲۱) برای محاسبهٔ K و I_0 و بازگشت معادله (ث-۱۹) به صورت تابعی که باید به کمینه برسد، انجام می‌دهد.

هنگامی‌که راه حل پیدا می‌شود، قطر هسته به صورت دو برابر a است، که از K با استفاده از معادلهٔ (ث-۱۸) محاسبه می‌گردد.

1- Kernel function

پیوست ج

(آگاهی دهنده)

نگاشت اندازه‌گیری قطر هستهٔ دسته A

ج-۱ اظهارات مقدماتی

پیوست ب، در ترکیب با پیوست‌های پ و ت، روش آزمون مرجع (RTM) را برای تعیین قطر هستهٔ تار چند حالتهٔ دستهٔ A توضیح می‌دهد. طول نمونه برای دسته‌بندی‌های مختلف و زیر مجموعه‌های یک تار می‌تواند به صدها متر گسترش یابد و مشخصات جزئی آن دسته یا گروه را، تعیین می‌کند.

برای اندازه‌گیری‌های روزانه، نیاز به به‌کارگیری بدون فشار بارگذاری چندین متر از تار جهت تعیین قطر هستهٔ آن غیرعملی است، بنابراین به‌کارگیری طول‌های کوتاه‌تر (۲m) مطلوب است. علاوه بر این، به عنوان یک موضوع عملی، روش مطرح شده در پیوست پ به منظور تعیین منحنی ترسیم کران هسته، زمانی‌که چنین طول‌های کوتاهی با شرایط ارسال بیش از حد پر شدن[1]، استفاده می‌شود ممکن است بسته به طراحی تار، غیرعملی باشد. به‌منظور برطرف‌کردن این دشواری‌ها، نگاشت شرایط آزمون مرجع ممکن است بر روی یک شرایط آزمون عملی‌تر، نگاشت شود.

اگر شرایط اندازه‌گیری جایگزین برای اندازه‌گیری‌های تولید روزانه به‌کار رود، قطر هستهٔ شرایط جایگزین را می‌توان به برآورد قطر شرایط مرجع، تبدیل نمود.

ج-۲ تابع نگاشت

در یک فرایند تار معین و سامانه‌های اندازه‌گیری، اگر بتوان ثابت کرد که تعیین یک گرایش حالت پایدار، بین روش آزمون مرجع برای تعیین قطر هستهٔ تار دستهٔ A وجود دارد، از جمله طول مرجع و شرایط تحلیل و روش دیگر (به عنوان مثال استفاده از طول آزمون یا آستانهٔ تصمیم‌گیری یا تکنیک تحلیل کوتاه‌تر)، سپس یک تابع نگاشت ممکن است به‌کار رود که قطر هستهٔ اندازه‌گیری شده توسط روش‌های جایگزین را به تقریبی از قطر هستهٔ ناشی از روش مرجع، تبدیل نماید. قابل‌قبول است که این قطرهای نگاشت‌یافته به عنوان قطر هسته گزارش شوند. تابع نگاشت می‌تواند هر شکلی به خود بگیرد.

یک ورنهاد افزودنی، Z:

$$CD_{\mathrm{Re}\,f} = CD_{\mathrm{Prod}} + Z \qquad (ج-۱)$$

1- Overfilling

عامل مقیاس‌گذاری ضربی، M:

$$CD_{\mathrm{Re}\,f} = M \times CD_{\mathrm{Prod}} \qquad \text{(ج-۲)}$$

یا هر تابع مفید اثبات پذیر دیگر، f:

$$CD_{\mathrm{Re}\,f} = f(CD_{\mathrm{Prod}}) \qquad \text{(ج-۳)}$$

کتاب‌نامه

[1] IEC60793-1-45, Fibres optiques – Partie 1-45: Méthodes de mesure et procédures d’essai – Diamètre du champ de mode