



جمهوری اسلامی ایران
Islamic Republic of Iran

سازمان ملی استاندارد ایران

Iranian National Standards Organization



استاندارد ملی ایران

۲۱۰۹۲

چاپ اول

۱۳۹۵



دارای محتوای رنگی

INSO

21092

1st.Edition

2016

ساخت، نصب و محافظت از بافه‌ها و سایر
عناصر تجهیزات بیرونی
همبندی‌های شبکه دسترسی نوری برای
خدمات باندپهن

**CONSTRUCTION, INSTALLATION
AND
PROTECTION OF CABLES AND
OTHER ELEMENTS OF
OUTSIDE PLANT**

**Optical access network topologies for
broadband services**

ICS: 33.180.01

سازمان ملی استاندارد ایران

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

صندوق پستی: 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 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 کسب‌وکار 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)^۱، کمیسیون بین‌المللی الکتروتکنیک (IEC)^۲ و سازمان بین‌المللی اندازه‌شناسی قانونی (OIML)^۳ است و به عنوان تنها رابط^۴ کمیسیون کدکس غذایی (CAC)^۵ در کشور فعالیت می‌کند. در تدوین استانداردهای ملی ایران ضمن توجه به شرایط کلی و الزامات 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، پیاده‌سازی 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، پیاده‌سازی 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 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، گواهی‌نامه تأیید صلاحیت به آن‌ها اعطا و بر عملکرد آن‌ها پایش می‌کند. ترویج افزاره بین‌المللی 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

« ساخت، نصب و محافظت از بافه ها و سایر عناصر تجهیزات بیرونی همبندی های شبکه دسترسی

نوری برای خدمات باندپهن»

رئیس:

گرامی، حسن
(دکتری مخابرات)

دبیر:

غلام ابوالفضل، فرزانه
(کارشناسی مهندسی مخابرات)

اعضاء: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

ابراهیمی، شبنم

(کارشناسی ارشد مهندسی مخابرات)

امین آقایی، اصغر

(کارشناسی مهندسی مخابرات)

آقایی، حدیث

(کارشناسی ارشد مهندسی نرم افزار)

پاشایی زاد، حسن

(کارشناسی مهندسی مخابرات)

پولادی، فرهاد

(کارشناسی ارشد مهندسی مخابرات)

تیموری، امیر

(کارشناسی ارشد مهندسی مخابرات)

عروجی، سید مهدی

(کارشناسی ارشد مدیریت فناوری اطلاعات)

غلام ابوالفضل، احمد رضا

(کارشناسی مترجمی زبان)

ویراستار:

قسمتی، سیمین

(کارشناسی ارشد مهندسی فناوری اطلاعات)

سمت و / یا نمایندگی:

هیئت علمی دانشکده مخابرات

مدیرکل فروش عمده شرکت مخابرات ایران

پژوهشگر دانشگاه یزد

مدیرکل تحقیق و توسعه محصول شرکت مخابرات ایران

کارشناس مدیریت محصول شرکت مخابرات ایران

رئیس پژوهش و فناوری دانشکده مخابرات

هیئت علمی دانشکده مخابرات

رئیس اداره کنترل پروژه توسعه محصول شرکت مخابرات

ایران

سرپرست گروه تدوین استاندارد سازمان تنظیم مقررات و

ارتباطات رادیویی

کارشناس مترجمی شبکه مترجمین ایرانیان مترجم

مدیر پروژه مرکز آپا دانشگاه تربیت مدرس

فهرست مندرجات

صفحه		عنوان
ج		آشنایی با سازمان ملی استاندارد ایران
د		کمیسیون فنی تدوین استاندارد
ز		پیش‌گفتار
۱	۱	هدف و دامنه کاربرد
۱	۲	مراجع الزامی
۴	۳	اصطلاحات و تعاریف
۴	۱-۳	اصطلاحات تعریف شده در سایر منابع
۴	۲-۳	اصطلاحات تعریف شده در این استاندارد
۷	۴	کوتاه‌نوشت‌ها و سرنام‌ها
۸	۵	مفهوم لایه‌ها در معماری شبکه
۸	۱-۵	فیبر نوری
۸	۲-۵	اجزا و بافه های غیرفعال
۹	۳-۵	تأسیسات ساختاری
۹	۶	ویژگی‌های معماری شبکه دسترسی
۱۰	۱-۶	معماری نقطه به نقطه
۱۱	۲-۶	معماری حلقه
۱۲	۳-۶	معماری نقطه به چند نقطه
۱۴	۷	روش توزیع فیبر نوری در تأسیسات خارجی
۱۴	۸	ارتقای شبکه نوری
۱۵	۹	عملکرد ارسال نوری برای شبکه‌های دسترسی نوری
۱۵	۱۰	سامانه پشتیبانی نگهداری، پایش و آزمایش شبکه نوری
۱۶	۱۱	منبع تغذیه الکتریکی
۱۶	۱۲	ایمنی
۱۶	۱-۱۲	ایمنی الکتریکی
۱۶	۲-۱۲	ایمنی نوری
۱۶	۱۳	توزیع فیبر نوری
۱۸	۱-۱۳	مرحله اولیه
۱۸	۱-۱-۱۳	توزیع مؤثر و اقتصادی فیبر نوری برای تقاضای پراکنده بر یک حوزه گسترده
۱۸	۲-۱-۱۳	توزیع فیبر نوری با در نظر گرفتن تقاضای آینده

۱۸	مرحله رشد	۲-۱۳
۱۸	توزیع فیبر نوری برای پاسخ سریع به تقاضا	۱-۲-۱۳
۱۸	توزیع فیبر نوری برای نگهداری و بهره‌برداری آسان	۲-۲-۱۳
۱۹	مرحله بلوغ	۳-۱۳
۱۹	توزیع فیبر نوری برای نگهداری و بهره‌برداری آسان	۱-۳-۱۳
۱۹	مرحله نهایی	۴-۱۳
۲۱	پیوست آ تجربه ژاپن (آگاهی دهنده)	
۲۱	۱- طرح کلی فناوری‌های طراحی ساختار شبکه دسترسی نوری	
۲۲	۱-۲- بهینه‌سازی اندازه حوزه فرود مشتری (ناحیه توزیع)	
۲۳	۲- توزیع فیبر نوری شبکه‌های دسترسی	
۲۳	۱-۲- مقدمه	
۲۳	۲-۲- طراحی حاشیه بهینه برای نوسانات تقاضا در حوزه تغذیه‌کننده	
۲۴	۳-۲- استفاده متوازن از فیبر توزیع یافته به هر حوزه فرود در حوزه توزیع هوایی	
۲۶	پیوست ب تجربه برزیل نمونه‌ای از معماری شبکه دسترسی نوری (آگاهی دهنده)	
۲۶	ب-۱ مقدمه	
۲۶	ب-۲ هدف و دامنه کاربرد	
۲۶	ب-۳ مدل پیشنهادی	
۲۷	ب-۴ بحث بیشتر و نتایج	
۲۸	ب-۵ نتیجه‌گیری	
۲۹	پیوست ج تجربه کره فنون توزیع برای طراحی شبکه‌های نوری در حوزه‌های دسترسی (آگاهی دهنده)	
۳۵	پیوست د تجربه هلند (آگاهی دهنده)	
۳۵	د-۱ مقدمه	
۳۵	د-۲ پیکربندی‌های سامانه لوله کوچک	
۳۷	د-۳ شبکه‌های دسترسی با استفاده از سامانه لوله‌های کوچک	
۳۹	پیوست ه تجربه سوئیس شبکه دسترسی FTTH نقطه به نقطه (آگاهی دهنده)	
۴۲	پیوست و تجربه اسپانیا شبکه دسترسی FTTH نقطه به چند نقطه (آگاهی دهنده)	
۴۲	و-۱ مقدمه	
۴۳	و-۲ فرآیندها	

پیش‌گفتار

استاندارد «ساخت، نصب و محافظت از بافه‌ها و سایر عناصر تجهیزات بیرونی همبندی‌های شبکه دسترسی نوری برای خدمات باندپهن» که پیش‌نویس آن در کمیسیون‌های مربوط تهیه و تدوین شده است، در دویست و نهمین اجلاس کمیته ملی استاندارد مخابرات مورخ ۹۵/۱/۲۱ 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.

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

ITU-T L.90:2012, SERIES L: CONSTRUCTION, INSTALLATION AND PROTECTION OF CABLES AND OTHER ELEMENTS OF OUTSIDE PLANT Optical access network topologies for broadband services

ساخت، نصب و محافظت از بافه‌ها و سایر عناصر تجهیزات بیرونی همبندی‌های شبکه دسترسی نوری برای خدمات باندپهن

۱ هدف و دامنه کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد، تعیین ملاحظات مهم مربوط به معماری‌های شبکه دسترسی فیبر نوری تک-حالتی و توانایی به روز رسانی یا استقرار جدید شبکه‌های نوری است که این ملاحظات مهمترین موارد در هر مرحله از طراحی، ساخت، بهره‌برداری و نگهداری شبکه‌های دسترسی نوری به صورت سریع، اثربخش و اقتصادی برای خدمات پهن‌بند می‌باشند. علاوه بر این، در این استاندارد عملکرد انتقال نوری، سامانه نگهداری و منبع تغذیه مورد نیاز برای طراحی و ساخت شبکه دسترسی نوری برای خدمات پهن‌بند توصیف می‌شود.

همچنین این استاندارد موارد زیر را نیز پوشش می‌دهد:

- معماری‌های شبکه فیزیکی که برای برآورده‌سازی اهداف مختلف سامانه مورد استفاده قرار می‌گیرند؛
- شرایط محیطی در حوزه‌های ارائه خدمات به مشتری؛
- اجزای نوری غیرفعال مورد استفاده برای ساخت شبکه؛
- مسائل مربوط به نصب و نگهداری؛
- الزامات ایمنی؛
- استفاده از مواد استاندارد.

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 مراجع زیر برای کاربرد این استاندارد الزامی است:

۱-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۸۸۸۶-۱: سال ۱۳۸۵، سری- G جدول‌های طیفی برای کاربردهای WDM: جدول بسامدی DWMD^۱

۲-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۸۸۸۶-۲: سال ۱۳۸۵، سری- G جدول‌های طیفی برای کاربردهای WDM جدول طول موج CWDM^۲

۳-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۱/۹۸۴: سال ۱۳۸۸، محیط انتقال و سیستم های انتقال ، شبکه ها و سیستم های رقمی - بخش های رقمی و سیستم خط رقمی - سیستم های خط نوری برای شبکه های دسترسی و محلی - شبکه های نوری غیر فعال با قابلیت گیگابیت (G-PON) مشخصات کلی^۳

۴-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۳۶: سال ۱۳۸۸، سری L- ساختمان - نصب و حفاظت کابل ها و سایر عناصر تاسیسات بیرونی - اتصال گر های فیبر نوری تک مد^۴

۵-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۴۰: سال ۱۳۸۸، سری L- ساختمان - نصب و حفاظت کابل ها و سایر عناصر تاسیسات بیرونی - سیستم آزمون -پایش و پشتیبانی نگه داری تاسیسات بیرونی فیبر نوری^۵

۶-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۴۳: سال ۱۳۸۸، سری L- ساختمان - نصب و حفاظت کابل ها و سایر عناصر تاسیسات بیرونی - کابل های فیبر نوری برای کاربرد زیر خاکی^۶

۷-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۴۴: سال ۱۳۸۸، سری L- ساختمان - نصب و حفاظت کابل ها و سایر عناصر تاسیسات بیرونی - تغذیه توان الکتریکی برای تجهیزات نصب شده در تاسیسات بیرونی^۷

۸-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۵۳: سال ۱۳۸۸، سری L- ساختمان - نصب و حفاظت کابل ها و سایر عناصر تاسیسات بیرونی - معیارهای نگه داری فیبر نوری برای شبکه های دسترسی^۸

۹-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۵۳: سال ۱۳۸۸، سری L- ساختمان - نصب و حفاظت کابل ها و سایر عناصر تاسیسات بیرونی - معیارهای نگه داری فیبر نوری برای شبکه های دسترسی

2-10 [ITU-T G.652] Recommendation ITU-T G.652 (2003), Characteristics of a single-mode optical fiber and cable.

2-11 [ITU-T G.657] Recommendation ITU-T G.657 (2009), Characteristics of a bending-loss insensitive single-mode optical fiber and cable for the access network.

1 -Recommendation ITU-T G.694.1 (2002)

2 -Recommendation ITU-T G.694.2 (2003)

3- Recommendation ITU-T G.984.1 (2003)

4- Recommendation ITU-T L.36 (1998)

5 - Recommendation ITU-T L.40 (2000)

6- Recommendation ITU-T L.43 (2002)

7- Recommendation ITU-T L.44 (2000)

8- Recommendation ITU-T L.53 (2003)

- 2-12** [ITU-T G.662] Recommendation ITU-T G.662 (1998), Generic characteristics of optical amplifier devices and subsystems.
- 2-13** [ITU-T G.664] Recommendation ITU-T G.664 (2003), Optical safety procedures and requirements for optical transport systems.
- 2-14** [ITU-T G.671] Recommendation ITU-T G.671 (2002), Transmission characteristics of optical components and subsystems.
- 2-15** [ITU-T G.982] Recommendation ITU-T G.982 (1996), Optical access networks to support services up to the ISDN primary rate or equivalent bit rates.
- 2-16** [ITU-T G.983.1] Recommendation ITU-T G.983.1 (1998), Broadband optical access systems based on Passive Optical Networks (PON).
- 2-17** [ITU-T G.983.2] Recommendation ITU-T G.983.2 (2002), ONT management and control interface specification for B-PON.
- 2-18** [ITU-T G.983.3] Recommendation ITU-T G.983.3 (2001), A broadband optical access system with increased service capability by wavelength allocation.
- 2-19** [ITU-T G.983.4] Recommendation ITU-T G.983.4 (2001), A broadband optical access system with increased service capability using dynamic bandwidth assignment.
- 2-20** [ITU-T G.983.5] Recommendation ITU-T G.983.5 (2002), A broadband optical access system with enhanced survivability.
- 2-21** [ITU-T G.985] Recommendation ITU-T G.985 (2003), 100 Mbit/s point-to-point Ethernet based optical access system.
- 2-22** [ITU-T G.986] Recommendation ITU-T G.986 (2010), 1 Gbit/s point-to-point Ethernet-based optical access system.
- 2-23** [ITU-T G.987.x] Recommendation ITU-T G.987.x-series (in force), 10 Gigabit-capable passive optical network (XG-PON) systems.
- 2-24** [ITU-T G.987.1] Recommendation ITU-T G.987.1 (2010), 10 Gigabit-capable passive optical network (XG-PON): General requirements.
- 2-25** [ITU-T G.988] Recommendation ITU-T G.988 (2010), ONU management and control interface (OMCI) specification.
- 2-26** [ITU-T K.51] Recommendation ITU-T K.51 (2009), Safety criteria for telecommunication equipment.
- 2-27** [ITU-T L.10] Recommendation ITU-T L.10 (2002), Optical fibre cables for duct and tunnel application.
- 2-28** [ITU-T L.12] Recommendation ITU-T L.12 (2000), Optical fibre joints.
- 2-29** [ITU-T L.13] Recommendation ITU-T L.13 (2003), Performance requirements for passive optical nodes: Sealed closures for outdoor environments.
- 2-30** [ITU-T L.26] Recommendation ITU-T L.26 (2002), Optical fibre cables for aerial application.
- 2-31** [ITU-T L.31] Recommendation ITU-T L.31 (1996), Optical fibre attenuators.
- 2-32** [ITU-T L.37] Recommendation ITU-T L.37 (1998), Fibre optic (non-wavelength selective) branching devices.

- 2-33** [ITU-T L.41] Recommendation ITU-T L.41 (2000), Maintenance wavelength on fibres carrying signals.
- 2-34** [ITU-T L.50] Recommendation ITU-TL.50 (2010), Requirements for passive optical nodes: Optical distribution frames for central office environments.
- 2-35** [ITU-T L.51] Recommendation ITU-T L.51 (2003), Passive node elements for fibre optic networks – General principles and definitions for characterization and performance evaluation.
- 2-36** [ITU-T L.58] Recommendation ITU-T L.58 (2004), Optical fibre cables: Special needs for access network.
- 2-37** [ITU-T X.200] Recommendation ITU-T X.200 (1994) ISO/IEC 7498-1:1994, Information technology – Open Systems Interconnection – Basic Reference Model: The basic model.

۳ اصطلاحات و تعاریف

در این استاندارد، اصطلاحات و تعاریف زیر به کار می‌رود.

۱-۳ اصطلاحات تعریف شده در سایر منابع

در این استاندارد، اصطلاحات زیر که در سایر منابع زیر تعریف شده است، به کار می‌رود.

[ITU-T G.652], [ITU-T G.662], [ITU-T G.664], [ITU-T G.671], [ITU-T G.694.1], [ITU-T G.694.2], [ITU-T G.982], [ITU-T G.983.1] الی [ITU-T [ITU-T G.983.5] [ITU-T G.984.1], [ITU-T K.51], [ITU-T L.13], [ITU-T L.26], [ITU-T L.51].

۲-۳ اصطلاحات تعریف شده در این استاندارد

این استاندارد، اصطلاحات زیر را تعریف می‌کند:

۱-۲-۳

نقطه دسترسی^۱

بافه نوری از محل مشترک (کاربر نهایی) در این نقطه به یک بافه توزیع متصل می‌شود.

1-Access point

۲-۲-۳

نقطه ورود ساختمان^۱

امکان انتقال از بیرون به بافه داخلی را فراهم می‌آورد. نوع انتقال می‌تواند از طریق متصل کردن دو سر سیم‌ها و یا یک اتصال قابل برداشته شدن باشد.

۳-۲-۳

حوزه دفتر مرکزی^۲

حوزه‌ای در بخش بین پایانه خط نوری (OLT)^۳ و قاب توزیع نوری (ODF)^۴ در اداره مرکزی است.

۴-۲-۳

تجهیزات محل مشتری^۵

این تجهیزات می‌تواند هر افزاره فعال، برای مثال تجهیزات نمایش تلویزیون مبتنی بر اینترنت^۶، باشد که خدمات معینی (داده با سرعت بالا، تلویزیون، تلفن و غیره) را برای کاربر نهایی فراهم می‌آورد. پایانه‌ی شبکه نوری (ONT)^۷ و CPE را می‌توان ادغام کرد.

۵-۲-۳

حوزه توزیع^۸

حوزه‌ای بین نقطه توزیع و نقطه دسترسی است.

-
- 1 -Building Entry Point (BEP)
 - 2 -Central Office Area
 - 3 - Optical Line Terminal
 - 4 - Optical Distribution Frame
 - 5 -Customer Premises Equipment
 - 6 -Setup box
 - 7 - Optical Network Termination
 - 8 -Distribution Area

۶-۲-۳

نقطه توزیع^۱

بافه های نوری از برخی نقاط دسترسی در حوزه توزیع در این نقطه گرد هم می آیند و به بافه تغذیه کننده از دفتر مرکزی متصل می شوند.

۷-۲-۳

حوزه تغذیه کننده^۲

حوزه ای بین ODF و نقطه توزیع است.

۸-۲-۳

توزیع کننده کف^۳

توزیع کننده کف یک عنصر اختیاری است که امکان انتقال از بافه عمودی به بافه افقی داخلی را فراهم می آورد.

۹-۲-۳

پایاندهی شبکه نوری^۴

شبکه نوری را در محل مشتری پایاندهی می کند. این مورد شامل یک مبدل الکتریکی-نوری می شود. ONT و CPE را ممکن است ادغام شوند.

۱۰-۲-۳

خروجی ارتباطات نوری^۵

افزازه اتصال ثابت است که بافه فیبر نوری داخلی به آن ختم می شود. این خروجی یک واسط نوری برای بافه تجهیزات ONT/CPE فراهم می آورد.

1 -Distribution Point

2 -Feeder Area

3 -Floor Distributor (FD)

4 -Optical Network Termination (ONT)

5 -Optical Telecommunication Outlet (OTO)

۱۱-۲-۳

حوزه کاربر^۱

حوزه‌های بین نقطه دسترسی و ONU/ONT در محل مشترک است.

۱۲-۲-۳

تجهیزات کاربر^۲

تجهیزات کاربر، تلویزیون، تلفن، رایانه شخصی و غیره به کاربر امکان می‌دهند تا به خدمات دسترسی داشته باشد.

۴ کوتاه‌نوشت‌ها و سرنام‌ها

در این استاندارد ملی کوتاه‌نوشت‌ها و سرنام‌های زیر به کار می‌رود:

AF	Adaption Function	کارکرد پذیرش
BEP	Building Entry Point	نقطه ورودی ساختمان
CATV	Cable Television	تلویزیون بافه ای
CPE	Customer Premises Equipment	تجهیزات محل مشتری
CWDM	Coarse Wavelength Division Multiplexing	همتافتگری تقسیم درشت طول موج
DWDM	Dense Wavelength Division Multiplexing	همتافتگری تقسیم طول موج چگال
FD	Floor Distributor	توزیع کننده کف
FTTH	Fiber to the Home	فیبر به خانه
FTTx	Fiber To The x, where 'x' stands for the final location on the end-user side	فیبر به X، که در آن X معرف موقعیت نهایی در طرف کاربر-نهایی است.
OAN	Optical Access Network	شبکه دسترسی نوری
ODF	Optical Distribution Frame	قاب توزیع نوری
OFA	Optical Fiber Amplifier	تقویت کننده فیبر نوری
OLT	Optical Line Terminal	پایانه خط نوری
OMDF	Optical Main Distribution Frame	قاب اصلی توزیع نوری

1 -User Area

2 -User Equipment

ONT	Optical Network Termination	پایاندهی شبکه نوری
ONU	Optical Network Unit	واحد شبکه نوری
OPS	Optical Packet Switching	سودهی بسته نوری
OTB	Optical Termination Box	جعبه پایاندهی نوری
OTN	Optical Transport Network	شبکه انتقال نوری
OTO	Optical Telecommunication Outlet	خروجی (پریز) ارتباطات نوری
PON	Passive Optical Network	شبکه نوری غیرفعال
POP	Point of Presence	نقطه حضور
PRBS	Pseudo-Random Bit Sequence	ترتیب (رشته) بیت شبه-تصادفی
SDH	Synchronized Digital Hierarchy	سلسله مراتب رقمی هم گام
WDM	Wavelength Division Multiplexing	همتافتگری تقسیم طول موج

۵ مفهوم لایه‌ها در معماری شبکه

این لایه‌ها مطابق با مدل مرجع OSI ISO [ITU-T X.200] دسته‌بندی می‌شوند. این خصوصیت تنها به لایه فیزیکی (لایه ۱) اشاره دارد.

۱-۵ فیبر نوری

فیبر نوری و فناوری مناسب پیرایش بهتر است انتخاب شود. فیبر تک-حالت، در تطابق معمول با [ITU-T G.652] و [ITU-T G.657] متناسب‌ترین گزینه برای گستره وسیعی از خدمات مخابرات در شبکه توزیع محلی است زیرا این فیبر از لحاظ اقتصادی به صرفه است و قابلیت بالایی برای خدمات آینده دارد. در استفاده کنونی از فیبر تک-حالت، فنون متصل‌سازی این امکان را فراهم می‌آورند که تلفات معمول اتصال کمتر از ۰/۵ dB حاصل شود (برای اطلاعات بیشتر، به [ITU-T L.12] مراجعه شود).

کاربر بهتر است توجه داشته باشد که تنها فیبرهای رده A از ITU-T G.657 با فیبرهای ITU-T G.652 سازگاری دارند. استفاده از انواع دیگر فیبرها باعث افزایش عدم قطعیت در ارتباط با مطلوب بودن اتصال و مسائل سازگاری پذیری می‌شود.

۲-۵ اجزا و بافه‌های غیرفعال

این مورد ملزم می‌کند که طراحی بافه و انواع فیبر بسته به معماری اتخاذ شده برای شبکه تعیین شوند. بند ۶ مراجعه شود. اجزای غیرفعال را می‌توان توأم با فیبرهای نوری مورد استفاده قرار داد و بنابراین این اجزا به عنوان بخشی از زیر-لایه اجزا غیرفعال در نظر گرفته می‌شوند.

سایر سخت‌افزارهای غیرفعال تجهیزات نوری نظیر بست‌های اتصال، کابینت‌ها و محفظه OPS، WDM، OFA، رابط‌ها و تابلوهای وصله، همگی دارای محدودیت‌ها ویژه محیطی هستند.

۳-۵ تأسیسات ساختاری

معماری شبکه دسترسی نوری از شبکه‌های مبتنی بر سیم‌های مسی به شکل تشعشع ستاره‌ای از مرکز ارتباطی^۱ تکامل یافته است. بنابراین امکان معرفی مهره‌های^۲ نوری برای ایجاد معماری‌های شبکه را فراهم می‌آورد. بنابراین تغییرات مورد نیاز برای شبکه‌های نوری به طور اساسی به شیوه‌ای که در آن بافه‌های نوری و فیبرهای نوری مورد استفاده قرار می‌گیرند، به خصوص در داخل تأسیسات خارجی، مربوط می‌شوند. با این وجود، استفاده از تأسیسات نوری ممکن است منجر به توسعه ساختارها و طرح‌های جدیدی برای تأسیسات شود. برای مثال مجرای^۳ نصب‌شده برای شبکه سیم مسی را می‌توان با استفاده از لوله‌های پلاستیکی با اندازه متناسب، بخش‌بندی و تقسیم‌بندی کرد که هر یک از این لوله‌ها با قطر کوچکتر بافه‌های نوری از نظر اندازه تطابق دارد. همچنین ملاحظات ویژه‌ای را باید برای ساختارهای پشتیبان هوایی برای بافه‌های نوری در نظر گرفت.

۶ ویژگی‌های معماری شبکه دسترسی

به منظور انتخاب یا طراحی شبکه دسترسی نوری برای FTTH، شرکت‌های مخابراتی و ارائه‌کنندگان خدمات محلی باید به طور اساسی موارد زیر را در نظر گیرند:

- (۱) مقیاس‌پذیری (تعداد فیبرها، مجموع طول فیبرهای شبکه و غیره)؛
- (۲) قابلیت دوام (امنیت، سامانه پایش و غیره)؛
- (۳) قابلیت کارکرد (نرخ بیت، فاصله ارسال و غیره)؛
- (۴) هزینه‌های ساخت و نگهداری؛
- (۵) ارتقای شبکه نوری (افزایش ظرفیت ارسال، افزایش طول ارسال، افزایش تعداد مشتریان از جمله در نظر گرفتن تقاضاهای آینده).

در هنگام طراحی یا ساخت شبکه دسترسی نوری، شرکت‌های مخابراتی بهتر است یک یا چند معماری زیر را بر اساس الزامات شبکه دسترسی نوری در هر منطقه انتخاب کرده و مورد استفاده قرار دهند.

1 - Exchange

2- Spines

3-Channel

پیکربندی پایه برای معماری نقطه به نقطه در شکل ۱ نشان داده شده است. در این معماری یک یا چند فیبر به صورت تکی از یک OLT در یک اداره مرکزی به یک ONU در ساختمان‌ها، بلوک‌های آپارتمانی، یا محل‌های مسکونی توزیع می‌شود. بنابراین توزیع زیادی فیبر از یک دفتر مرکزی به سمت مشتریان نصب و توزیع می‌شود. موقعیت گره فعال در یک محیط با واپایش درجه حرارت قرار دارد. بین دفتر مرکزی و تنها اتصال‌ها در محفظه‌هایی مورد استفاده قرار می‌گیرند یا در تأسیسات خارجی، در کابینت‌های خیابان مورد استفاده قرار می‌گیرند. این پیکربندی دارای اتلاف نوری پایینی است و بیشینه فاصله بین دفاتر مرکزی و مشتریان را فراهم می‌آورد. اتلاف جاسازی خط نوری عبارت است از مجموع تلفات فیبر، اتصال و اتصال دهنده. علاوه بر این، این پیکربندی می‌تواند برای مشتریانی که نیازمند پهنای باند بزرگ و/یا امنیت بالا هستند مناسب باشد.

خصوصیات بافه‌کشی برای شبکه نقطه به نقطه باید در بخش‌های اصلی زیر در شبکه تعریف شوند:

- OMDF در POP؛

- بافه‌کشی تغذیه‌کننده بین OMDF و اتاقک بازرسی؛

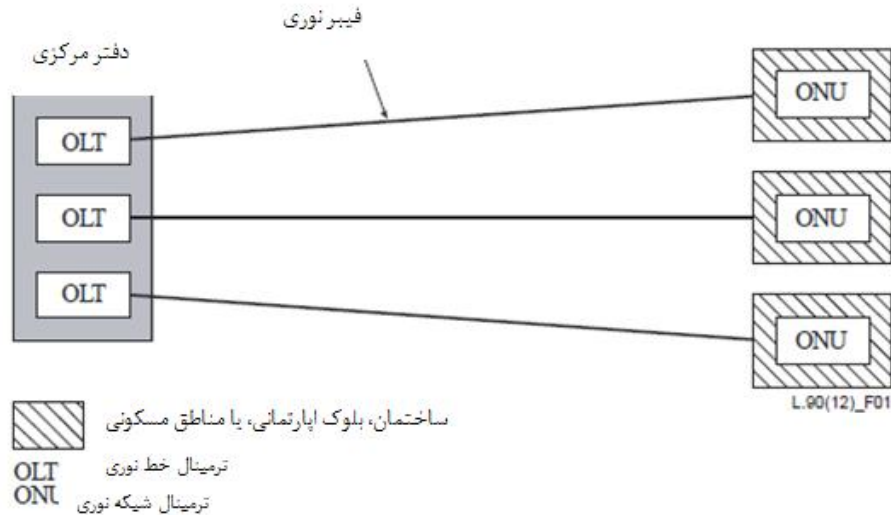
- بافه بین اتاقک بازرسی و BEP؛

- BEP؛

- بافه‌کشی بین BEP و OTO؛

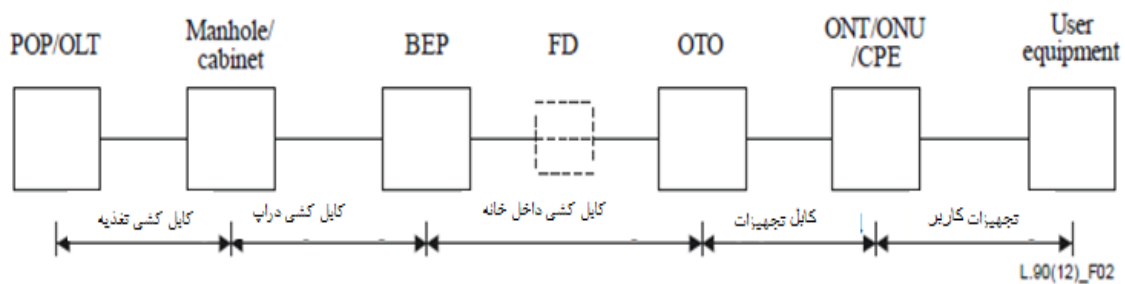
- OTO؛

سیم تجهیزات بین OTO و ONT/ONU/CPE بافه‌کشی خانگی ویژه را می‌توان در آپارتمان/محل مشتری به جای بافه تجهیزات نصب کرد. هر مشتری با یک تا ۴ فیبر از نقطه ورودی ساختمان به خروجی مخابرات نوری متصل می‌شود. به طور معمول یک تا ۴ فیبر در داخل یک بافه داخلی به هم بسته می‌شوند و یا می‌توان آن‌ها را از چندین بافه فیبر انتخاب کرد. دست کم یک فیبر بین دفتر مرکزی (OMDF) و محل مشتری (OTO) وصل می‌شود.



شکل ۱- نمای ساده شده شبکه نقطه به نقطه

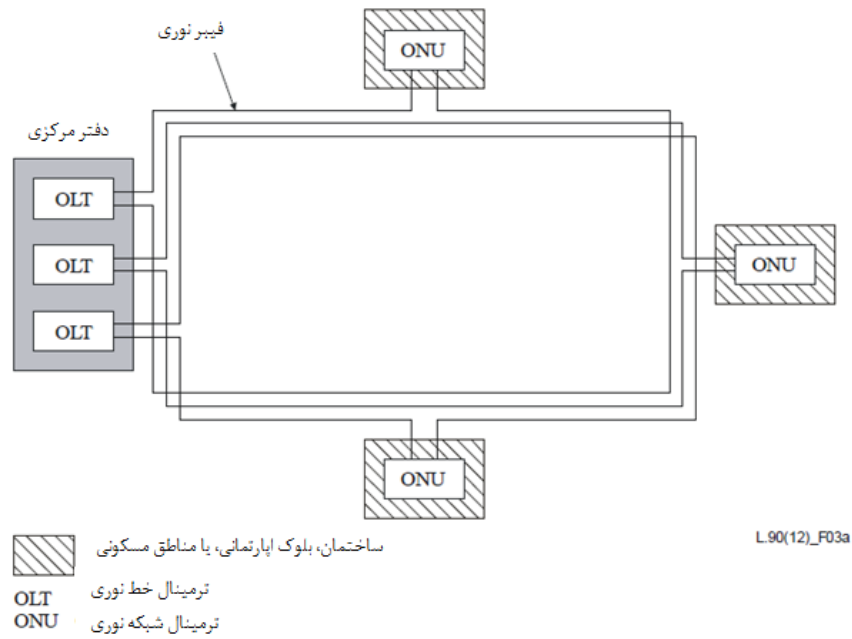
مدل مرجع دقیق تر برای شبکه‌های نقطه به نقطه در شکل ۲ نشان داده شده است.



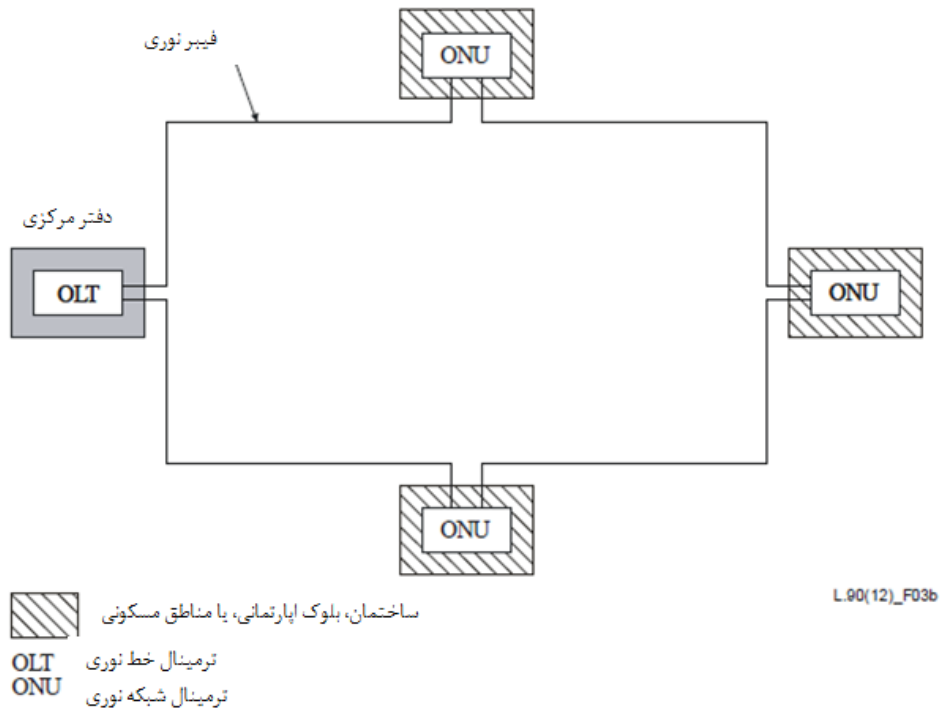
شکل ۲- جزئیات شبکه نقطه به نقطه مرجع

۲-۶ معماری حلقه

پیکر بندی اصلی یک شبکه حلقه‌ای در شکل ۳ نشان داده شده است. این پیکر بندی از یک دفتر مرکزی شروع و به همان دفتر ختم می‌شود و دو یا چند فیبر را به OMUها در ساختمان‌ها، بلوک‌های آپارتمانی، یا محل‌های مسکونی توزیع می‌کند. بنابراین برای شبکه‌های حلقه‌ای نقطه به نقطه همان طور که در شکل ۳-الف نشان داده شده است، تعداد بسیار زیادی فیبر از دفتر مرکزی به محل مشتریان نصب و توزیع می‌شود. در مقابل برای شبکه‌های حلقه‌ای چند-نوعی نشان داده شده در شکل ۳-ب، تعداد فیبرهای توزیع شده را می‌توان در مقایسه با شبکه حلقه‌ای نقطه به نقطه کاهش داد. مزیت‌های شبکه حلقه‌ای عبارتند از قابلیت اطمینان بسیار بالا و سادگی نگهداری آن برای مسیردهی جایگزین.



شکل ۳- الف شبکه حلقه‌ای (نوع نقطه به نقطه)

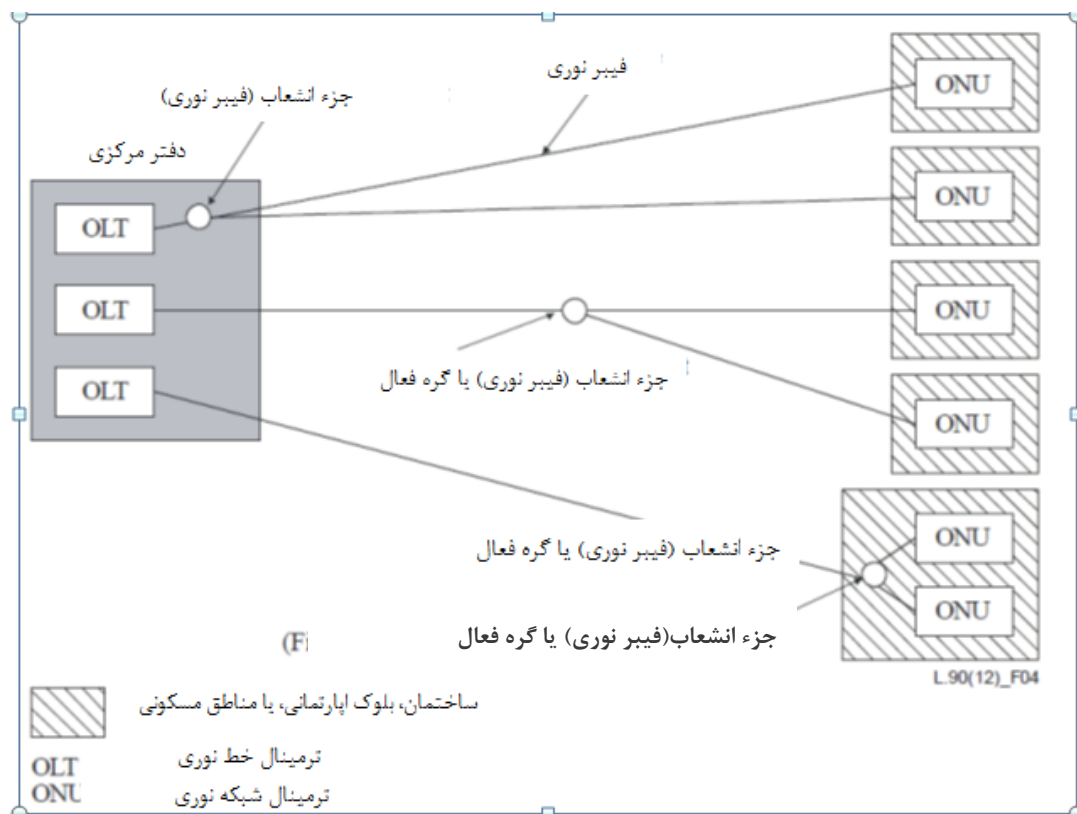


شکل ۳ ب شبکه حلقه‌ای (نوع چندگانه)

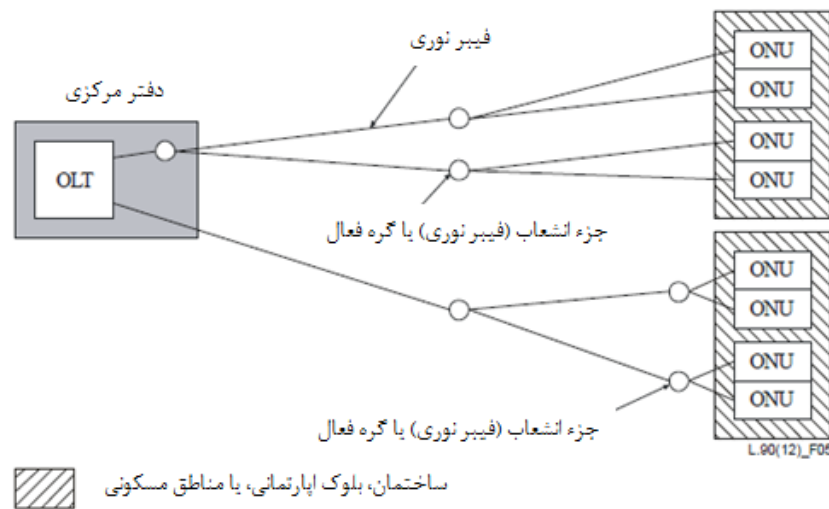
۳-۶ معماری نقطه به چند نقطه

پیکربندی اصلی شبکه معماری نقطه به چند نقطه در شکل ۴ با یک جزء انشعاب بر هر درگاه OLT نشان داده شده است. در شکل ۵ این پیکربندی با دو جزء انشعاب بر هر درگاه OLT نشان داده شده است. ویژگی

شبکه نقطه به چند نقطه این است که جزء انشعاب (فیبر نوری) یا یک گره فعال بین یک OLT و چندین ONU قرار می‌گیرد. موقعیتی که برای استفاده با اجزای انشعاب (فیبر نوری) یا گره‌های فعال نصب می‌شود، مهم‌ترین قلم از نظر طراحی و ساخت این شبکه است. علاوه بر این، دو نوع جزء انشعاب (فیبر نوری) را می‌توان در این شبکه مورد استفاده قرار داد. یک نوع دارای یک همتافتگر طول موج و یک واتافتگر طول موج است اما نوع دیگر این موارد را ندارد. جزء انشعاب (فیبر نوری) بدون همتافتگر و واتافتگر طول موج، اتلاف جاسازی را افزایش می‌دهد و در آن فاصله ارسال با افزایش تعداد انشعاب‌ها کاهش پیدا می‌کند. در مقابل جزء انشعاب (فیبر نوری) دارای یک همتافتگر و واتافتگر طول موج به طور اساسی در سامانه‌های WDM استفاده می‌شود. اتلاف جاسازی به طور قابل توجهی افزایش نمی‌یابد اما واپایش و مدیریت طول موج در هنگامی که تعداد انشعاب‌ها افزایش می‌یابد، دشوار می‌شود. هنگامی که یک جزء انشعاب (فیبر نوری) در یک دفتر مرکزی نصب می‌شود، دست کم یک فیبر بین دفتر مرکزی و ساختمان، بلوک آپارتمانی، یا محل مسکونی مشتری متصل می‌شود. بنابراین تعداد زیادی فیبر از دفتر مرکزی نصب و توزیع می‌شود. علاوه بر این، شرایط محیطی برای جزء انشعاب (فیبر نوری) ملایم هستند زیرا این جزء در داخل یک دفتر مرکزی نصب می‌شود. از سوی دیگر جزء انشعاب (فیبر نوری) را می‌توان در یک محفظه یا کابینت در تأسیسات خارجی یا در داخل ساختمان یک مشتری نصب کرد. در این گونه موارد، تعداد فیبرها بین OLT و یک جزء انشعاب (فیبر نوری) را می‌توان کاهش داد. با این وجود، شرایط محیطی برای جزء انشعاب (فیبر نوری) شدید و سخت هستند زیرا در تأسیسات خارجی و یا بر روی دیوارهای خارجی یک ساختمان یا خانه نصب می‌شود.



شکل ۴ - شبکه نقطه به چند نقطه (در مورد دو انشعاب)



شکل ۵- شبکه نقطه به چند نقطه (در مورد چهار ONU و دو سطح از اجزای انشعاب).

۷ روش توزیع فیبر نوری در تأسیسات خارجی

عواملی نظیر شرایط جغرافیایی، تراکم جمعیت، تقاضای آینده فیبر و غیره از منطقه‌ای به منطقه دیگر متفاوت هستند. بنابراین شرکت‌های مخابراتی بهتر است در مورد روش اقتصادی و مؤثر توزیع فیبر نوری بر اساس در نظر گرفتن این عوامل تصمیم‌گیری کنند.

۸ ارتقای شبکه نوری

هنگامی که ظرفیت ارسال، طول ارسال و/با تعداد مشتریان افزایش پیدا می‌کند، لازم است که شبکه نوری ارتقا پیدا کند. در این زمان، شرکت‌های مخابراتی بهتر است موارد ارائه شده در جدول ۱ را در نظر گرفته و روش مناسبی برای به‌روزرسانی شبکه در نظر بگیرند.

جدول ۱- فنون ارتقای شبکه

معماری نقطه به چند نقطه	معماری حلقه	معماری نقطه به نقطه	
<ul style="list-style-type: none"> - استفاده از سامانه‌های با نرخ بیت بالا (سامانه‌های PON) - استفاده از سامانه WDM, CWDM, DWDM 		<ul style="list-style-type: none"> - مسئله‌ای برای معماری P2P و حلقه نیست 	<ul style="list-style-type: none"> ظرفیت انتقال را افزایش دهید
<ul style="list-style-type: none"> - تعداد اتصالات فیبر نوری را با استفاده از، برای مثال روش فیبردمیده، کاهش دهید. - از سامانه WDM استفاده کنید (از مؤلفه 		<ul style="list-style-type: none"> - تعداد اتصالات فیبر نوری را با استفاده از، برای مثال، روش فیبر دمیده کاهش دهید - از تقویت کننده فیبر نوری استفاده کنید 	<ul style="list-style-type: none"> طول ارسال را افزایش دهید

<p>انشعاب (فیبرنوری) با همتافتگر و واتافتگر طول موج استفاده کنید) - تعداد انشعابها را کاهش دهید و یا شبکه را به شبکه نقطه به نقطه تغییر دهید. - از تقویت کننده فیبر نوری استفاده کنید.</p>			
<p>- تعداد انشعاب را افزایش دهید - بافه جدید نصب کنید.</p>	<p>- بافه جدیدی نصب کنید</p>	<p>- معماری را به معماری نقطه به چند نقطه تغییر دهید و تعداد شعبه‌ها را افزایش دهید. - بافه جدید نصب کنید.</p>	<p>تعداد مشتریان را افزایش دهید</p>

با معماری حلقه نوع چندگانه و معماری نقطه به چند نقطه، هنگامی که شبکه نوری به روز می‌شود، تمامی مشتریان متصل به OLT باید به طور همزمان ارتقا یابند.

۹ عملکرد ارسال نوری برای شبکه‌های دسترسی نوری

مسیرهای شبکه دسترسی نوری را بهتر است برای برآورده سازی عملکرد شبکه دسترسی نوری (گستره تضعیف، اتلاف برگشت، پراکندگی و غیره) توصیف شده در الزامات این گونه سامانه‌ها که در [ITU-T G.982], [ITU-T G.983.1] تا [ITU-T G.984.1], [ITU-T G.983.5], تا [ITU-T G.984.7], [ITU-T G.986], [ITU-T G.987.x] و [ITU-T G.985] توصیف شده‌اند طراحی کرد. محاسبه کل اتلاف نوری شبکه نیز در نظر گرفته می‌شوند [ITU-T G.982].

۱۰ سامانه پشتیبانی نگهداری، پایش و آزمایش شبکه نوری

پشتیبانی نگهداری، پایش و آزمایش در هنگام پیاده‌سازی معماری نقطه به نقطه یا معماری نقطه به چند نقطه با یک جزء انشعاب (فیبرنوری) در یک دفتر مرکزی در [ITU-T L.40] توصیف شده است. طول موج نگهداری باید مطابق با [ITU-T L.41] انتخاب شود.

هنگام استفاده از یک شبکه حلقه یا یک شبکه نقطه به چند نقطه با استفاده از یک جزء انشعاب (فیبرنوری)، یا یک گره فعال در تأسیسات خارجی یا در ساختمان، بلوک آپارتمانی، یا محل مسکونی، پشتیبانی نگهداری، پایش و آزمایش مطابق با [ITU-T L.53] انجام می‌شود. طول موج نگهداری باید مطابق با [ITU-T L.41] انتخاب شود.

منبع تغذیه الکتریکی ۱۱

منبع تغذیه و باتری ONU پشتیبان برای ONU بهتر است با در نظر گرفتن میزان قطع تغذیه منابع تغذیه تجاری، هزینه استفاده از تأمین‌کنندگان تغذیه تجاری و زمان تعمیر نقص منبع تغذیه مطابق با [ITU-T L.44] انتخاب شود.

۱۲ ایمنی

۱-۱۲ ایمنی الکتریکی

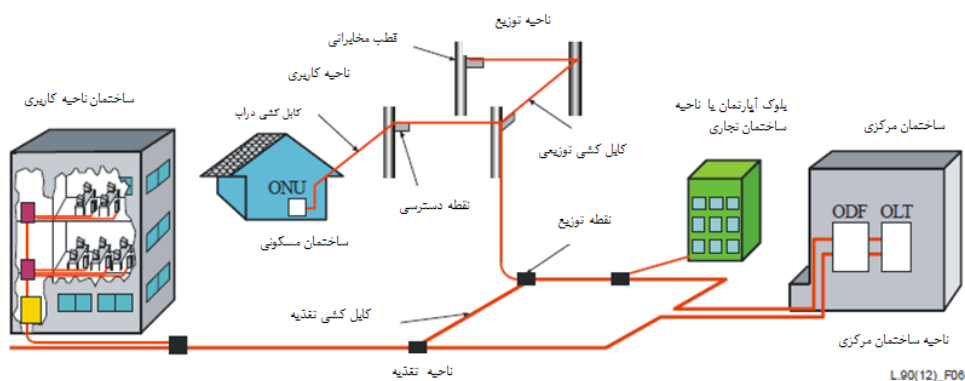
ایمنی الکتریکی بهتر است با در نظر گرفته شود [ITU-T K.51].

۲-۱۲ ایمنی نوری

ایمنی نوری بهتر است با در نظر گرفته شود [ITU-T G.664].

۱۳ توزیع فیبر نوری

شبکه دسترسی نوری شامل ۴ حوزه می‌شود: حوزه اداره مرکزی، حوزه تغذیه‌کننده، حوزه توزیع و حوزه کاربر از اداره مرکزی به مناطق مسکونی، مطابق با شکل ۶. حوزه تغذیه‌کننده از قاب‌های توزیع نوری (ODF) در اداره مرکزی به نقطه توزیع تعمیم می‌یابد. در حوزه توزیع، بافه توزیع به بافه تغذیه‌کننده در نقطه توزیع متصل می‌شود و به نقطه دسترسی ختم می‌شود. در حوزه کاربر، یک بافه به یک بافه توزیع در نقطه دسترسی متصل می‌شود و به واحد شبکه نوری (ONU) در یک خانه منفرد، آپارتمان یا ساختمان کسب و کار و غیره می‌رود. اهمیت زیادی دارد که فیبرهای نوری به گونه‌ای توزیع شوند که طراحی، ساخت، نگهداری و بهره‌برداری مؤثر و اثربخش برای FTTx حاصل شود.



شکل ۶- پیکربندی یک شبکه دسترسی نوری

بنابراین به منظور تعیین رویکرد معماری، طراحی، ساخت، نگهداری و بهره‌برداری شبکه برای شبکه دسترسی نوری و انتخاب اجزای نوری برای FTTx، شرکت‌های مخابراتی بهتر است به طور اساسی موارد زیر را در نظر بگیرند:

- مقیاس پذیری (تعداد فیبرهای پاینده‌ی شده، تعداد نقاط اتصال فیبرها (نقاط به هم بستن فیبرها)، کل طول فیبر شبکه و غیره).

- قابلیت دوام (امنیت، سامانه پایش و غیره).

- قابلیت کارکرد (نرخ بیت، فاصله ارسال و غیره).

- هزینه‌های ساخت و نگهداری (هزینه، کیفیت و قابلیت اطمینان اجزاء جهت قرار گرفتن در شبکه و غیره).

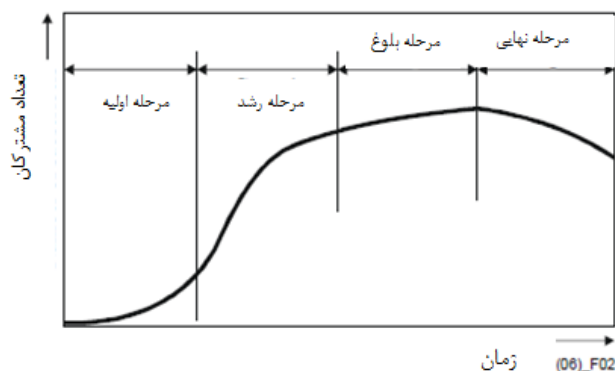
- ارتقاپذیری شبکه (افزایش قابلیت ارسال، طول ارسال، تعداد مشتریان (از جمله برای تقاضاهای آینده و تکامل بالقوه یا انتقال معماری).

- قابلیت عملیات و مناسب بودن در طول زمان عمر طراحی شده شبکه

- جنبه‌های مقرراتی و قانونی (همکاری بر روی لایه ۱).

شرکت‌های مخابراتی بهتر است طرح‌های متناسبی بر اساس الزامات شبکه دسترسی نوری برای هر کشور ایجاد کنند. علاوه بر این، توسعه شبکه‌های دسترسی فیبر نوری می‌تواند در حالت کلی بر اساس افزایش تعداد مشترکان مطابق با شکل ۷ تا به ۴ مرحله تقسیم‌بندی شود که این ۴ مرحله عبارتند از مرحله اولیه، مرحله رشد، مرحله بلوغ و مرحله نهایی.

شرکت‌های مخابراتی بهتر است به طور خاص بر روی قلم‌های مطرح شده گذشته در هر مرحله تمرکز کنند.



شکل ۷- افزایش تصاعدی تعداد مشترکان FTTx

۱-۱-۱۳ توزیع مؤثر و اقتصادی فیبر نوری برای تقاضای پراکنده بر یک حوزه گسترده

در مرحله اولیه، تقاضا برای فیبر نوری بر یک حوزه گسترده پراکنده می‌شود. بنابراین شرکت‌های مخابراتی بهتر است با طراحی رویکردهای اثربخش و اقتصادی برای توزیع فیبر نوری به این مسئله واکنش نشان دهند. برای مثال تعیین نقطه توزیع و اختصاص نقطه دسترسی اهمیت دارد که به طور نزدیکی به هزینه ساخت و عملی بودن ساخت ارتباط دارد.

علاوه بر این، برای ارائه واکنش انعطاف‌پذیر به تقاضا، هر انشعاب و فرود^۱ بعد از نصب بافه اولیه بهتر است با توضیحات [ITU-T L.58] در هنگام انتخاب بافه‌های فیبر نوری در نظر گرفته شود.

۲-۱-۱۳ توزیع فیبر نوری با در نظر گرفتن تقاضای آینده

علاوه بر موارد بیان شده در بالا، طرح توزیع فیبر نوری بهتر است با در نظر گرفتن تقاضای بالقوه در حین مراحل رشد و بلوغ انجام شود. برای مثال تعداد فیبرها در بافه‌ها و تعداد انشعاب‌ها برای افزاره‌های انشعاب در یک شبکه نوری غیرفعال (PON)، پارامترهای مهمی در توزیع فیبر نوری در ارتباط با تقاضای آینده هستند. فناوری‌هایی که از هزینه‌های مدت‌دار برای افزایش ظرفیت فیبر پشتیبانی می‌کنند را می‌توان در نظر گرفت.

۱-۲-۱۳ توزیع فیبر نوری برای پاسخ سریع به تقاضا

در مرحله رشد، تقاضا برای فیبر نوری به صورت تصادفی بر روی یک حوزه گسترده توزیع می‌شود. بنابراین برای طرح توزیع فیبر نوری بسیار اهمیت دارد که قادر به واکنش سریع به این تقاضا باشد. به طور خاص لازم است که شبکه دسترسی نوری با دیدگاه دستیابی به توزیع فیبر نوری آسان بر روی قسمت آخر شبکه دسترسی بین نقطه دسترسی و خانه‌های منفرد، آپارتمان‌ها، ساختمان‌های تجاری و غیره انجام شود زیرا توزیع بر روی قسمت آخر دارای مقیاس بزرگی است و تقاضا در آن به صورت تصادفی است. با این وجود، در مرحله رشد، تقاضا برای فیبر نوری به طور گسترده‌ای در نواحی روستایی پراکنده می‌شود. بنابراین طرح مؤثر و اقتصادی توزیع فیبر نوری که به این تقاضا پاسخ دهد برای نواحی روستایی لازم خواهد بود.

۲-۲-۱۳ توزیع فیبر نوری برای نگهداری و بهره‌برداری آسان

علاوه بر موارد بالا، در این مرحله، گسترش سریع زیرساخت شبکه دسترسی نوری از جمله فیبر نوری و بافه فیبر نوری انجام خواهد شد. بنابراین توانایی نگهداری و بهره‌برداری آسان از زیرساخت شبکه دسترسی اهمیت دارد. برای مثال نیاز به استفاده از سامانه پشتیبانی نگهداری، پایش و آزمایش شبکه فیبر نوری، که

1- Drop

در [ITU-T L.40] و [ITU-T L.53] توصیف شده است وجود خواهد داشت. علاوه بر این، یک دادگان^۱ زیرساخت شبکه دسترسی نوری لازم جهت مدیریت توسعه بسیار زیاد زیرساخت ایجاد و استفاده شود و در آن دیگر الزامات آینده بر روی دادگان جهت زیرساخت شبکه دسترسی نوری و معماری سامانه برای ارسال داده‌ها، دسترسی دادگان و قابلیت همکاری در نظر گرفته شود. علاوه بر این، پیش‌بینی می‌شود که هم‌پوشانی شبکه‌های فیبر نوری در داخل حوزه شبکه‌های فلزی میراثی (از قبل به جا مانده) در نهایت روی خواهد داد و در نتیجه چالش‌هایی برای اسقرار هوایی و زیرزمینی این شبکه‌ها به وجود خواهد آمد. علاوه بر این، استفاده از تأسیسات کنونی نظیر مجراهای بافه برای نصب مؤثر و اقتصادی بافه‌های فیبر نوری مهم خواهد بود. برای مثال چندین بافه فیبر نوری را می‌توان در یک مجرای بافه نصب کرد. دلیل آن این است که زیرساخت شبکه دسترسی نوری افزایش خواهد یافت و منابع در دسترس ممکن است کمیاب شوند. ملاحظاتی را بهتر است برای راه‌کارهای مدیریت فعال مجرای بافه در نظر گرفت تا قابلیت استفاده آن‌ها به صورت اقتصادی در آینده تضمین شود.

۳-۱۳ مرحله بلوغ

۱-۳-۱۳ توزیع فیبر نوری برای نگهداری و بهره‌برداری آسان

در مرحله بلوغ، تقاضا برای فیبرهای نوری گُند خواهد شد و زیرساخت بزرگ شبکه دسترسی نوری در این مرحله از قبل نصب شده است. بنابراین اهمیت زیادی دارد که طرح توزیع فیبر نوری از لحاظ نگهداری و بهره‌برداری، آسان باشد. این کار نیازمند سامانه پشتیبانی نگهداری، پایش و آزمایش شبکه فیبر نوری و دادگان مربوط به آن است. علاوه بر این، به مشتریانی که نیازمند قابلیت اطمینان بسیار بالایی هستند بهتر است دو یا چند فیبر با استفاده از یک شبکه حلقه‌ای در هر مرحله ارائه شود.

شرکت‌های مخابراتی بهتر است معماری و اجزای نوری متناسبی (برای مثال بافه فیبر نوری و اجزای نوری غیرفعال) انتخاب کنند و شبکه‌های دسترسی نوری را با در نظر گرفتن عواملی بالا در هر مرحله مورد طراحی و ساخت قرار دهند.

۴-۱۳ مرحله نهایی

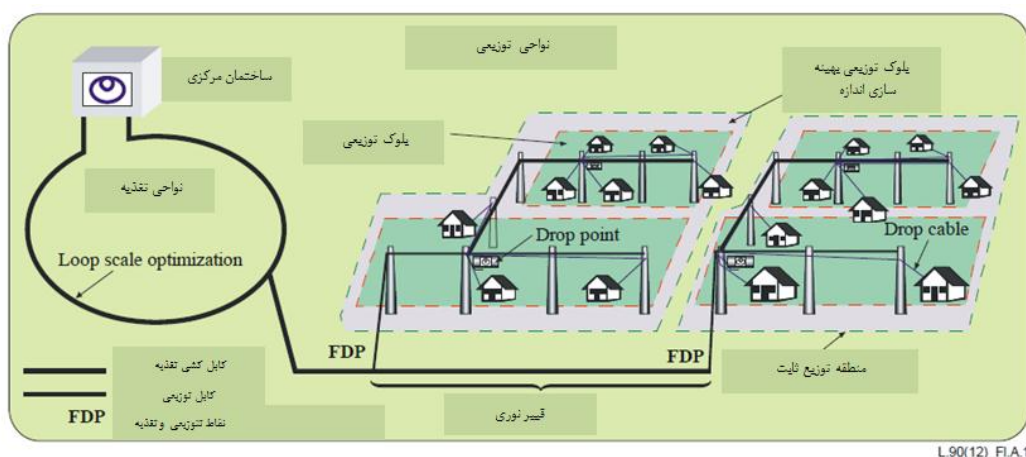
در مرحله نهایی، ملاحظات جمعیت شناختی می‌تواند تعیین کند که تقاضا برای فیبر نوری ممکن است کاهش یابد و تأسیسات و زمین ممکن است برای اهداف متفاوت دیگری نظیر اهداف صنعتی، تجاری، اهداف خُرد یا اهداف مسکونی و یا ترکیبی از این استفاده‌ها مورد استفاده مجدد قرار گیرد. این گونه رویدادها در نواحی شهری معمول هستند. این احتمال وجود دارد که آستانه‌ای وجود داشته باشد که در آن به کارگیری سامانه‌ها و شبکه‌ها غیر اقتصادی می‌شود و لازم است که از رده خارج شوند.

1 -Database

پیوست آ تجربه ژاپن (آگاهی دهنده)

آ-۱ طرح کلی فناوری‌های طراحی ساختار شبکه دسترسی نوری

خدمات مخابرات مبتنی بر فیبر نوری در ژاپن در سال‌های اخیر به سرعت رشد کرده‌اند. روش طراحی شبکه فیبر نوری برای شبکه‌های دسترسی از این نظر مهم است که مبنایی را شکل می‌دهد که بر اساس آن شبکه فیبر نوری ساخته می‌شود. برای برآورده‌سازی تقاضای فیبر نوری کم و پراکنده در مراحل اولیه بهتر است تعداد متناسبی از تأسیسات به صورت اثربخش به کار برده شود. در شکل ۱-۱ پیکربندی شبکه دسترسی نوری در ژاپن نشان داده شده است.



شکل آ-۱ پیکربندی شبکه دسترسی نوری

بافتهای تغذیه در لوله یا مجرا بافه که بین دفتر مرکزی و تغذیه‌کننده و نقطه اتصال توزیع (FDP) در حوزه تغذیه‌کننده قرار گرفته‌اند نصب می‌شوند. بافه توزیع که به طور اساسی بین قطب‌های مخابرات نصب می‌شود به بافه تغذیه‌کننده متصل می‌شود و از FDP به نقاط فرود نزدیک به محل مسکونی توزیع می‌شود. دفتر مرکزی یک حوزه معین را پوشش می‌دهد که به تعدادی حوزه توزیع ثابت با اندازه متناسب تقسیم می‌شود. هر حوزه توزیع ثابت به چند بسته توزیع بر مبنای تقاضای خدمت با استفاده از فیبرهای نوری تقسیم می‌شود.

دو قلم باید در ارتباط با طراحی ساختاری شبکه دسترسی نوری در حوزه تغذیه‌کننده و حوزه توزیع مورد بررسی قرار گیرند که عبارتند از:

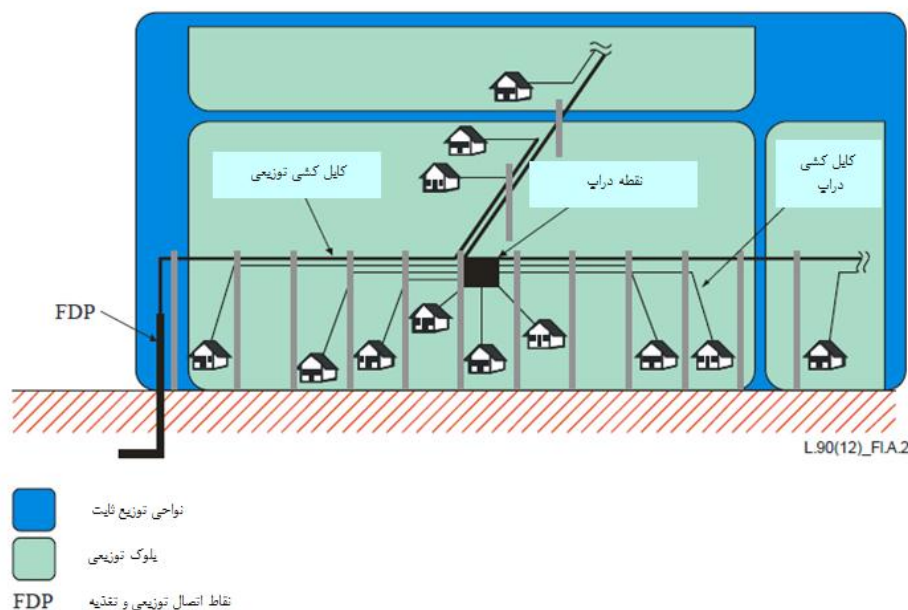
- (۱) بهینه‌سازی مقیاس حلقه
- (۲) بهینه‌سازی اندازه بسته توزیع

آ-۱-۱ بهینه‌سازی مقیاس حلقه (حوزه تغذیه‌کننده)

«توزیع حلقه» بافه‌هایی را توصیف می‌کند که از یک دفتر مرکزی خارج می‌شوند، در یک مسیر دایره‌ای قرار می‌گیرند و به نقطه مبدأ خود برمی‌گردند. این نوع پیکربندی می‌تواند فیبرهای نوری از دو جهت متفاوت برای پاسخ‌گویی به نوسانات تقاضا ارائه کند و نسبت به «توزیع ستاره‌ای» انعطاف‌پذیرتر است. با این وجود، نه تنها توزیع حلقه‌ای به شکل بهتری به تغییرات تقاضا پاسخ می‌دهد بلکه امکان تفکیک اجزای شبکه جهت تعمیر سریع‌تر آن از طریق سودهی کردن به مسیرها در جهت مخالف، حتی در خطوطی فراهم می‌آورد که نیازمند درجه بالایی از قابلیت اطمینان هستند. بنابراین توزیع حلقه برای مسیرهای حوزه تغذیه‌کننده، برای مثال در نواحی کلان شهرهای بزرگ که در آن‌ها خطوط اصلی متعددی وجود دارد، مورد استفاده قرار گرفته است. این نوع توزیع در حال حاضر برای متصل کردن کارآمد مسیرهای مشتری در نواحی که به فیبر نوری ارتقا یافته‌اند و یا ارتقا خواهند یافت مورد استفاده قرار می‌گیرد. در نتیجه حلقه‌هایی با اندازه‌های مختلف ایجاد شده‌اند. با این وجود، نمی‌توان پیش‌بینی کرد که معماری کنونی حلقه همیشه اقتصادی‌ترین پیکربندی شبکه‌های توزیع مبتنی بر فیبر نوری در آینده را شکل می‌دهد. بنابراین با نگاهی به کل حوزه تحت پوشش یک دفتر مرکزی، ما پیکربندی‌های بهینه توزیع حلقه برای استفاده در آینده و آزمایش اثربخشی آن‌ها با استفاده از مدل‌ها و شبیه‌سازی‌هایی بر روی شبکه‌های واقعی را مورد بررسی قرار می‌دهیم.

آ-۱-۲ بهینه‌سازی اندازه حوزه فرود مشتری (ناحیه توزیع)

حوزه توزیع بر اساس تقاضای خدمت با استفاده از فیبرهای نوری به چندین بسته توزیع تقسیم می‌شود. نقطه فرود در بسته توزیع ایجاد می‌شود. مشترکان در همان بسته از همان نقطه فرود نشان داده شده در شکل آ-۲ فرود می‌شوند (از قلم انداخته می‌شوند).





شکل آ-۲ پیکربندی بسته توزیع

اندازه بهینه بسته توزیع را می‌توان بر حسب کمینه هزینه ساخت بین نقطه تغذیه‌کننده و مشترک (کاربر نهایی) به دست آورد. هنگامی که تعداد زیادی بسته توزیع وجود دارد و تعداد نقاط فرود در حال افزایش است، هزینه ساخت بین نقطه تغذیه‌کننده و مشترک (استفاده‌کننده) بیش از حد بالاست و امکان استفاده از نقاط اتصال متعدد برای بافه فرود و بافه توزیع حجم بالا را به دست نمی‌دهد.

با این وجود، هنگامی که تعداد کمی بسته توزیع وجود دارد و تعداد نقاط فرود کاهش می‌یابد، هزینه ساخت بین نقطه تغذیه‌کننده و مشتری هنوز هم بیش از حد بالاست و به ما امکان نصب تعداد زیادی بافه فرود طولی را نمی‌دهد، که این موضوع در جدول آ-۱ نشان داده شده است. بنابراین تعداد بسته‌های توزیع در حوزه توزیع جهت کمینه کردن هزینه ساخت بین نقطه توزیع و مشترک بررسی می‌شود.

جدول آ-۱- تفاوت ناشی از اندازه بسته توزیع

تعداد بلوک توزیع		بزرگ	کوچک
			
هزینه	کابل دراپ	بایزن	بالا
	محفظه دراپ	بالا	بایزن
	کابل توزیع	بالا	بایزن

L.90(12)_T1.A.1

آ-۲- توزیع فیبر نوری شبکه‌های دسترسی

آ-۲-۱- مقدمه

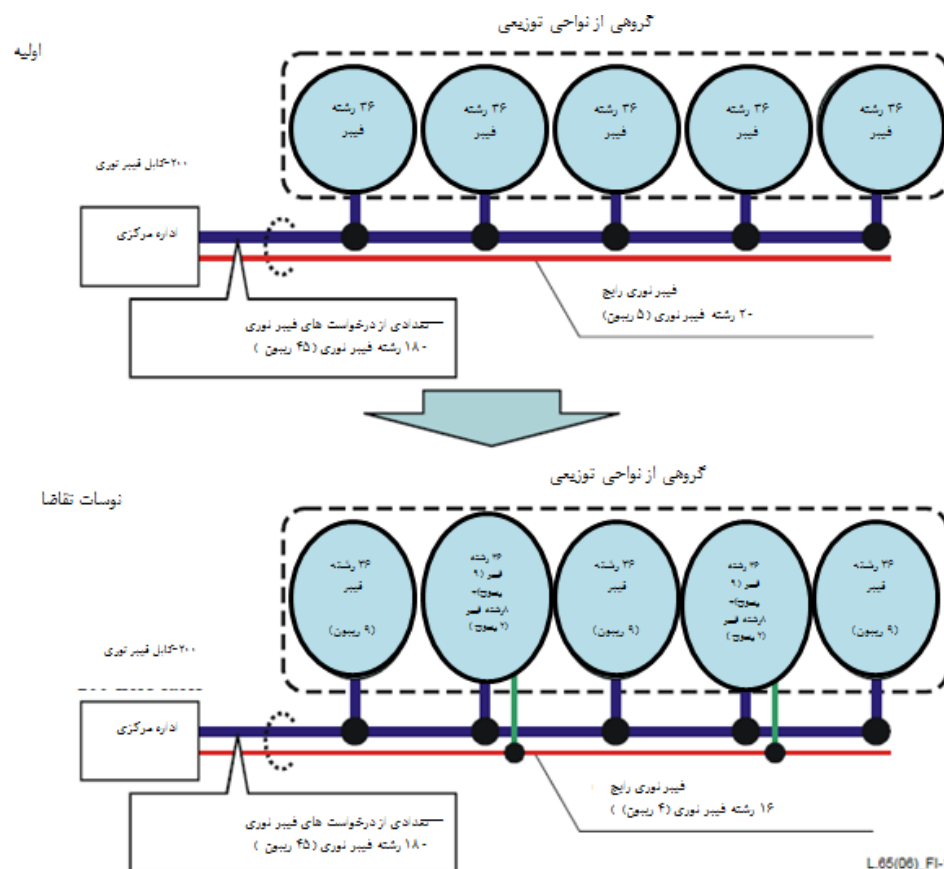
فیبر کشیدن به خانه (FTTH) در ژاپن در سال‌های اخیر به سرعت رشد کرده است. تعداد مشترکان FTTH در انتهای سال ۲۰۱۱ به بیش از ۲۰ میلیون نفر رسید. به نظر می‌رسد که FTTH از مرحله اولیه به مرحله رشد رسیده است. برخی فنون طراحی به منظور ساخت مؤثر شبکه دسترسی برای مرحله رشد ایجاد شده‌اند. در این پیوست روش طراحی شبکه فیبر نوری در ژاپن برای مرحله رشد توصیف می‌شود.

آ-۲-۲- طراحی حاشیه بهینه برای نوسانات تقاضا در حوزه تغذیه‌کننده

کل تعداد فیبرها برای حوزه تغذیه‌کننده به تعداد فیبرهای لازم برای هر حوزه توزیع بستگی دارد. در برخی موارد تعداد فیبرها برای هر حوزه توزیع باید بیش از تعداد پیش‌بینی شده مورد تقاضای کاربر باشد تا بتوان با نوسانات تقاضا مقابله کرد. با این وجود، در صورتی که فیبرهای اضافی برای نواحی بسیار پراکنده توزیع شوند، از نظر هزینه چندان به صرفه نخواهند بود. از سوی دیگر اثربخشی هزینه همچنین در اثر زمان و هزینه اضافی ساخت و ساز مورد نیاز در هنگامی که فیبرهای داخل یک بافه تغذیه‌کننده توزیع یافته باشند و

به فیبرهایی در بافه توزیع جهت برآورده‌سازی تقاضای جدید کاربر وصل شده باشند، به دلیل افزایش زمان و هزینه ساخت، کاهش خواهد یافت.

بنابراین بهینه‌سازی حاشیه برای نوسان تقاضا برای نواحی تغذیه‌کننده اهمیت دارد. یک روش طراحی که بر مسئله بالا غلبه می‌کند در شکل ۳-ا نشان داده شده است. در حوزه تغذیه‌کننده، فیبرها به دو گروه تقسیم می‌شوند. در گروه اول تعداد فیبرها متناظر است با تقاضای مورد انتظار کاربر برای هر حوزه توزیع. در گروه دوم، برخی فیبرها به طور مشترک برای کل حوزه توزیع مورد استفاده قرار می‌گیرند. این طرح از نظر هزینه به صرفه است و قابلیت اطمینان بالایی دارد و در آن تعداد کمینه‌ای از فیبرها در هنگامی که نوسان تقاضا وجود دارد از فیبر مشترک استفاده می‌کنند.



شکل ۳-ا پیکربندی روش توزیع فیبر برای نوسان تقاضا (با ۲۰۰ بافه فیبر (۴ فیبرنوار پنجاه تایی)).

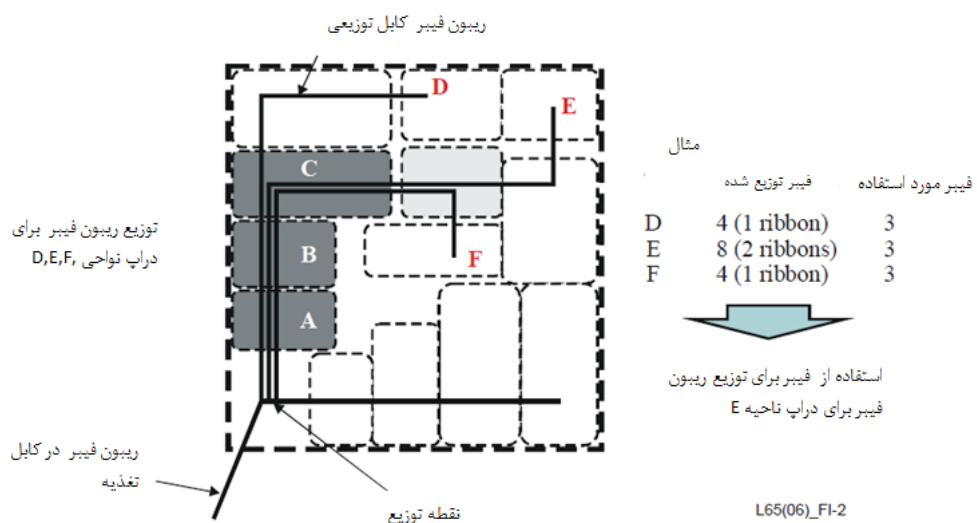
برای مثال ۱۰ تا ۲۰ درصد از کل فیبر توزیع یافته برای برآورده‌سازی نوسان تقاضا ارائه می‌شود، اگرچه تعداد فیبرها (یا نوارهای فیبر) مورد نیاز بستگی به عواملی نظیر اندازه دارد.

۳-۲-۱ استفاده متوازن از فیبر توزیع یافته به هر حوزه فرود در حوزه توزیع هوایی

حوزه توزیع هوایی به چندین حوزه فرود بر اساس تقاضای کاربر در مرحله رشد، تقسیم می‌شود. از آن جا که تقاضای کاربر در مرحله رشد گسترده است، توزیع نوارهای فیبر نوری برای هر حوزه فرود مؤثر و اثربخش خواهد بود. با این وجود، توزیع نوارهای فیبر نوری به هر حوزه فرود در مرحله اولیه در هنگامی که

تقاضای کاربران چندان زیاد نیست، غیر اثربخش خواهد بود. بنابراین به منظور پرهیز از توزیع اضافی فیبرهای نوری، هر نوار فیبر نوری به تعداد محدودی از نقاط فرود که هرکدام یک حوزه فرود مشخص را خدمت‌رسانی می‌کنند، توزیع می‌شود. نمونه‌ای از یک حوزه توزیع در شکل ۴-۱ نشان داده شده است.

انشعاب بافه‌های توزیع به یک حوزه فرود انشعاب می‌شوند و نوارهای فیبر بهتر است به هر نقطه فرود توزیع شوند. در این مورد، نوارهای فیبر به نواحی فرود D، E و F از طریق حوزه‌های فرود A، B و C توزیع می‌شوند. بنابراین اگر تقاضای کاربر افزایش یابد و فیبرهای اضافی دیگری مورد نیاز شوند، هر یک از فیبرهای مربوط به نوار فیبر که از این نواحی عبور کرده‌اند را می‌توان به کار برد. استفاده اثربخش از فیبرها از طریق ابتدا انتخاب فیبر در یک نوار فیبر توزیع یافته با یک نرخ استفاده پایین به دست می‌آید. این کار می‌تواند مانع از نیاز به بازسازی مجدد در اثر کمبود فیبر شود.



شکل ۴-۱ پیکربندی استفاده متوازن در حوزه توزیع هوایی

اگر روش بالا مورد استفاده قرار بگیرد، مهم است که یک دادگان عملیاتی و یک سامانه مدیریت ایجاد شود. علاوه بر این، روش جداسازی نوار فیبر در نقطه میانی بدون برش نوار فیبر مورد نیاز خواهد بود.

پیوست ب

تجربه برزیل

نمونه‌ای از معماری شبکه دسترسی نوری

(آگاهی دهنده)

ب-۱ مقدمه

این پیوست شامل مثالی از معماری شبکه حلقه ممکن برای گره‌های نوری بوده و برای تکمیل مطالب این استاندارد ارائه می‌شود.

ب-۲ هدف و دامنه کاربرد

شبکه‌های دسترسی نوری (OAN) با نصب معماری شبکه‌های میراثی بر اساس سامانه‌های SDH، در حال حرکت و نزدیک‌تر شدن به کاربر-نهایی هستند. راه‌کارهای مبتنی بر-بسته در حال پیشرفت هستند که این پیشرفت در اثر به کارگیری اینترنت در فناوری‌های مایل اول^۱ بر خلاف ATM PON صورت می‌گیرد. حتی انتظار می‌رود که در آینده نزدیک فناوری بسته‌های نوری بر اساس این واقعیت که آزمایشات و تحقیقات کتابخانه‌ای و میدانی متعددی در حال انجام است، به صورت تجاری درآید. پیشنهاد کنونی برای گره نوآورانه و معماری شبکه برای OANها دارای این هدف است که پلی بین هم‌بندی‌های حلقه فیبر کنونی و سامانه‌های بسته نوری آینده ایجاد نماید و امکان انتقال داده‌ها به یک روش جذاب و اقتصادی را ارائه کند.

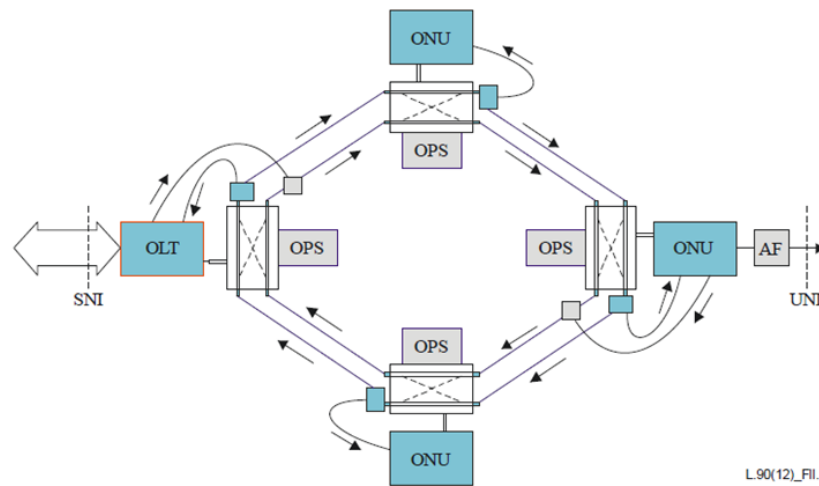
ب-۳ مدل پیشنهادی

در شکل ب-۱، یک مدل طرحواره ارائه شده است. فرض می‌شود که سودهی کردن بسته نوری (OPS) در گره‌های شبکه وجود دارد اما وجود آن ضرورت ندارد. این راه‌کار همچنین برای سودهی کردن رگباری نیز کاربرد دارد. ترافیک شبکه در هر گره ایجاد می‌شود و به هر گره دیگر نشانی‌دهی می‌شود؛ ترافیک ممکن است در یک گره اُفت کند. نشانی‌های گره به وسیله سرآیندهای بسته یا رگبار در حوزه زمانی یا حوزه فرکانسی ارائه می‌شوند. در این دیدگاه، OLT معادل با هر ONU است.

از سوی دیگر اتصال متقابل به یک شبکه خدمات به صورت انحصاری از یک گره OLT عبور می‌کند که در این ارتباط، ما آن را سلسله‌مراتب بالاتر در نظر می‌گیریم و می‌تواند دارای کارکردهای OTN (ITU-T) [G.872] باشد.

1 - First mile technologies

این گره‌ها شامل سودهی‌های نوری سریع (دارای عملیات در زمان میکرو ثانیه یا کمتر، زمان پایه) و مدار الکترونیکی برای تشخیص سرآیند، واپایش سودهی و مسیردهی بسته/رگبار می‌شود. این گره‌های تمام-نوری، بسته‌ها/رگبارهای نوری را به ONUها تحویل می‌دهند که آن‌ها نیز به نوبه خود محتوای بار مفید را به همراه تابع پذیرش (AF) متناسب مورد تبدیل و پردازش قرار می‌دهند. AF شبکه را نسبت به انواع نرخ‌های داده و قالب‌های کاربران متناسب می‌سازد. باور بر این است که چنین راهکاری برای شبکه‌های با ظرفیت بالا و پهنای باند رقمی کمینه 1 GB/s بر هر گره مناسب باشد. از خصوصیات آن، تأخیر بسیار کم سودهی کردن بسته/رگبار و اتلاف بسته بسیار اندک است که با الزامات شبکه‌های ظرفیت بالا تطابق دارد. جزئیات بیشتر در این مورد را می‌توان در قسمت کتابنامه یافت. با این وجود حفاظت ترافیک و قابلیت دوام خدمت نیازمند معماری هم پوشان برای قابلیت دو سویه بودن، با در نظر گرفتن جریان ترافیک تک سویه بسته/رگبار لازم برای عملیات مناسب سودهی نوری خواهد بود.



L-90(12)_Fl.1

شکل ب-۱ هم‌بندی حلقه OAN با کارکردهای تمام نوری اضافه کردن، فرود و مسیردهی

AF	Adaptation function	تابع تطابق
OLT	Optical line termination	پایاندهی خطوط نوری
ONU	Optical network unit	واحد شبکه نوری
OPS	Optical packet switching	سودهی کردن بسته نوری
SNI	Service network interface	واسط شبکه خدمات
UNI	User network interface	واسط کاربری شبکه

ب-۴ بحث بیشتر و نتایج

پیشنهاد کنونی تا حدی در شبیه‌سازی‌های رایانه‌ای و نمونه‌های اولیه آزمایشگاهی مورد آزمایش قرار گرفته است و نتایج سازگار و مقیاس پذیری داشته است. یک گره شبکه با کارکردهای اضافه کردن/ فرود کردن، سودهی کردن و مسیردهی به همراه قابلیت سودهی کردن بدون افت بسته و عملکرد مسیردهی بدون از دست دادن بسته‌ها پیاده‌سازی شد سنجش‌های BER بر روی یکپارچگی بار مفید منجر به نتایجی بهتر از

10^{-12} با استفاده از PRBS (1- 2^{23}) کلمه شد. شبیه‌سازی ترافیک شبکه با استفاده از بسته‌ها و رگبار و گره‌های نوری 2×2 بافر-کمتر و با استفاده از مسیره‌ی انحراف جهت پرهیز از برخورد منجر به اتلاف بسیار اندک بسته‌ها (کمتر از 10^{-6}) در شبکه‌های با ۴، ۸ و ۱۶ گره شد. این نتایج بهتر است به عنوان مبنایی برای تکمیل و بهبود قابلیت‌های کارکردی شبکه نوری و ایجاد مفاهیم جدید در طراحی شبکه به منظور افزایش صرفه جویی در هزینه و افزایش انعطاف پذیری خدمت تفسیر شوند.

ب-۵ نتیجه گیری

با پیش بینی سودهی کردن و مسیر دهی نوری بسته‌ها، الگوهای جدیدی برای طراحی شبکه مطرح می‌شوند. قابلیت فراوان فیبرهای نوری و سامانه‌های WDM در شبکه دسترسی بابط این الگوها بهتر مورد بررسی و کاوش قرار می‌گیرد.

پیوست ج

تجربه کره

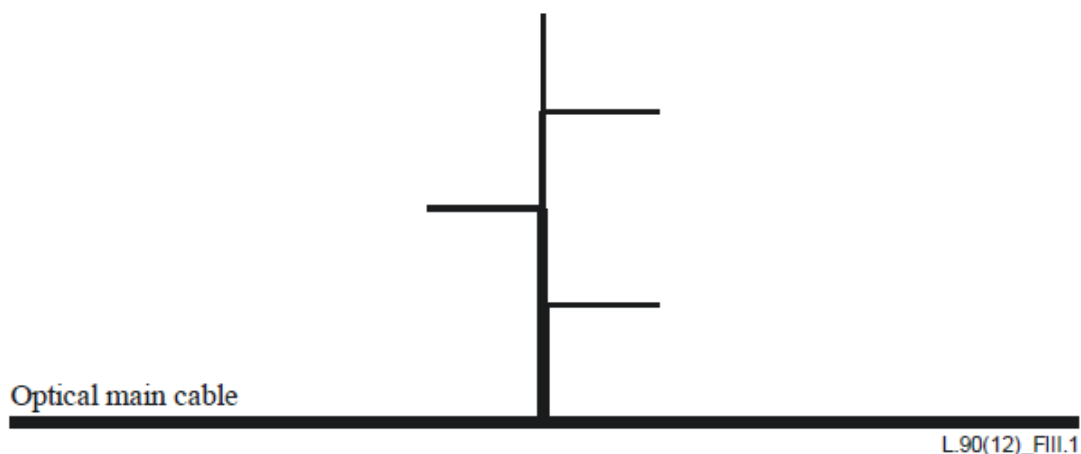
فنون توزیع برای طراحی شبکه‌های نوری در حوزه‌های دسترسی

(آگاهی دهنده)

پنج روش توزیع از جمله فنون توزیع سنتی مورد بررسی قرار گرفته است: توزیع درختی، توزیع حلقه، توزیع اتصال-عرضی، توزیع پیوند و توزیع درخت غیر-کاهنده. هر کدام از آنها دارای خصوصیات و کاربردهای مفید خاص خود هستند و حاصل طراحی شبیه‌سازی و آزمایش شرکت تله‌کام کره (KT) هستند.

(۱) روش توزیع درختی

در این روش، بافتهای توزیع به طور ساده در هر مکان و زمانی که مورد نیاز باشند و یا انتظار رود که مورد نیاز باشد نصب خواهند شد. این به معنای کاهش هزینه مواد و نصب خواهند بود. با این وجود در این روش پذیرش با تقاضاهای غیر منتظره دشوار است و بازیافت خدمات در هنگامی که از کار افتادگی و خرابی روی می‌دهد آسان نخواهد بود. این ویژگی‌ها باعث می‌شود که این کاربرد در نواحی توسعه داده شده یا پایدار نظیر نواحی دارای مجتمع‌های آپارتمانی، به خصوص در زمانی که این تقاضاها به صورت خطی در امتداد مسیرهای توزیع پراکنده می‌شوند اثر بخش باشد.



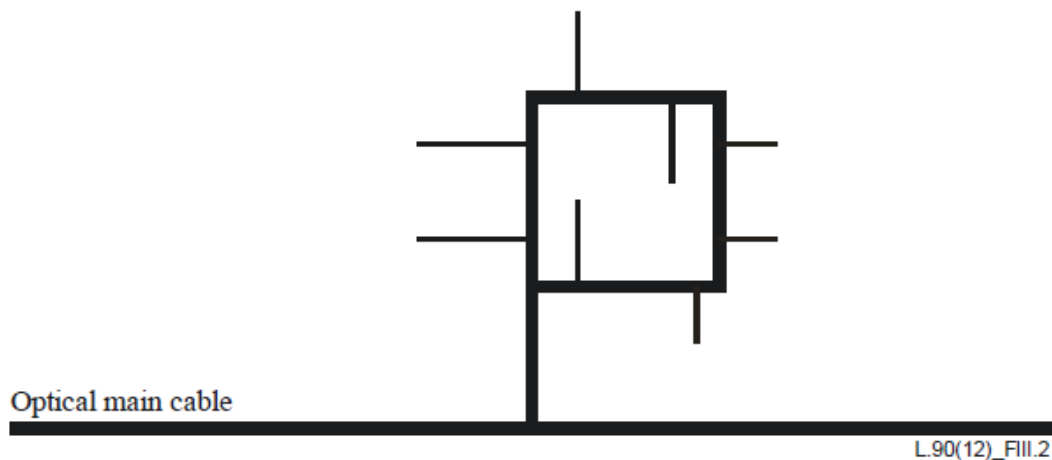
شکل ج-۱ روش توزیع درختی

(۲) روش توزیع حلقه‌ای

روش توزیع حلقه‌ای برای شبکه‌های توزیع نوری از نظر هزینه به صرفه است به خصوص در نواحی مسکونی دارای تراکم بالای جمعیت و همچنین در شبکه‌های تغذیه‌کننده نوری.

این روش را می‌توان در بسته‌های مسکونی دارای ردیف‌های منازل و خانه‌های جدا از هم اعمال کرد که از نظر تقاضا دارای پراکندگی یکنواختی هستند. تقاضا برای خدمات سرعت بالا نظیر اینترنت از سوی نواحی

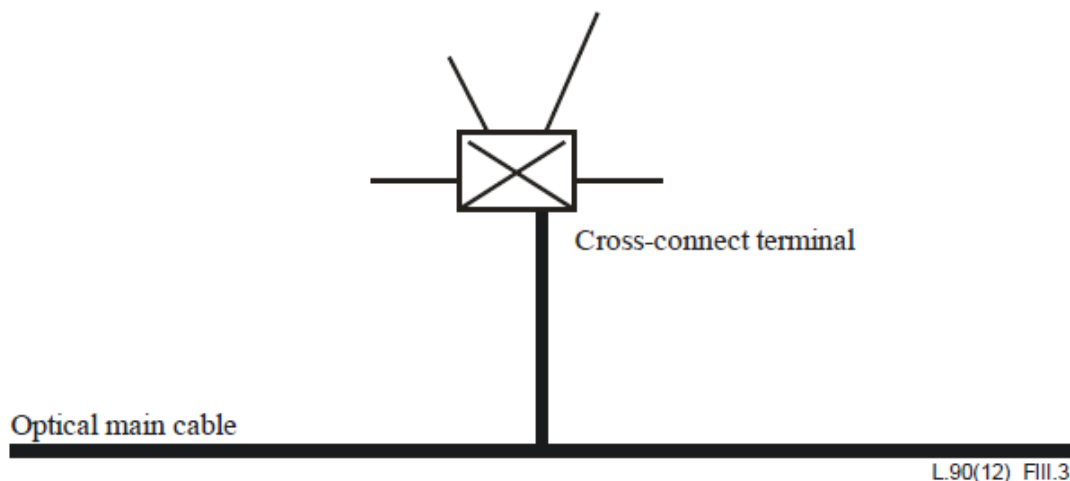
مسکونی به شدت در حال افزایش است. مزیت این روش این است که در پاسخ به تقاضاهای شبکه توزیع نوری انعطاف پذیر است، اگرچه هزینه مواد و نصب آن زیاد است.



شکل ج-۲ روش توزیع حلقه

۳) روش توزیع اتصال-عرضی

روش توزیع اتصال-عرضی از نظر قابلیت اطمینان بسیار مفید است و می تواند با استفاده از کابینت‌هایی که اتصال-عرضی کار کند. هنگامی که بافه‌های جدید باید برای برآورده سازی تقاضای فزاینده نصب شود، کار نصب راحت و اثر بخش خواهد بود زیرا می توان نصب را بالاتر از سطح زمین در یک کابینت اتصال-عرضی در نواحی توزیع و محافظت کابینت‌ها در برابر تخریب دشوار بوده است. هنگامی که این روش در بسته‌های مسکونی دور از شبکه‌های تغذیه مورد استفاده قرار می گیرد نیز می تواند مزیت‌هایی از نظر هزینه ارائه کند.

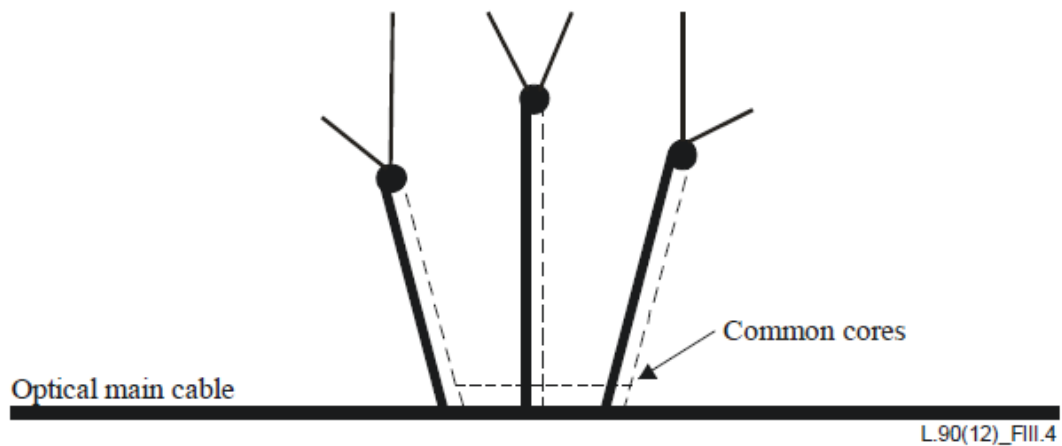


شکل ج-۳ روش توزیع اتصال-عرضی

۴) روش توزیع پیوند

هسته‌های معمول و مشترک را می توان در زمانی که تقاضا در نقاطی از توزیع که به هم مرتبط هستند افزایش می یابد، هزینه مواد، برای مثال هزینه بافه‌های توزیع پیوند شده، افزایش خواهد یافت.

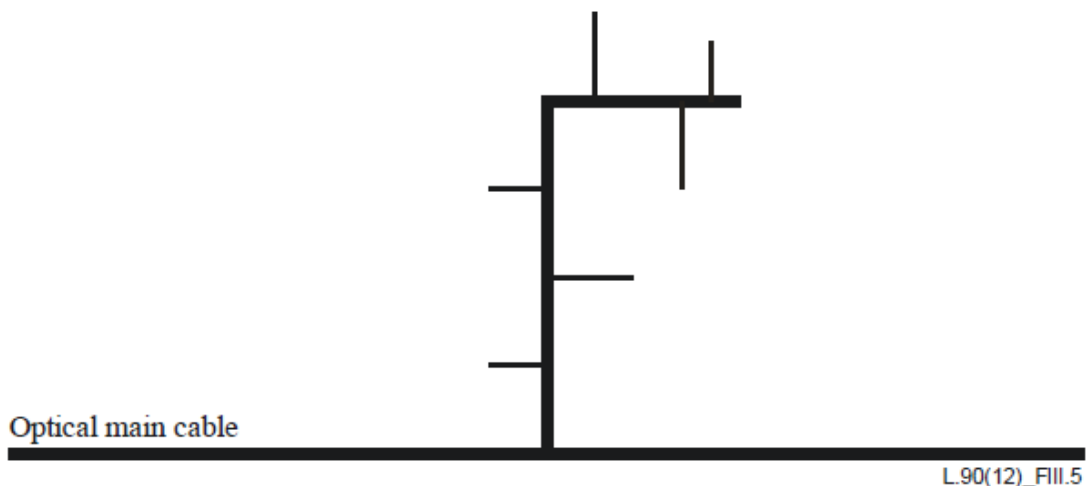
بنابراین تحلیل هزینه نشان می‌دهد که تعداد ۳ تا ۵ بافه توزیع پیوند داده شده از لحاظ اقتصادی به صرفه است، همچنین تحلیل هزینه نشان می‌دهد که این روش می‌تواند ۱۵ درصد برای فواصل کوتاهتر از یک کیلومتر از شبکه تغذیه نسبت به توزیع درختی یا توزیع اتصال-عرضی اقتصادی‌تر است. در حالی که این روش به تعداد هسته‌های فیبر نوری مدیریت شده در یک نقطه توزیع مرتبط است، در زمانی که تعداد هسته‌ها افزایش می‌یابد اقتصادی‌تر می‌شود. بنابراین، این روش در زمانی کاربرد دارد که نصب یک کابینت اتصال-عرضی دشوار است یا نواحی توزیع در فاصله‌ای کمتر از حدود ۱ کیلومتر تا شبکه‌های تغذیه قرار دارند.



شکل ج-۴ روش توزیع لینک

(۵) روش توزیع درخت غیر-کاهنده

روش توزیع درخت غیر-کاهنده می‌تواند به صورت انعطاف پذیرتری نسبت به روش توزیع درخت به تقاضا واکنش نشان دهد. همچنین می‌توان آن را در صورت لزوم در داخل توزیع حلقه ربط داد. بنابراین برای نواحی در حال توسعه کاربرد دارد که در آنها تقاضا پایدار نشده است. توزیع حلقه و توزیع درخت غیر-کاهنده از نظر روبرویی با تقاضاهای غیر منتظره کاربر بدون کابینت‌های اتصال-عرضی، انعطاف پذیری بسیار بالایی دارند.



شکل ج-۵ روش توزیع درخت غیر-کاهنده

علاوه بر این اگر ما روش توزیع مناسبی برای محیط محلی انتخاب و اعمال کنیم، هسته‌های فیبر نوری را می‌توان در هنگام نیاز به سرعت تهیه و به طور مؤثر مورد استفاده قرار داد. در نهایت روش‌ها و راهنمایی‌های توصیف شده در مورد توزیع برای این شبکه‌های توزیع نوری را می‌توان برای طراحی شبکه‌های نوری برای نواحی دسترسی نظیر FTTH اعمال کرد.

ج-۱ تعداد و اندازه حلقه‌ها در شبکه تغذیه‌کننده

شبکه دسترسی متشکل است از شبکه تغذیه‌کننده و شبکه توزیع. هزینه ساخت یک شبکه دسترسی برابر است با مجموع هزینه‌های ساخت شبکه‌های تغذیه‌کننده و شبکه‌های توزیع.

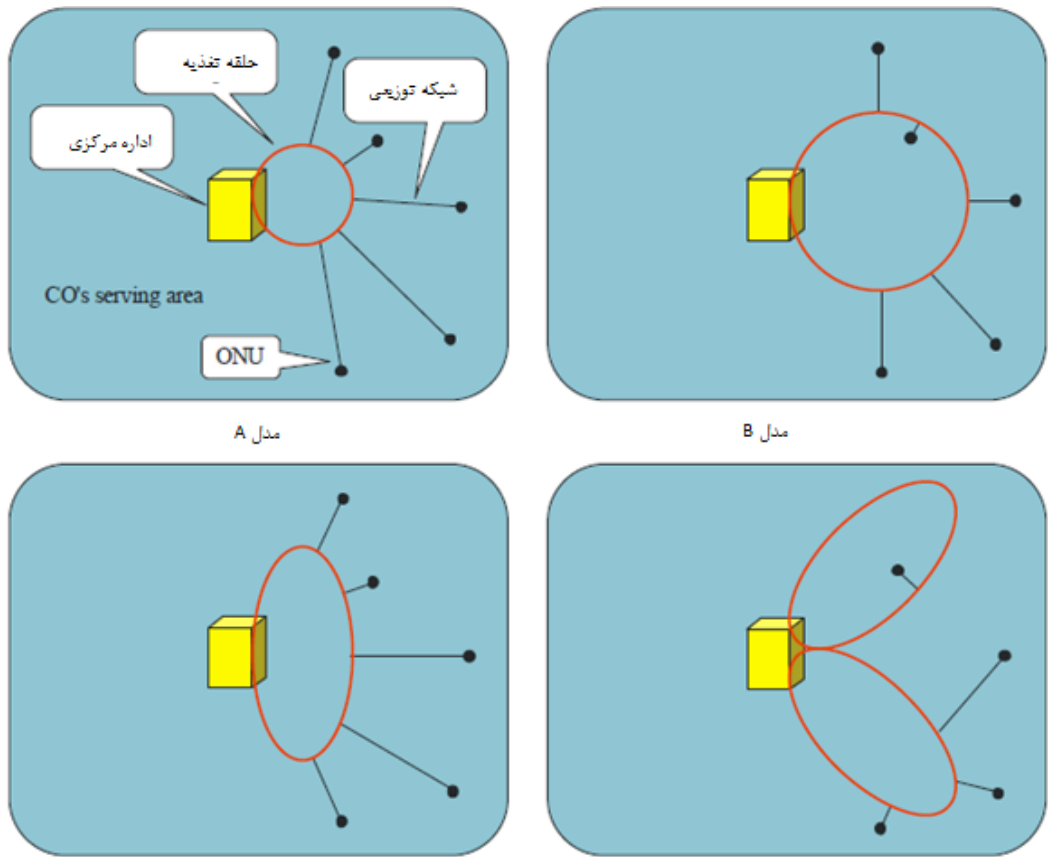
فرض می‌شود که تعداد و اندازه حلقه‌ها در شبکه تغذیه‌کننده برای کمینه کردن هزینه‌های ساخت شبکه دسترسی بهینه‌سازی می‌شوند. شبیه‌سازی مدل‌های مختلف که در شکل ۳-۶ و جدول ۳-۱ نشان داده شده است امکان ایجاد روابطی بین تعداد و اندازه شبکه تغذیه‌کننده و هزینه‌های ساخت و ساز شبکه دسترسی فراهم می‌آورد. در جدول ۳-۱ امکان انجام یک فرآیند ایجاد توازن بین هزینه شبکه تغذیه‌کننده و هزینه ساخت یک شبکه توزیع نشان داده شده است.

ما فرض می‌کنیم که اداره مرکزی (CO) ارائه‌دهنده خدمات به حوزه و حلقه تغذیه به صورت مربعی باشند و CO در مرکز حوزه تحت پوشش خدمات قرار داشته باشد. در این مدل، K به عنوان نسبت طول جانبی حلقه‌ی تغذیه (d) تقسیم بر طول جانبی (D) حوزه تحت پوشش خدمات CO تعریف می‌شود. در شکل ۳-۸، هزینه ساخت محاسبه شده برخی مدل‌های منتخب و مقادیر K نشان داده شده است.

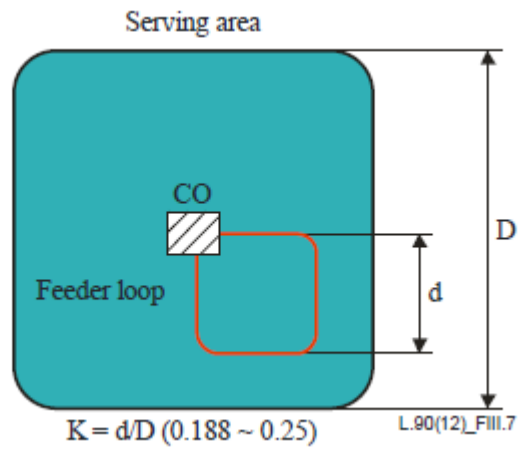
هنگامی که K افزایش پیدا می‌کند، هزینه‌های ساخت شبکه تغذیه افزایش می‌یابد و هزینه‌های ساخت شبکه توزیع کاهش پیدا می‌کند. تجربه کره نشان داد که مقدار بهینه‌ی K می‌تواند حدود $0/188$ تا $0/25$ باشد و تعداد بهینه حلقه‌ها می‌تواند در حوزه تحت پوشش CO تا ۵ یا ۶ مورد باشد. جهت اطلاع، متوسط حوزه تحت پوشش در نواحی شهری کره حدود ۱۶ کیلومتر مربع است. در مورد مذکور، طول بهینه یک حلقه تغذیه‌کننده می‌تواند حدود ۳ تا ۴ کیلومتر باشد.

جدول ج-۱ تغییر هزینه بر حسب تعداد و اندازه حلقه‌ها در شبکه تغذیه

تعداد حلقه‌ها		اندازه حلقه		شبکه تغذیه	هزینه
زیاد (مدل D)	کم (مدل C)	بزرگ (مدل B)	کوچک (مدل A)		
بالا	تعداد و اندازه حلقه‌ها در شبکه تغذیه	بالا	پایین		
پایین	بالا	پایین	بالا	شبکه توزیع	

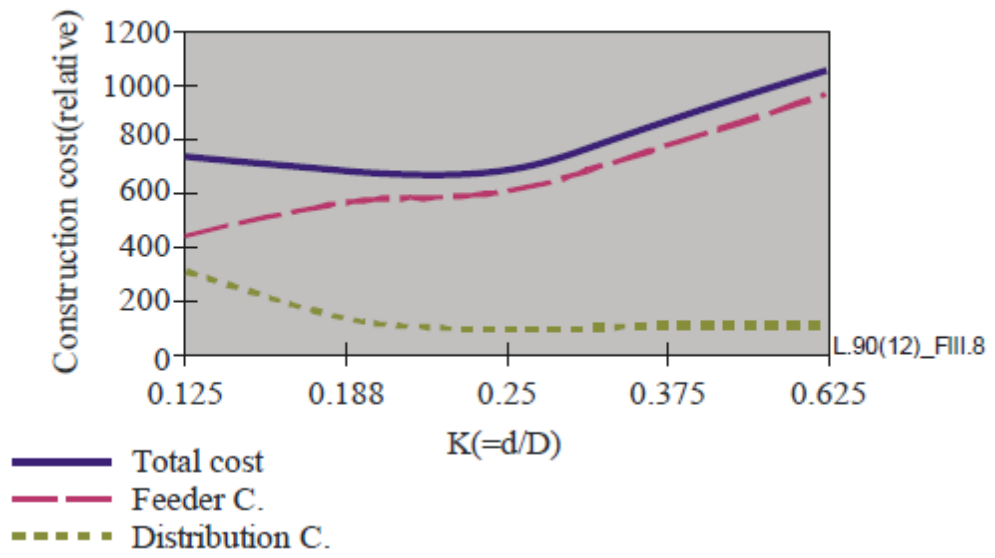


شکل ج-۶ برخی مدل های پیکربندی تغذیه



شکل ج-۷، K، نسبت طول جانبی حلقه‌ی تغذیه (d) به مرز (D) حوزه تحت پوشش CO است.

Relative construction cost on some selected $K(=d/D)$



شکل ج-۸ هزینه نسبی ساخت برای مقدار منتخب $K(=d/D)$

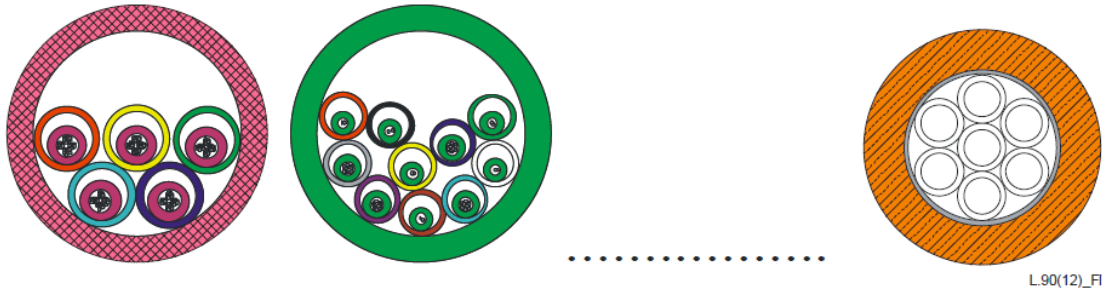
پیوست د
تجربه هلند
(آگاهی دهنده)

د-۱ مقدمه

امروزه فیبرهای نوری در مسیر استفاده در حلقه‌های محلی قرار گرفته‌اند. فناوری بافه‌کشی سنتی، الزامات شبکه‌های دسترسی را برآورده نمی‌سازد. تعداد زیادی اتصال و انشعاب بهتر است برای اتصال از یک مرکز تبادل محلی به یک مشتری کشیده شود (این موضوع در شبکه‌های سیم مسی یک مشکل تلقی نمی‌شود). نسل جدید فنون بافه‌کشی براساس بافه‌های-میکرو، فیبرهای دمیده و سامانه‌های لوله کوچک (یا لوله‌های لوله-هدایت) بر این محدودیت‌ها غلبه کرده‌اند. این روش‌ها امکان ایجاد انشعاب بدون ایجاد اتصالات را فراهم می‌آورند. آن‌ها بسیار انعطاف پذیر هستند و امکان رشد تقاضا را فراهم می‌آورند. علاوه بر این فضای (محدود) مجرا به صورت بسیار اثر بخش‌تر و کارآمدتری مورد استفاده قرار می‌گیرد. معمولاً تنها بخش کوچکی از فیبرهای نصب‌شده به صورت مستقیم مورد استفاده قرار می‌گیرد. در اینجا زمانبندی باعث صرفه جویی در هزینه می‌شود. همچنین فناوری به روز فیبر را نیز می‌توان انتخاب کرد. در این پیوست راهکارهای بافه‌کشی شبکه‌ی دسترسی معرفی می‌شوند و مروری بر فنون نصب مجرا که می‌توان در این راهکارها مورد استفاده قرار داد ارائه می‌شود.

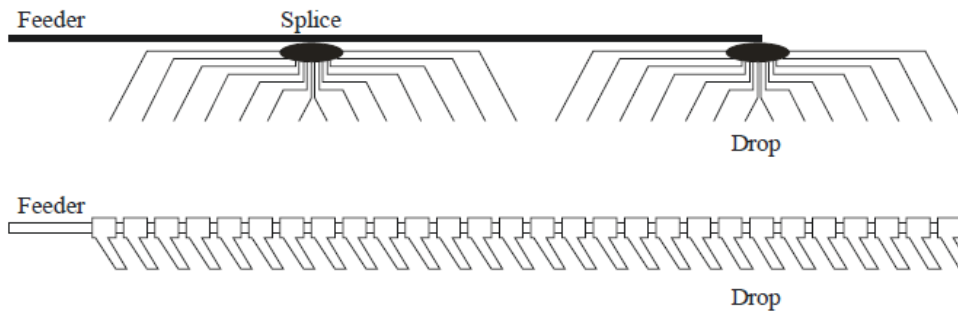
د-۲ پیکربندی‌های سامانه لوله کوچک

فنون توصیف شده متشکل هستند از دسته‌هایی، شل یا محکم، از لوله‌های-راهنمای با اندازه کوچک (برای مثال به شکل ۴-۱ مراجعه شود) که در شبکه‌ای از مجراهای حفاظتی (پلی‌اتیلن با قطر ۲۵ تا ۶۳ میلی‌متر) کار گذاشته می‌شوند. مجرای اصلی سیم از خیابان‌ها عبور می‌کند و مجراهای کوچکتر به سمت مشترکین منشعب می‌شوند (به شکل ۴-۲ مراجعه شود). اتصالات انشعاب کم‌هزینه «کلیپی» (به شکل ۴-۳ مراجعه شود) یا جعبه‌های دستکاری-لوله مورد استفاده قرار می‌گیرند که می‌توان آن‌ها را در هر زمان و هر مکانی نصب کرد. بعد از این که لوله‌های-هدایت منتخب از طریق اتصالات ساده فشاری/کششی به یکدیگر متصل شدند، مسیرهای منفرد از مرکز تبادل محلی یا نقطه حضور (برای مثال گره‌های اصلی نشان داده شده در شکل ۴-۵) به محل مشتری ایجاد می‌شود. در این مسیرها، بافه‌های نوری بسیار ریز یا واحدهای فیبر ریز را می‌توان بدون اتصال وارد کرد. همچنین این کار را می‌توان در زمان‌های بعدی و در هنگامی که مشتری درخواست اتصال ارائه می‌دهد، انجام داد.



L.90(12)_FIV.1

شکل د-۱ نمونه‌ای از دسته‌های شل لوله‌های کمیته (قسمت سمت چپ و قسمت وسط شکل، برای میکروباغه‌های با قطر ۲۴ تا ۶۰ و فیبرهای نوری ۲-۲۴ بر هر لوله کوچک) و دسته محکم لوله‌های کوچک (قسمت سمت راست برای اعضای فیبری)



L.90(12)_FIV.2

شکل د-۲ ساختار شبکه با بافه‌کشی سنتی (بالا) و با لوله‌های کوچک (پایین)

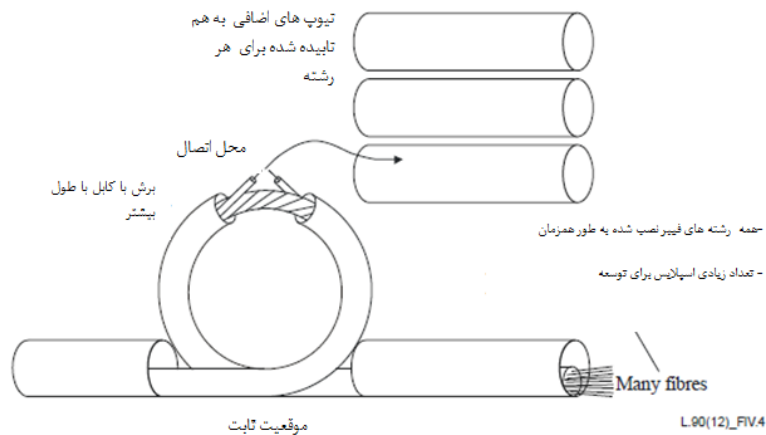


L.90(12)_FIV.3

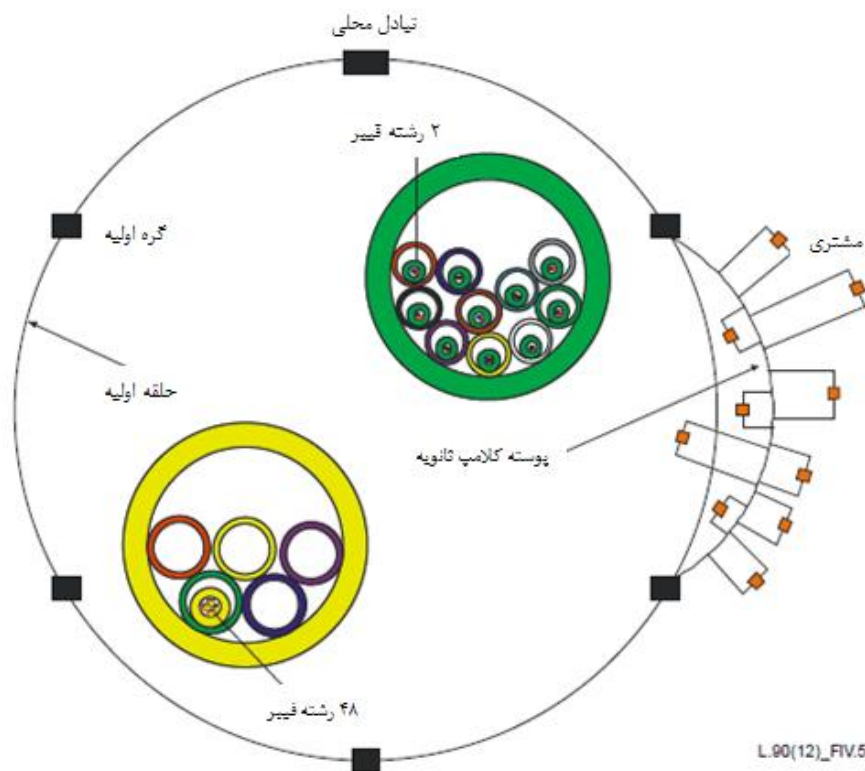
شکل د-۳ اتصال دهنده انشعاب برای لوله‌های کوچک.

د-۳ شبکه‌های دسترسی با استفاده از سامانه لوله‌های کوچک

هنگام ایجاد شبکه‌های دسترسی نوری با فناوری سنتی، با کمبود انعطاف پذیری مواجه می‌شویم. برای اتصال یک بافه انشعاب به یک بافه تغذیه، لازم است که مقداری طول اضافی (برش پنجره) در بافه تغذیه تعبیه شود (شکل ۴-۴ مراجعه شود). این کار در موقعیت‌های ثابت از پیش تعیین شده و کاملاً نزدیک به محل مشتری انجام می‌شود. اما بیشتر مشتریان از قبل معلوم نیستند. در عمل مشتریان جدید در حالت کلی از موقعیت‌های دارای طول اضافی دور هستند. برای پرهیز از کندن دوباره زمین در امتداد دوباره مسیر تغذیه، لوله‌های اضافی به صورت موازی قرار می‌گیرند. مقدار زیادی فضای حفر شده مصرف می‌شود و بر همین اساس هزینه‌های زیادی صرف می‌شود. برای پرهیز از کندن دوباره زمین و پرهیز از ایجاد اتصالات زیاد برای هر انشعاب، در فناوری سنتی نیز نیاز به نصب اولیه بافه با طول کامل از منبع تغذیه، فراتر از فاصله اولین مشتری که درخواست اتصال داده است وجود دارد. در سامانه مبتنی بر لوله‌های کوچک، شرایط توصیف شده بالا تنها با استفاده از یک مجرا حفاظتی (با همان اندازه مورد استفاده برای بافه‌کشی سنتی) که دارای چندین اندازه لوله‌های-هدایت است حل می‌شود و بنابراین در فضای حفر شده صرفه‌جویی می‌شود. مشتریان می‌توانند در هر زمان متصل شوند و در هنگام استفاده از اتصال دهنده‌های انشعاب «کلیپی» در هر مکانی مشتریان قادر به اتصال خواهند بود. هیچ‌گونه برش پنجره لازم نیست و یک سطح از نقاط اتصال از شبکه حذف می‌شود (شکل ۴-۵ مراجعه شود). علاوه بر این، تنها فیبرهایی که هزینه آن‌ها پرداخت شده است لازم است که نصب شوند و هنگامی که مشتریان جدیدی فراتر از قسمت نصب‌شده ظاهر می‌شوند، یک بخش جدید به راحتی فعال می‌شود که امکان عبور یک بافه جدید بدون ایجاد یک پیرایش فراهم می‌شود.



شکل د-۴ یک نقطه-پیرایش با طول اضافی بافه در هنگام استفاده از بافه‌کشی نوری سنتی.



L.90(12)_FIV.5

شکل د-۵ نمونه‌ای از شبکه افزونه با بافه کشی لوله کوچک برای مشتریان کسب و کار

پیوست ه

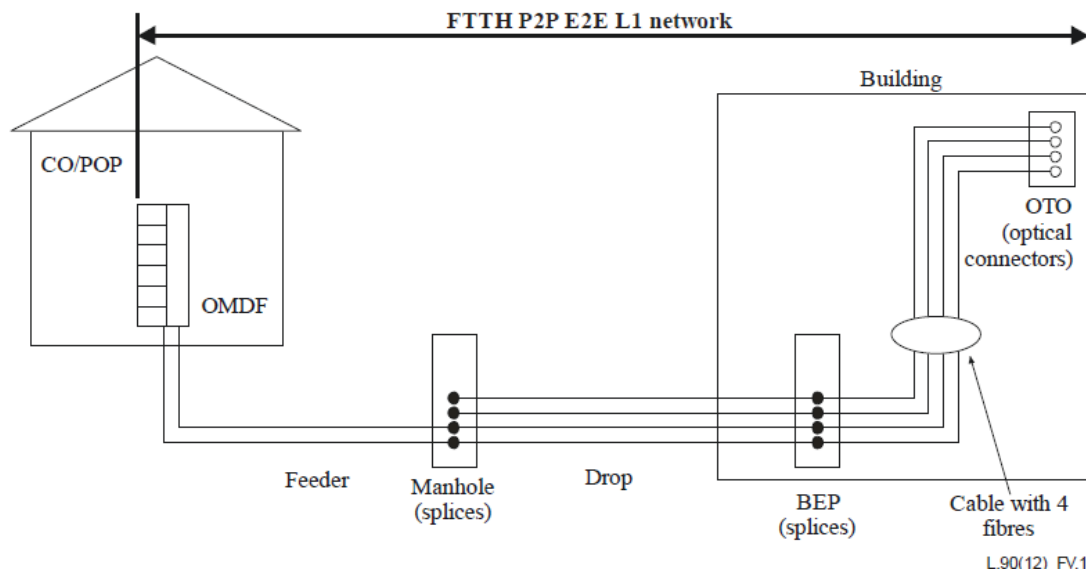
تجربه سوئیس

شبکه دسترسی FTTH نقطه به نقطه

(آگاهی دهنده)

متصدی مخابرات ملی سوئیس در سال ۲۰۰۸ پروژه FTTH را آغاز کرد که در مرحله اول سرعت ۱۰۰ Mb/s را ارائه می‌دهد و خدمات معمول پخش سه‌گانه (اینترنت پرسرعت، صدا و تلویزیون کیفیت بالا^۱) را پوشش می‌دهد. استقرار زیرساخت لایه یک در جایی که امکان پذیر باشد با همکاری سایر ذی نفعان (شهرداری‌ها، تأمین کنندگان تغذیه و غیره) به منظور بهینه‌سازی هزینه‌ها، سرعت بخشیدن به ارائه اولیه خدمات و پرهیز از کارهای موازی ساخت و ساز انجام خواهد شد. ارائه‌کنندگان خدمات مخابرات در سطوح مختلف از جمله در لایه ۱ به این شبکه دسترسی دارند. هدف آن عبارت است از ارائه گزینه انتخاب خدمت-ارائه‌کننده به مشتری.

مفهوم و کارکردهای اصلی که امکان همکاری بین CO، معبر و BEP را فراهم می‌آورد در ادامه بیان می‌شود. مدل‌های ساده نیز در این رابطه امکان پذیر هستند.



- بین معبر و OTO، ۴ فیبر برای هر مشترک استقرار می‌یابد:

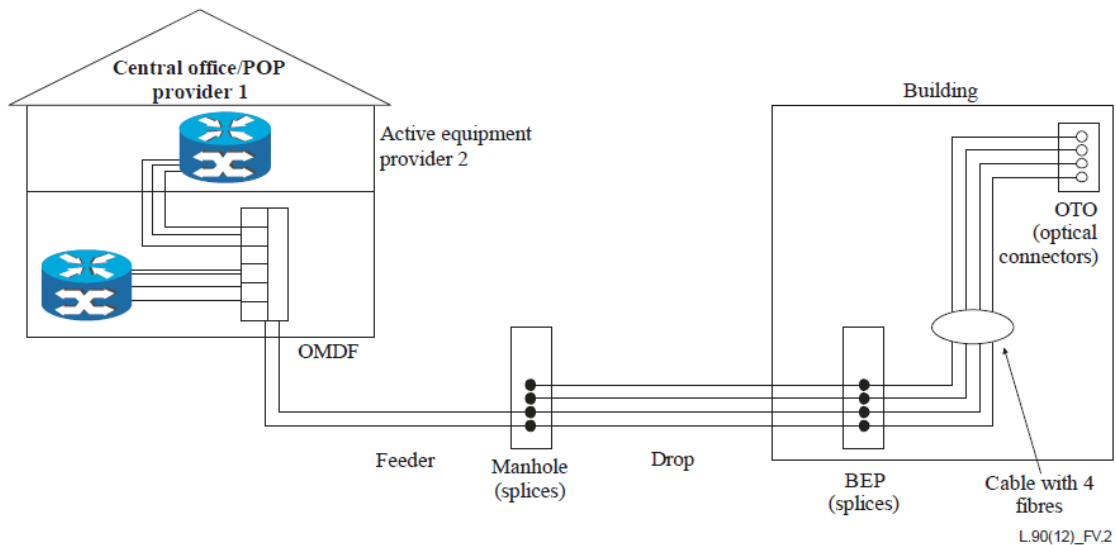
- دو فیبر برای ارائه‌کننده (OTO-POP)

- فیبر فعال

- فیبر ذخیره

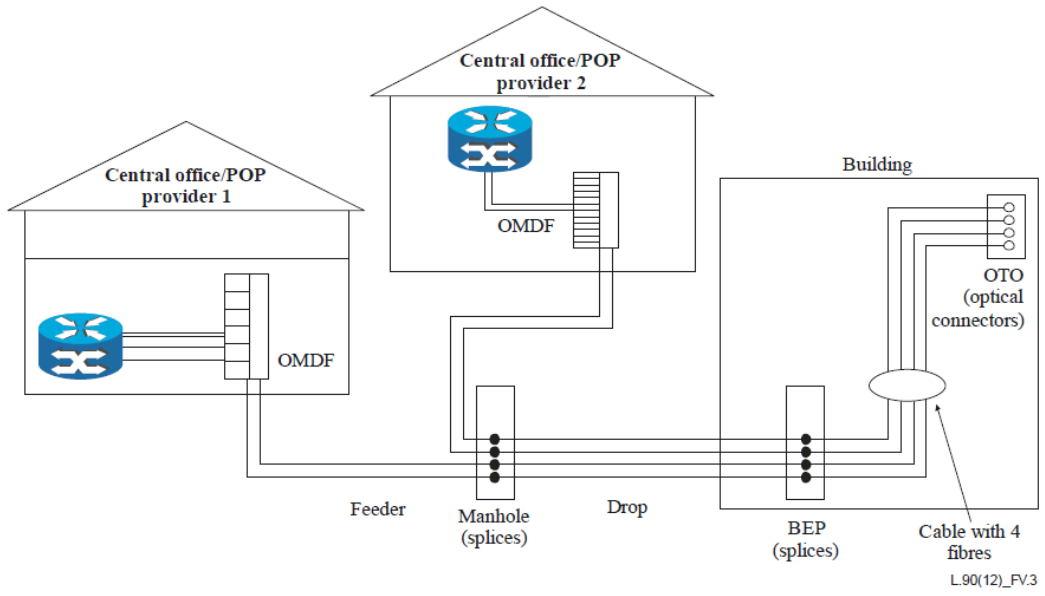
- دو فیبر به عنوان ذخیره برای دیگر مدل‌های همکاری و یا باقی ماندن در معبر
 - بین BEP و OTO یک بافه با ۴ فیبر برای هر مشترک نصب می‌شود (با قطر حدود ۲.۸ میلی‌متر)
 - مرجع تنظیم کننده قوانین سوئیس یک همکاری در لایه ۱ در CO، منهول یا BEP برای دو حامل توصیه می‌کند.
 - بین POP و بافه‌های خارجی منهول (تغذیه) تا ۵۷۶ فیبر (ساختار لوله شل) مورد استفاده قرار می‌گیرد.
 - بین منهول و بافه‌های خارجی BEP (فرود) ۴۴۴ فیبر (ساختار لوله شل) مورد استفاده قرار می‌گیرد.
- فرانامه ۱:

- ارائه‌کننده شماره ۱ شبکه P2P FTTH را ایجاد می‌کند و یک اتاق فنی در CO آن برای تجهیزات فعال ارائه‌کننده ثانویه اختصاص می‌دهد.
- ارائه‌کننده شماره ۱ از فیبر نوری بین OMDF و OTO استفاده می‌کند.
- ارائه‌کننده شماره ۲ در اتاق اجاره‌ای، فیبر متفاوتی بین OMDF و OTO برقرار می‌کند.
- دو فیبر در منهول باقی گذاشته می‌شوند.



فرانامه شماره ۲:

- ارائه‌کننده خدمات شماره ۱ از دو فیبر نوری (یکی فعال و دیگری ذخیره) استفاده می‌کند.
- ارائه‌کننده شماره ۲ از دو فیبر نوری دیگر استفاده می‌کند.
- ارائه‌کننده خدمات شماره ۲ بافه تغذیه مخصوص خود را تا منهول مستقر می‌کند.
- بافه فرود می‌تواند به وسیله ارائه‌کننده شماره ۱ یا ارائه‌کننده شماره ۲ نصب شود؛ همین بیان برای بافه داخلی بین BEP و OTO صادق است.



پیوست و

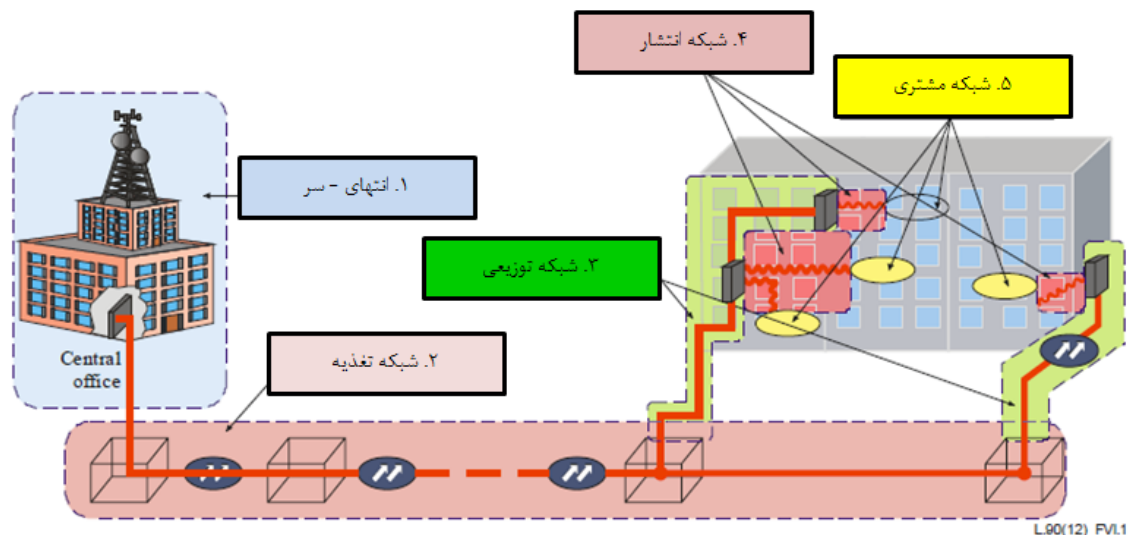
تجربه اسپانیا

شبکه دسترسی FTTH نقطه به چند نقطه

(آگاهی دهنده)

و-۱ مقدمه

استقرار FTTH در اسپانیا در سال ۲۰۰۷ بر اساس معماری GPON آغاز شد. در سال ۲۰۱۰ برنامه‌ای برای گسترش وسیعی آغاز شد که بیش از یک میلیون خانه را در پایان سال ۲۰۱۱ پوشش می‌داد. دو جزء انشعاب برای هر درگاه OLT مورد استفاده قرار می‌گیرند. تقسیم‌کننده اول، به طور معمول در اتاقک تعمیرات نزدیک به مشتری نصب می‌شود و تقسیم‌کننده ثانویه به طور معمول در جعبه نوری پایانه‌ی شبکه نصب می‌شود. در شکل ۶-۱ مفاهیم اصلی این شبکه توصیف شده‌اند.



شکل و-۱ قسمت‌های شبکه FTTH

انتهای-سر FTTH: مرکز تبادل محلی که در آن افزاره‌های GPON (OLT و قاب فیبر) نصب خواهند شد. حوزه FTTH شامل یک یا چند حوزه مسی می‌شود.

شبکه تغذیه‌کننده: قسمتی از شبکه، بین قاب فیبر آخرین منهول، که در آن فیبر به صورت زیرزمینی نصب شده است.

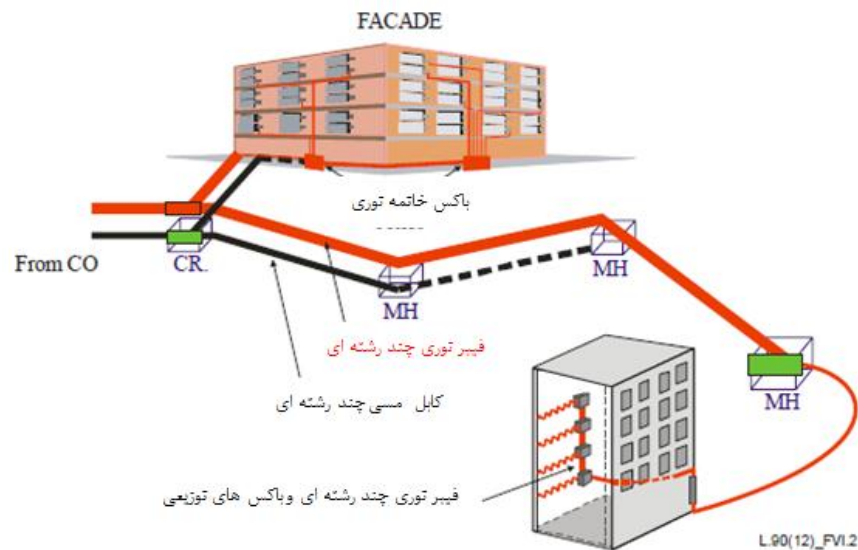
شبکه توزیع: قسمتی از شبکه بین تقسیم‌کننده اول و جعبه نوری پایانه‌ی شبکه (OTB). تقسیم‌کننده‌ها در منهول و جعبه نوری پایانه‌ی شبکه در داخل ساختمان‌ها و یا بر روی سکوی خارجی نصب می‌شوند.

شبکه پراکندگی: این در واقع قسمت نهایی شبکه FTTH است. این قسمت شامل هر چیزی از OTB گرفته تا ONT (پایاندهی شبکه نوری) می باشد. این قسمت تنها زمانی نصب خواهد شد که مشتری بخواهد از مزیت شبکه FTTH (از طریق اتصال خانه) استفاده کند.

شبکه مشتری: شبکه ای برای توزیع خدمات در محل مشتری. این قسمت از شبکه بعد از ONT قرار دارد.

و-۲ فرآیندها

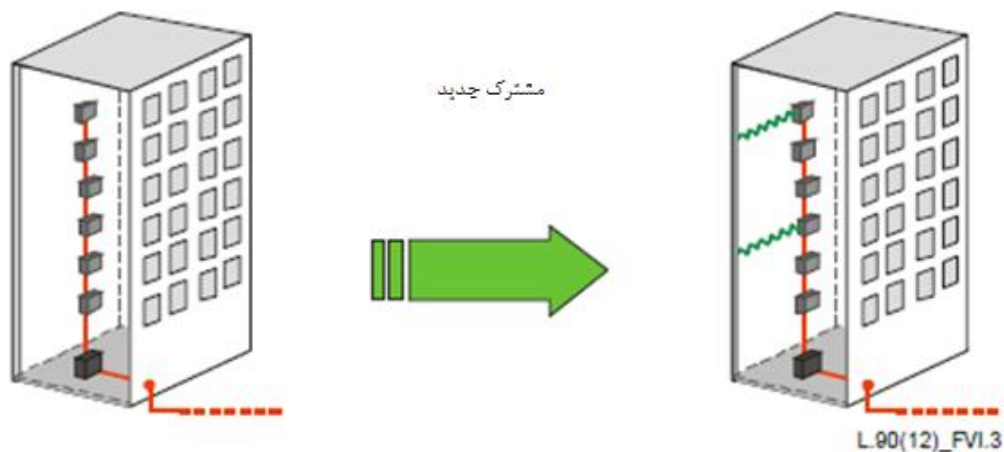
در شکل ۲-۶ فرآیندهای اصلی (داخل ساختمان و بر روی سکو) نشان داده شده اند.



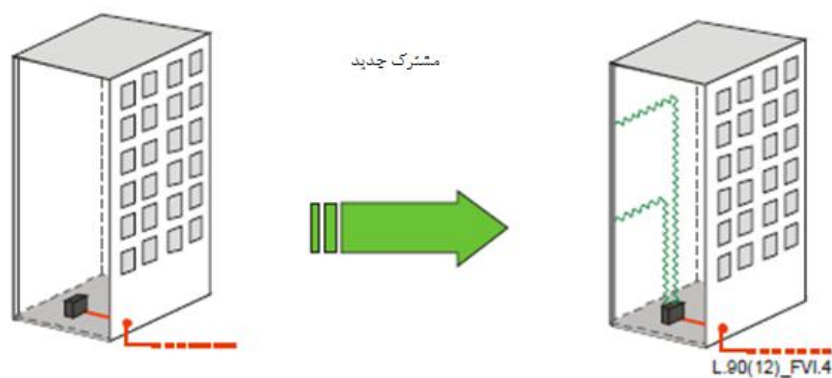
شکل و-۲ فرآیندهای اصلی برای FTTH

برای یک فرآیند داخل ساختمان، جعبه های پایانه نوری (OTB) در داخل ساختمان قرار می گیرند. لازم است که ساختمان های جدید دارای یک زیرساخت مشترک مخابرات به همراه یک اتاق برای جاسازی افزاره های لازم باشند. پیدا کردن فضایی برای OTB در ساختمان های قدیمی نیز لازم است. بسته به تعداد مشتریان بالقوه، بافه کشی از OTB را می توان به دو روش مختلف انجام داد:

- تراکم بالا: بافه کشی ساختاری به صورت عمودی نصب می شود که دارای چندین جعبه کف است. برای اتصال یک مشتری جدید، یک فرود نوری باید از جعبه کف به پریز وصل شود.
- تراکم پایین: همه فرود ها بنا بر تقاضا از OTB نصب می شوند.



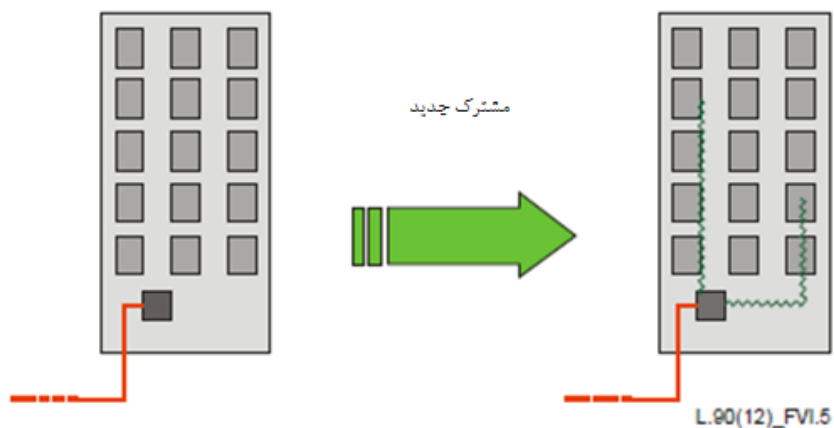
شکل و-۳ اتصال مشتری برای ساختمان‌های با تراکم بالا در شیوه مربوط به داخل ساختمان



شکل و-۴ اتصال مشتری برای ساختمان‌های با تراکم پایین: در شیوه داخل ساختمان

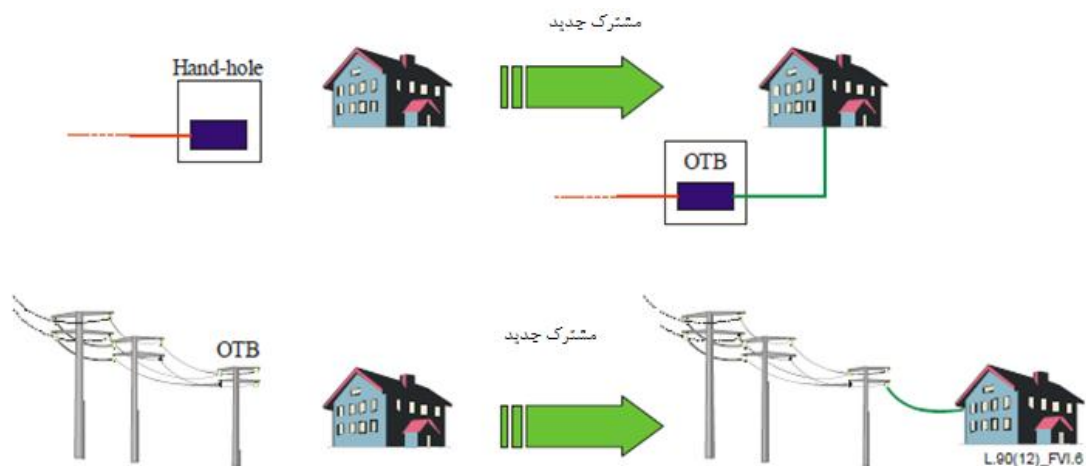
شیوه خارج ساختمان

در فرآیند خارج از ساختمان، یک OTB بر روی سکوی سردر ساختمان نصب می‌شود. به دلیل شرایط محیطی، باید از مواد پایدار و محکمی برای تجهیزات خارج ساختمان استفاده شود. بافه‌های فرود بنا بر تقاضا نصب می‌شوند.



شکل و-۵ متصل کردن یک مشتری: فرآیند خارج از ساختمان

واحدهای تک خانوادگی را می‌توان برای این فرآیند در نظر گرفت زیرا OTBها در خارج ساختمان نصب می‌شوند. فرود آخر از یک اتاقک نصب^۱ یا یک قطب همانند طرح نشان داده در شکل بعدی نصب می‌شود.



شکل و-۶ اتصال مشتری SFU

1 -Manhole/Hand-Hole

کتاب نامه

- [1] [b-Blumenthal] Blumenthal, D. (2002), Photonic packet and all-optical label switching techniques and technologies, OFC'2002, Anaheim.
- [2] [b-Bonani] Bonani, L.H. et al., (2002), Non-Uniformly Distributed Traffic in Optical Networks with Optical Packet Switching Functionalities, Brazilian Symposium on Microwaves and Optoelectronics –SBMO 2002, Recife.
- [3] [b-Chiaroni] Chiaroni, D. (2001), Status and applications of optical packet switching, Proceedings of ECOC 2001, Amsterdam.
- [4] [b-Rudge Barbosa] Rudge Barbosa, F et al., (2003), New Photonic System for Optical Packet Switching, Journal on Systemics, Cybernetics and Informatics, Vol. 1, No. 4, pp.27-31.[b-WO/2003/065758] Ericsson Telecomunicações S.A., patent: WO/2003/065758, Apparatus, Method and System for Optical Packet Switching using Frequency Headers