

INSO

18533

1st. Edition

2014



جمهوری اسلامی ایران  
Islamic Republic of Iran  
سازمان ملی استاندارد ایران

Iranian National Standards Organization



استاندارد ملی ایران

۱۸۵۳۳

چاپ اول

۱۳۹۳

روش‌های سنجش برای شبکه  
رقمی (دیجیتال) - مشخصه‌های عملکردی  
شبکه ارسال چندرسانه‌ای رقمی زمینی

**Methods of measurement for digital  
network – Performance characteristics  
of terrestrial digital multimedia  
transmission network**

ICS: 33.170

## به نام خدا

### آشنایی با سازمان ملی استاندارد ایران

مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی 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.

نام موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران به موجب یکصد و پنجاه و دومین جلسه شورای عالی اداری مورخ ۹۰/۶/۲۹ به سازمان ملی استاندارد ایران تغییر و طی نامه شماره ۲۰۶/۳۵۸۳۸ مورخ ۹۰/۷/۲۴ جهت اجرا ابلاغ شده است. تدوین استاندارد در حوزه های مختلف در کمیسیون های فنی مرکب از کارشناسان سازمان، صاحب نظران مراکز و مؤسسات علمی، پژوهشی، تولیدی و اقتصادی آگاه و مرتبط انجام می شود و کوششی همگام با مصالح ملی و با توجه به شرایط تولیدی، فناوری و تجاری است که از مشارکت آگاهانه و منصفانه صاحبان حق و نفع، شامل تولیدکنندگان، مصرف کنندگان، صادرکنندگان و وارد کنندگان، مراکز علمی و تخصصی، نهادها، سازمان های دولتی و غیر دولتی حاصل می شود. پیش نویس استانداردهای ملی ایران برای نظرخواهی به مراجع ذی نفع و اعضای کمیسیون های فنی مربوط ارسال می شود و پس از دریافت نظرها و پیشنهادات در کمیته ملی مرتبط با آن رشته طرح و در صورت تصویب به عنوان استاندارد ملی (رسمی) ایران چاپ و منتشر می شود.

پیش نویس استانداردهایی که مؤسسات و سازمان های علاقه مند و ذی صلاح نیز با رعایت ضوابط تعیین شده تهیه می کنند در کمیته ملی طرح و بررسی و در صورت تصویب، به عنوان استاندارد ملی ایران چاپ و منتشر می شود. بدین ترتیب، استانداردهایی ملی تلقی می شوند که بر اساس مفاد نوشته شده در استاندارد ملی ایران شماره ۵ تدوین و در کمیته ملی استاندارد مربوط که سازمان ملی استاندارد ایران تشکیل می دهد به تصویب رسیده باشد.

سازمان ملی استاندارد ایران از اعضای اصلی سازمان بین المللی استاندارد (ISO)<sup>۱</sup>، کمیسیون بین المللی الکتروتکنیک (IEC)<sup>۲</sup> و سازمان بین المللی اندازه شناسی قانونی (OIML)<sup>۳</sup> است و به عنوان تنها رابط<sup>۴</sup> کمیسیون کدکس غذایی (CAC)<sup>۵</sup> در کشور فعالیت می کند. در تدوین استانداردهای ملی ایران ضمن توجه به شرایط کلی و نیازمندی های خاص کشور، از آخرین پیشرفت های علمی، فنی و صنعتی جهان و استانداردهای بین المللی بهره گیری می شود.

سازمان ملی استاندارد ایران می تواند با رعایت موازین پیش بینی شده در قانون، برای حمایت از مصرف کنندگان، حفظ سلامت و ایمنی فردی و عمومی، حصول اطمینان از کیفیت محصولات و ملاحظات زیست محیطی و اقتصادی، اجرای بعضی از استانداردهای ملی ایران را برای محصولات تولیدی داخل کشور و/یا اقلام وارداتی، با تصویب شورای عالی استاندارد، اجباری نماید. سازمان می تواند به منظور حفظ بازارهای بین المللی برای محصولات کشور، اجرای استاندارد کالاهای صادراتی و درجه بندی آن را اجباری نماید. همچنین برای اطمینان بخشیدن به استفاده کنندگان از خدمات سازمان ها و مؤسسات فعال در زمینه مشاوره، آموزش، بازرسی، ممیزی و صدور گواهی سیستم های مدیریت کیفیت و مدیریت زیست محیطی، آزمایشگاه ها و مراکز کالیبراسیون (واسنجی) وسایل سنجش، سازمان ملی استاندارد ایران این گونه سازمان ها و مؤسسات را بر اساس ضوابط نظام تأیید صلاحیت ایران ارزیابی می کند و در صورت احراز شرایط لازم، گواهینامه تأیید صلاحیت به آن ها اعطا و بر عملکرد آن ها نظارت می کند. ترویج دستگاه بین المللی یکاها، کالیبراسیون (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 of Legal Metrology (Organisation Internationale de Metrologie Legale)

4 - Contact point

5 - Codex Alimentarius Commission

## کمیسیون فنی تدوین استاندارد

« روش های سنجش برای شبکه رقمی (دیجیتال) - مشخصه های عملکردی شبکه ارسال

چندرسانه ای رقمی زمینی»

### رئیس :

پهلوانیان، حسین

(دکترای مدیریت برنامه ریزی و توسعه )

مدیرعامل شرکت آگاهان ارتباط آریا- (سهامی خاص)

### دبیر:

حقوقی، حسین کامبیز

(لیسانس برق و مخابرات)

دبیر و مشاور شرکت آگاهان ارتباط آریا- (سهامی خاص)

### اعضاء :

( اسامی به ترتیب حروف الفبا)

پهلوانیان، نجمه

(فوق دیپلم معماری)

رابط استاندارد شرکت آگاهان ارتباط آریا- (سهامی خاص)

رادمان، جواد

(دکترای مدیریت برنامه ریزی و توسعه)

مشاور شرکت مبین نت

عروجی، سید مهدی

(فوق لیسانس IT)

کارشناس سازمان تنظیم مقررات و ارتباطات رادیویی

فراهانی، فهیمه

(لیسانس حسابداری)

کارشناس مالی شرکت آگاهان ارتباط آریا

فردیس، معصوم

(دکترای مهندسی مخابرات)

عضو هیأت علمی پژوهشکده مخابرات

مافی نژاد، خلیل

(دکترای فیزیک و کاربرد آن در ارتباطات)

کارشناس استاندارد - عضو هیأت علمی دانشگاه فردوسی

مشهد

ممدوح، حسین

(لیسانس مهندسی برق - مخابرات )

مشاور شرکت آگاهان ارتباط آریا- (سهامی خاص)

یزدانی فرد، حسن

(لیسانس مهندسی برق - الکترونیک)

مشاور شرکت فراریز ارتباط

## فهرست مندرجات

صفحه	عنوان
ج	کمیسیون فنی تدوین استاندارد
و	پیش‌گفتار
۱	۱ هدف و دامنه کاربرد
۲	۲ مراجع الزامی
۲	۳ اصطلاحات و کوتاه‌نوشت‌ها
۴	۴ شرایط عام سنجش
۴	۴-۱ تعاریف و طبقه‌بندی‌های شبکه ارسال زمینی تلویزیونی
۴	۴-۱-۱ موارد کلی
۵	۴-۱-۲ طبقه‌بندی شبکه برای ارسال بسامدها
۶	۴-۱-۳ طبقه‌بندی شبکه روی پیوندهای کمکی قابل استفاده برای سامانه ارسال سیگنال بین ایستگاه‌ها
۶	۴-۲ شکل سیگنال
۶	۴-۲-۱ شکل سیگنال TS
۷	۴-۲-۲ شکل سیگنال IF
۷	۴-۳ سیگنال‌های آزمون و سیگنال‌های کمکی برای سنجش
۷	۴-۳-۱ سیگنال‌های آزمون
۸	۴-۳-۲ سیگنال‌های کمکی برای سنجش
۹	۵ روش‌های سنجش برای زمان تأخیر سیگنال
۹	۵-۱ هدف و دامنه کاربرد
۹	۵-۲ تعریف زمان تأخیر سیگنال
۹	۵-۲-۱ زمان تأخیر
۹	۵-۲-۲ اختلاف زمانی تأخیر نسبی
۱۰	۵-۳ سنجش مستقیم / غیرمستقیم
۱۰	۵-۳-۱ کلیات
۱۱	۵-۳-۲ سامانه سنجش مستقیم
۱۱	۵-۳-۳ روش سنجش غیرمستقیم
۱۲	۵-۴ محل سنجش
۱۲	۵-۵ طبقه‌بندی سامانه سنجش
۱۵	۶ روش‌های سنجش برای عملکرد ایستگاه رله موج رادیویی
۱۵	۶-۱ هدف و دامنه کاربرد
۱۵	۶-۲ نمودار و اقلام سنجش

۱۵	۱-۲-۶ کلیات
۱۵	۲-۲-۶ نمودار سنجش
۱۶	۳-۲-۶ اقلام سنجش
۱۸	۳-۶ روش‌های سنجش
۱۸	۱-۳-۶ کلیات
۱۸	۲-۳-۶ نرخ خطای بیت (BER) (مورد ۲)
۲۰	۳-۳-۶ کاهش نوفه هم‌ارز (END)
۲۲	۴-۳-۶ مشخصه‌های بسامد دامنه
۲۲	۵-۳-۶ رُخ‌نما تأخیر
۲۳	۶-۳-۶ لغزش فاز
	۷ روش‌های سنجش برای عملکردهای بهبود کیفیت سیگنال ابزاری است که از آن در ایستگاه رله موج رادیویی استفاده می‌شود.
۲۶	۱-۷ کلیات
۲۶	۲-۷ طبقه‌بندی ابزار بهبود کیفیت سیگنال
۲۷	۳-۷ نمودار سنجش و شرایط سنجش
۲۷	۴-۷ اقلام سنجش مشترک
۲۹	۵-۷ روش‌های سنجش برای هر نوع جبران‌کننده
۳۰	پیوست الف نمونه‌های روش‌های سنجش برای تأخیر سیگنال
۴۳	پیوست ب نمونه‌های روش‌های سنجش برای کیفیت سیگنال ایستگاه‌های رله
۵۲	پیوست پ اصول و روش‌های سنجش جبران‌کننده‌ها
۶۱	کتاب‌نامه

## پیش‌گفتار

استاندارد « روش‌های سنجش برای شبکه رقیمی (دیجیتال) - مشخصه‌های عملکردی شبکه ارسال چندرسانه‌ای رقیمی زمینی» که پیش‌نویس آن در کمیسیون‌های مربوط توسط شرکت آگاهان ارتباط آریا تهیه و تدوین شده است و در یکصد و شصت و پنجمین اجلاس کمیته ملی استاندارد، مخابرات مورخ ۱۳۹۳/۰۴/۲۹ مورد تصویب قرار گرفته است، اینک به استناد بند یک ماده ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱، به عنوان استاندارد ملی ایران منتشر می‌شود .

برای حفظ همگامی و هماهنگی با تحولات و پیشرفت‌های ملی و جهانی در زمینه صنایع، علوم و خدمات، استانداردهای ملی ایران در مواقع 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 استفاده کرد .

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

IEC 62553:2012, Methods of measurement for digital network-Performance characteristics of terrestrial digital multimedia transmission network

# روش‌های سنجش برای شبکه رقمی (دیجیتال) - مشخصه‌های عملکردی شبکه ارسال چندرسانه‌ای رقمی زمینی<sup>۱</sup>

## هدف و دامنه کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد، تعیین روش‌های سنجش برای شبکه رقمی است. هنگامی که شبکه ارسال برای پخش همگانی تلویزیونی زمینی رقمی (DDTB)<sup>۲</sup> در حال استقرار است، فناوری‌های شبکه‌ای جدید مانند شبکه بسامدی واحد (SFN)<sup>۳</sup> را می‌توان به خدمت گرفت که برتر از سامانه‌های تلویزیونی آنالوگ متعارف هستند. با این وجود پارامترهای ارزیابی فنی جدید برای نصب سامانه‌های SFN پیشنهاد شده‌اند. اضافه بر این روش‌های ارزیابی کیفیت جدید برای دستیابی به خدمات پخش همگانی پایدار و با کیفیت بالا به منظور اجتناب از تأثیر ناگهانی<sup>۴</sup> افت دریافت سیگنال رقمی، ایجاد شده است که یک پدیده نوعی در ارسال رقمی است که در آن کیفیت سیگنال، وقتی که مقدار C/N دریافتی اندکی کمتر از یک مقدار مشخص شده از حد سامانه می‌شود، کیفیت سیگنال به شدت کاهش می‌یابد.

با توجه به پس‌زمینه توصیف شده در بالا، این استاندارد ملی دارای اهداف زیر است:

- ایجاد روش‌های سنجش که ارزیابی واقعی<sup>۵</sup> عملکرد شبکه‌های ارسال را توانمند می‌کند، به طوری که خدمات DTTB پایدار را به یک واقعیت تبدیل کند.
- ایجاد یک خط پایه فنی، مانند یک تعریف از اصطلاحات فنی، برای استانداردسازی روش‌های سنجش.

روش‌های سنجش که در این استاندارد ملی توصیف شده‌اند، به منظور آزمون و اعتبارسنجی شبکه ارسال تلویزیون زمینی رقمی هستند. روش‌های سنجش برای فرستنده زمینی، در این استاندارد ملی گنجانده نشده است. این روش‌ها در استاندارد IEC 62273-1 توصیف شده‌اند.

این استاندارد ملی هیچ مقررات و / یا الزامات اجباری را معین نمی‌کند. ویژگی‌ها و الزامات تعریف شده برای هر سامانه بر این استاندارد ملی ارجحیت دارند. با این وجود، ممکن است مواردی وجود داشته باشند که جزئیات را برای هر ویژگی انفرادی یا سامانه‌های متفاوتی تعیین نکرده است که بتوان تحت یک روش سنجش متداول ارزیابی کرد. هدف از این استاندارد، فراهم کردن یک خط پایه فنی متداول است که نتایج سنجش را در تمام موارد با هم قابل مقایسه کند.

---

1 - Terrestrial digital multimedia transmission network

2 - Digital Terrestrial television broadcasting

3 - Single frequency network.

4 - Cliff effect.

5 - Objective

## ۲ مراجع الزامی

مدارک الزامی زیر حاوی مقرراتی است که در متن این استاندارد ملی ایران به آن‌ها ارجاع داده شده است. بدین ترتیب آن مقررات جزئی از این استاندارد محسوب می‌شوند.

در صورتی که به مدرکی با ذکر تاریخ انتشار ارجاع داده شده باشد، اصلاحیه‌ها و تجدید نظرهای بعدی آن مورد نظر این استاندارد ملی ایران نیست. در مورد مدارکی که بدون ذکر تاریخ انتشار به آن‌ها ارجاع داده شده است، همواره آخرین تجدید نظر و اصلاحیه‌های بعدی آن‌ها مورد نظر است.

استفاده از مراجع زیر برای این استاندارد الزامی است:

**2-1** IEC 62273-1:2007, Methods of measurement for radio transmitters-performance characteristics of terrestrial digital television transmitters.

**2-2** ISO/IEC 13818-1:2007, information technology – generic coding of moving pictures and associated audio information:systems.

**2-3** TR 101 190,Digital video broadcasting (DVB) ; Implementation guidelines for DVB Terrestrial services transmission aspects.

**2-4** TS 101 191 , Digital video broadcasting (DVB);DVB mega-frame for single frequency network (SFN) synchronization.

**2-5** TR 102 377, Digital video broadcasting (DVB) ; DVB-H Implementation Guidelines.

**2-6** ARIB STD-B31, Transmission system for digital terrestrial television broadcasting.

## ۳ اصطلاحات و کوتاه‌نوشت‌ها

ADC	Analog to digital converter	مبدل آنالوگ به رقمی
ARIB	Association of radio industries and businesses	انجمن صنایع و شرکتهای تجاری رادیویی
ASI	Asynchronous serial interface	واسط ردیفی ناهم‌زمان
ATM	Asynchronous transfer mode	حالت ارسال ناهم‌زمان
BER	Bit Error Ratio	نسبت خطای بیت
C/N	Carrier to Noise Rate	نرخ حامل به نوفه
CPU	Central processing unit	واحد پردازش مرکزی
DTTB	Digital terrestrial television broad casting	پخش همگانی تلویزیونی زمینی رقمی
DVB	Digital video broadcasting	پخش همگانی تصویری رقمی
DVB-H	DVB hand held	DVB دستی



DVB-T	DVB terrestrial	DVB زمینی
D/U	Desired to undesired signal ratio	نسبت سیگنال مطلوب / غیر مطلوب
END	Equivalent noise degradation	کاهش نوفه هم‌ارز
TSI	European telecommunication standards institute	مؤسسه استانداردسازی مخابراتی اروپایی
FFT	Fast Fourier tranform	مبدل سریع فوریه
GPS	Global positioning system	سامانه موقعیت‌یاب جهانی
IF	IntermmEDIATE frequency	بسامد میانی
IFFT	Inverse fast Fourier transform	مبدل معکوس فوریه سریع
IIP	ISDB-T Information packet	بسته اطلاعاتی ISDB-T
IP	Internet protocol	پروتکل اینترنت
ISDB-T	Integrated services digital broad casting- Terrestrial	پخش همگانی رقمی خدمات یکپارچه -زمینی
ISI	Inter symbol inter ference	تداخل میان نمادی
ISO	international standardization organisation	سازمان بین‌المللی استانداردسازی
ITU	International telecommunication union	اتحادیه بین‌المللی مخابرات
JITA	Japan electronics and information technology industries association	انجمن صنایع فناوری اطلاعات و الکترونیکی ژاپن
MER	Modulation error ratio	نسبت خطای مدوله کردن
MFN	Multi frequency network	شبکه چند بسامدی
MIP	Mega-frame initialization packet	بسته آغازین قاب مگا
MNSE	Minimum mean square error	کمینه متوسط خطای مربع
MPEG	Moving picture experts group	گروه خبرگان تصویر متحرک
OFDM	Orthogonal frequency division multiplex	همتافتگر تقسیم بسامد متعامد
PCR	Program clock reference	مرجع ساعت برنامه
PCR-AC	PCR-Accuracy	دقت PCR
PCR-FO	PCR-offset	دورافت PCR
PCR-OJ	PCR overall jitter	لغزش کلی PCR
PDH	Pleisichronous digital hierarely	سلسله مراتب رقمی هم‌گاه
PRBS	Psudo random Binary sequence	دنباله شبه اتفاقی دودویی
PIP	Packet identifier	شناسانه بسته
PLL	Phesed docked loop	حلقه قفل‌شده فازی
PN	Pseudo random noise	نوفه شبه تصادفی

QAM	Quadrature Amplitude modulation	مدوله سازی تریبعی دامنه
RBW	Resolution band width	پهنای باند تفکیکی (وضوح تصویر)
RF	Radio frequency	بسامد رادیویی
RS	Reed Solomon	کدبندی رید سولومون
SDH	Synchronous digital hierarchy	سلسله مراتب رقمی همزمان
SFN	Single frequency network	شبکه تک بسامدی
SP	Scattered pilot signal	سیگنال پراکنده شده راهنما
SPI	Synchronous parallel interface	واسط موازی هم زمان
STL	Studio to transmitter link	پیوند کارگاه به فرستنده
STS	Synchronous time stamp	مهر زمانی همزمانی
TMCC	Transmission and multiplex configuration control signal	سیگنال کنترل پیکربندی ارسال و هم‌تافتگری
TS	Transport stream	جریان حامل
TTL	Transmitter to transmitter link	پیوند فرستنده به فرستنده
TV	Television	تلویزیون
UHF	Ultra high frequency	بسامد فوق بالا (300MHz to 3000 MHz)
UI	Unit interval	بازه واحد
VBW	Video band width	پهنای باند تصویری
VHF	Very high frequency	بسامد بسیار بالا (30MHz to 300 MHz)
VLAN	Virtual local area network	شبکه محلی مجازی

#### ۴ شرایط عام سنجش

۱-۴ تعاریف و طبقه‌بندی‌های شبکه ارسال زمینی تلویزیونی

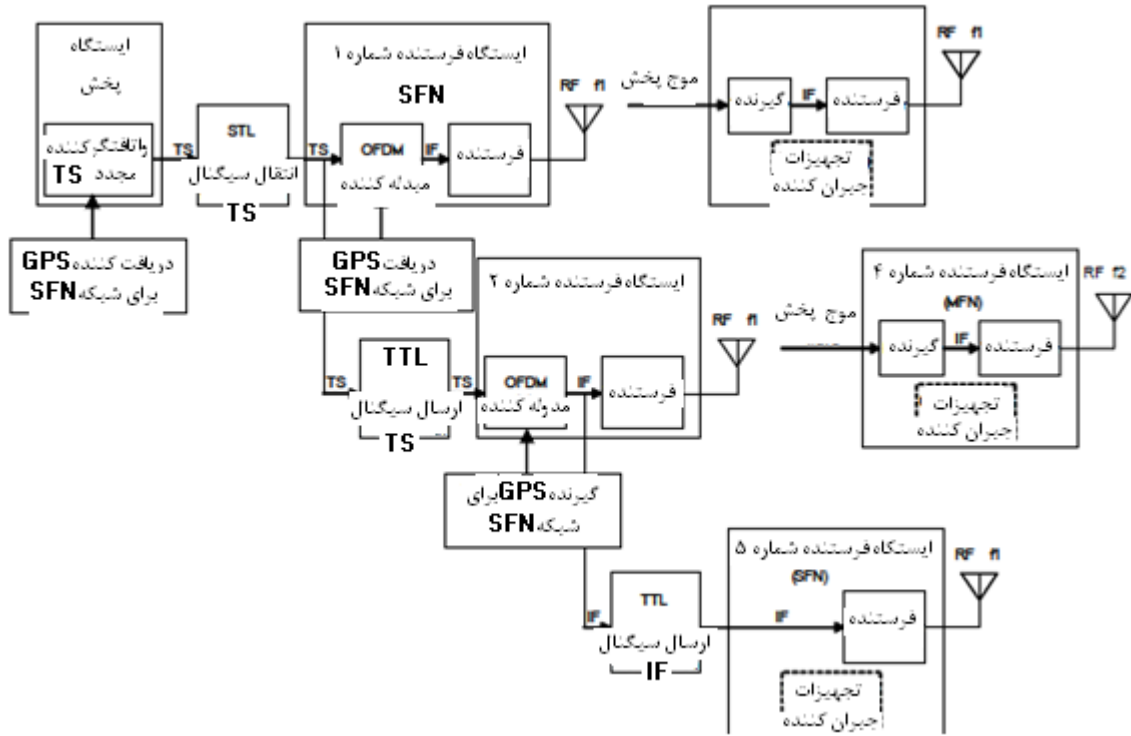
۱-۱-۴ موارد کلی

شبکه‌های ارسال پخش همگانی زمینی رقمی که در این استاندارد ملی تعریف شده‌اند، از دو یا بیشتر از دو فرستنده تلویزیونی رقمی، خطوط رله (پیوندهای اضافی SDH یا PDH: به طور نمونه: ماهواره، رادیویی ATM، تار نوری ATM، اترنت IP، شبکه مجازی محلی)، ایستگاه‌های رله پخش همگانی امواج (که به آن‌ها پرکننده فاصله (جا بجا کننده) یا فرستنده-گیرنده گفته می‌شود) تشکیل شده است و از طریق آن همان برنامه پخش همگانی ارسال می‌یابد. شکل ۱ یک نمونه از شبکه ارسال را نشان می‌دهد.

شبکه در زیربندهای ۲-۱-۴، ۳-۱-۴ بر اساس شرایط زیر طبقه‌بندی شده است.

الف- بسامدهای تخصیص یافته به هر ایستگاه فرستنده که شبکه را تشکیل می دهند.

ب- روش ارسال سیگنال بین ایستگاههای ارسال کننده.



شکل ۱- نمونه شبکه ارسال

#### ۴-۱-۲ طبقه بندی شبکه برای ارسال بسامدها

شبکه تک بسامدی (SFN): شبکه ارسال است که از مجموع ایستگاههای ارسال تشکیل شده است که بسامدهای اختصاص یافته به آنها با هم یکی هستند، در شکل ۱: ایستگاههای ارسال به صورت #۱، #۲، #۳ و #۵ علامت گذاری شده اند و از همان بسامد ارسال SFN، F1 را تشکیل می شوند.

شبکه چند بسامدی (MFN): شبکه ارسال است که از مجموع ایستگاههای ارسال تشکیل شده است که بسامدهای اختصاص یافته به آنها با هم متفاوت هستند، در شکل ۱: ایستگاههای فرستنده #۲ که بسامد تخصیص یافته به آن f1 بوده و ایستگاه فرستنده #۴ که بسامد اختصاص یافته به آن f2 است، MFN را تشکیل می دهند.

در مورد SFN، پارامترهای ارسال هر ایستگاه فرستنده باید شرایط زیر را برآورده کنند:

الف- اختلاف بسامد ارسال یافته هر ایستگاه فرستنده باید در گستره مشخصی باشد.

ب- اگر لازم باشد، اختلاف نمونه برداری بسامد سیگنال‌های OFDM ارسال یافته هر ایستگاه باید در حد یک گستره مشخص باشد.

پ- شکل موج سیگنال‌های ارسال یافته بدین معنی است که مدوله کردن کانال هر ایستگاه باید (یکسان باشد)، این بدین معنی است که محتوای داده مدوله کردن هر ایستگاه باید یکی باشد.

ت- اختلاف زمان ارسال در هر ایستگاه فرستنده باید در حد یک گستره مشخص باشد.

ث- کار هم‌زمانی برای هر ایستگاه باید ضروری باشد. برای عملکرد هم‌زمانی، از مرجع زمانی GPS به عنوان یک سیگنال مرجع شبکه استفاده می‌شود یا شبکه باید روی مرجع زمانی GPS قفل شود.

#### ۴-۱-۳ طبقه‌بندی شبکه روی پیوندهای کمکی قابل استفاده برای سامانه ارسال سیگنال بین ایستگاه‌ها

پیوندهای کمکی متفاوت برای سامانه ارسال سیگنال بین ایستگاه‌ها مورد بررسی قرار گرفته است و در جدول ۱ ذکر شده‌اند.

جدول ۱- طبقه‌بندی پیوند کمکی

پیوند کمکی	سامانه ارسال	سیگنال
پیوند استودیو(ایستگاه) به فرستنده (STL)	سامانه ارسال جریان انتقال	برنامه پخش همگانی رقمی شده و کنترل اطلاعات (به یادآوری مراجعه شود)
	سامانه ارسال بسامد میانی (IF)	
پیوند فرستنده به فرستنده (TTL)	سامانه ارسال جریان انتقال	برنامه پخش همگانی رقمی شده و کنترل اطلاعات
	سامانه ارسال بسامد میانی (IF)	سیگنال OFDM مدوله شده (به یادآوری مراجعه شود)
رله موج پخش همگانی	سامانه رله موج پخش همگانی	سیگنال OFDM مدوله شده (به یادآوری مراجعه شود)
یادآوری- به زیربند ۴-۲-۲ برای شکل سیگنال مراجعه شود.		

#### ۴-۲ شکل سیگنال

#### ۴-۲-۱ شکل سیگنال TS

شکل سیگنالی است که در آن محتوای برنامه پخش همگانی رقمی شده و کنترل اطلاعات با یکدیگر هم‌تافتگری شده است. برای جزییات قالب سیگنال، به مدارک زیر باید مراجعه شود:

- برای سامانه DVB-T/H : ETSI TR 102377, ETSI IR 101 190
- برای سامانه ISDB-T : راهنمای عملیاتی ARIB-STD-B31 فصل پنجم

#### ۲-۲-۴ شکل سیگنال IF

سیگنال OFDM است که به وسیله سیگنال پخش همگانی رقمی مدوله شده است. برای جزییات قالب سیگنال، به مدارک زیر باید مراجعه شود:

- برای سامانه DVB-T: استانداردهای ETSI TR 101 190, ETSI TR 102 377
- برای سامانه ISDB-T: اصل (بدنه) استاندارد B-31ARIB STD

#### ۳-۴ سیگنال‌های آزمون و سیگنال‌های کمکی برای سنجش

#### ۱-۳-۴ سیگنال‌های آزمون

به عنوان سیگنال‌های آزمون برای سنجش، از سیگنال‌های جدول زیر می‌توان استفاده کرد. از سیگنال جریان انتقال پخش همگانی برای خدمات در حال پخش همگانی یا از سیگنال جریان انتقال پخش همگانی هم‌ارز در آن، یا از سیگنال OFDM برای پخش همگانی در فضا استفاده می‌شود. ویژگی‌های سیگنال‌های آزمون باید برای هر سامانه مشخص شود ولی اگر سیگنال OFDM مشخص شود، مجموعه پارامتر ارسال ذکر شده در زیر باید اعمال شوند: به جداول ۲ و ۳ مراجعه شود.

جدول ۲-مجموعه پارامتر سیگنال OFDM برای آزمون در سامانه DVB-T/H

پارامتر	مقدار
۶ مگاهرتز (MHz)	پهنای باند کانال
۸K	تعداد حامل‌ها
۱/۸	نسبت بازه محافظ <sup>a</sup>
۱=۲	جاگذاری زمانی <sup>b</sup> (به یادآوری مراجعه شود)
۶۴ (QAM)	مدوله کردن حامل <sup>c</sup>
۳/۴ یا ۸/۷	نرخ کدبندی برای کد داخلی
یادآوری - به سامانه ISDB-T اعمال می‌شود	
	Guard interval <sup>a</sup>
	Time inter leaving <sup>b</sup>
	Carrier modulation <sup>c</sup>

جدول ۳- مجموعه پارامتر سیگنال OFDM برای آزمون در سامانه DVB-T/H

پارامتر	مقدار
پهنای باند کانال	۸MHz / ۷MHz / ۶MHz
تعداد حامل‌ها	۸ K
نسبت بازه محافظ	۱/۸
جاگذاری زمانی (به یادآوری مراجعه شود)	محلی
مدوله کردن حامل	۶۴ QAM
نرخ کدبندی برای کد داخلی (درونی)	۲/۳
یادآوری- برای سامانه DVB-T/H قابل اعمال است.	

۲-۳-۴ سیگنال‌های کمکی برای سنجش

۱-۲-۳-۴ کلیات

برای سنجش تأخیر سیگنال، از سیگنال‌های کمکی نشان داده شده در زیر استفاده می‌شود.

۲-۲-۳-۴ سیگنال مرجع

الف- سیگنال ۱۰ MHz، سیگنال مرجع ۱۰ MHz است که با GPS هم‌زمان شده است .  
ب- نمونه ضربه ساعت (به یادآوری مراجعه شود) سیگنال مرجعی است که با سیگنال TS پخش همگانی یا سیگنال ساعت نمونه سیگنال OFDM هم‌زمان شده است.

یادآوری - برای سامانه ISDB-T، ۶ مگاهرتزی، بسامد آن ۶۳ / ۵۱۲ MHz است.

۳-۲-۳-۴ سیگنال ۱ ضربه در ثانیه (PPS)

از این سیگنال برای سنجش تأخیر سیگنال در یک ثانیه استفاده می‌شود مگر این که این طور مشخص شود که لبه جلویی (لبه مقدم) سیگنال 1PPS و لبه بالایی سیگنال موج سینوسی ۱۰ مگاهرتزی بر هم منطبق هستند.

سیگنال 1PPS و سیگنال مرجع ۱۰ مگاهرتزی با استفاده از مولد سیگنال مرجع با هم‌زمانی GPS به دست می‌آید.

#### ۴-۳-۴ سیگنال همزمانی قاب

سیگنال همزمانی قاب از اطلاعات همزمانی قاب استخراج می‌شود که در سیگنال TS پخش همگانی توصیف شده در زیربند ۴-۲-۱ و اتافتگری شده است، در مورد سیگنال OFDM، سیگنال همزمانی قاب از وامدوله‌کننده زمانی مدار بازیابی باز تولید می‌شود.

از سیگنال همزمانی قاب می‌توان به عنوان سیگنال مرجع برای سنجش تأخیر سیگنال استفاده کرد. رابطه بین سیگنال همزمانی قاب و ساعت نمونه باید برای هر سامانه مشخص شود.

اضافه بر این، این امکان دارد که گستره سنجش را به بیش از یک قاب با استفاده از اطلاعات زیر که در جریان انتقال و اتافتگری شده افزایش داد (گسترش داد)

- سامانه DVB-T: اطلاعات مگاقاب، به استاندارد ETSI TS 101 191 مراجعه شود.
- سامانه ISDB-T: سیگنال شناسایی قاب : به استاندارد ARIB STD – B31 مراجعه شود.

#### ۵ روش‌های سنجش برای زمان تأخیر سیگنال

##### ۱-۵ هدف و دامنه کاربرد

مدیریت تأخیر سیگنال در شبکه ارسال یک (موضوع) مورد مهم برای کار SFN در شبکه پخش همگانی زمینی رقمی است. در این بند روش‌های سنجش تأخیر سیگنال ارسال در خطوط و تجهیزات و برای اختلاف زمانی تأخیر نسبی بین پیوندهای ارسال توصیف شده‌اند. تأخیر سیگنال تصویری و شنیداری کدبندی‌کننده /واکدکننده خارج از دامنه کاربرد این استاندارد ملی است.

##### ۲-۵ تعریف زمان تأخیر سیگنال

##### ۱-۲-۵ زمان تأخیر

همان‌طور که در شکل ۲-الف نشان داده شده، زمان تأخیر باید به صورت زمان تأخیر بین سیگنال ورودی و سیگنال خروجی همان پیوند ارسال تعریف شود.

انواع نمونه سیگنال‌های ورودی / خروجی در جدول ۴ توصیف شده‌اند.

##### ۲-۲-۵ اختلاف زمانی تأخیر نسبی

همان‌طور که در شکل ۲-ب نشان داده شده، اختلاف زمانی تأخیر نسبی باید به صورت اختلاف زمانی نسبی بین خروجی‌های پیوندهای ارسال مختلف تعریف شود.

انواع نمونه سیگنال ورودی / خروجی در جدول ۴ توصیف شده‌اند.



شکل ۲- الف - تعریف زمان تأخیر



شکل ۲- ب - تعریف اختلاف زمان تأخیر نسبی

شکل ۲- تعاریف اختلاف زمان تأخیر نسبی و زمان تأخیر

جدول ۴- ترکیب نوع سیگنال

نقطه سنجش # ۲	نقطه سنجش #۱	قلم سنجش
سیگنال TS پخش همگانی	سیگنال TS پخش همگانی	زمان تأخیر
سیگنال OFDM	سیگنال TS پخش همگانی	
سیگنال OFDM	سیگنال OFDM	
سیگنال TS پخش همگانی	سیگنال TS پخش همگانی	اختلاف زمانی تأخیر نسبی
سیگنال OFDM	سیگنال OFDM	
یادآوری - برای جزییات انواع سیگنال ها به بند ۴ مراجعه شود .		

۳-۵ سنجش مستقیم / غیرمستقیم

۱-۳-۵ کلیات

همان طور که در زیربند ۲-۵ تعریف شده، هر دو تأخیر سیگنال و اختلاف زمانی تأخیر نسبی به صورت اختلاف زمانی بین سنجش انجام شده در نقطه #۱ و نقطه # ۲، تعیین شده‌اند.

دو سامانه سنجش بر اساس سیگنالی مقایسه‌ای در نظر گرفته می‌شوند. یک سامانه مقایسه مستقیم سیگنال‌های #۱ و #۲ است. این سامانه سنجش در این استاندارد ملی به عنوان سامانه سنجش مستقیم تعریف می‌شود. از طرف دیگر زمان‌بندی سیگنال‌های نقاط #۱ و #۲ با استفاده از سیگنال مرجع مشترک سنجش می‌شود. این سامانه سنجش به عنوان سامانه سنجش غیرمستقیم در این استاندارد ملی تعریف می‌شود.



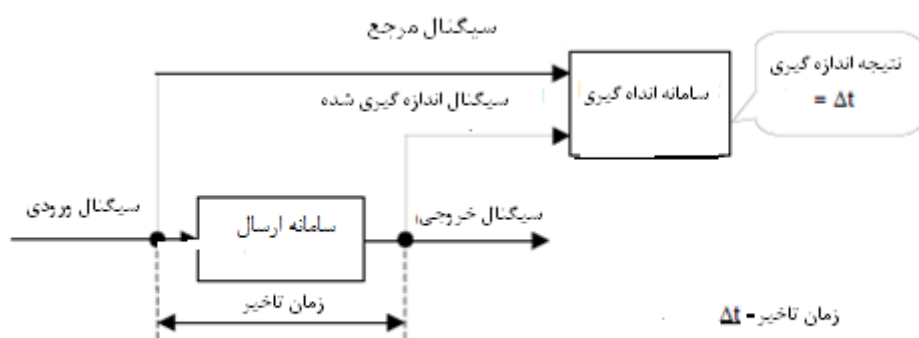
جزئیات این دو سامانه در زیر توصیف می‌شوند.

### ۵-۳-۲ سامانه سنجش مستقیم

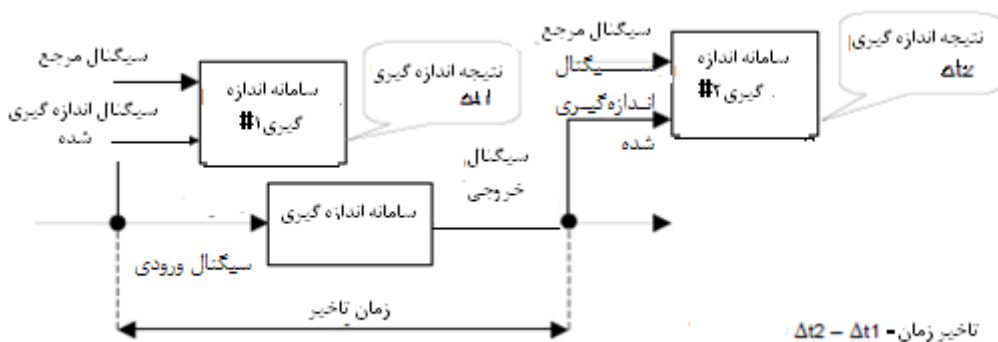
روش سنجش است که در آن سیگنال‌ها در دو نقطه سنجش به طور مستقیم با هم مقایسه و زمان تأخیر سنجیده می‌شود. در این روش، سیگنال ورودی به عنوان سیگنال مرجع و سیگنال خروجی به عنوان سیگنال سنجش شده تعریف می‌شوند. مفهوم این روش در شکل ۳-الف نشان داده شده است.

### ۵-۳-۳ روش سنجش غیرمستقیم

روش سنجش است که در آن از سیگنال مرجع مشترک به عنوان مرجع سنجش تأخیر سیگنال استفاده می‌شود. همان‌طور که در شکل ۳-ب نشان داده شده است، هر سیگنال سنجش شده در هر نقطه سنجش با استفاده از سیگنال مرجع مقایسه شده و اختلاف زمانی بین سیگنال مرجع و سیگنال سنجش شده در نقاط سنجش با هم مقایسه می‌شوند. اختلاف زمانی نتایج سنجش به عنوان زمان تأخیر در این روش تعریف می‌شود.



شکل ۳-الف - روش سنجش مستقیم



شکل ۳-ب - روش سنجش غیرمستقیم

شکل ۳-۳ روش سنجش مستقیم و غیرمستقیم

#### ۴-۵ محل سنجش

سامانه سنجش بر اساس مکان (محل) سنجش تعریف می‌شود.

محل‌های سنجش نقاط #۱ و #۲ در یک محل هستند که این مورد از سنجش به عنوان سنجش در همان محل تعریف می‌شود. سنجش تأخیر سیگنال تجهیزات ارسال یکی از این نوع سنجش‌ها است.

از طرف دیگر، مکان‌های سنجش نقاط #۱ و #۲ که در محل‌های متفاوت هستند، به عنوان سنجش در محل‌های متفاوت تعریف می‌شوند. سنجش اختلاف زمانی ارسال یک ایستگاه متفاوت یکی از این نوع سنجش‌ها است.

#### ۵-۵ طبقه‌بندی سامانه سنجش

بر طبق پارامترهای تعریف شده در زیربندهای ۲-۵ تا ۴-۵، سامانه‌های سنجش به ۱۶ مورد مطابق جدول ۵ طبقه‌بندی می‌شوند.

نمونه‌ها و سامانه‌های سنجش هر مورد به صورت زیر توصیف می‌شوند:

الف- مورد ۱: این یک مورد نوعی سنجش تأخیر ارسال در خط ارسال TS و / یا در تجهیزات ارسال در همان ایستگاه است. یک نمونه از سامانه سنجش در بند الف-۱ نشان داده شده است.

ب- مورد ۲: تأخیر سیگنال مدوله‌کننده OFDM یک مورد نوعی از آن است. قالب سیگنال ورودی TS است و قالب خروجی سیگنال RF مدوله شده OFDM است، در این مورد، زمان هم‌زمانی قاب هر دو سیگنال با هم مقایسه می‌شوند. یک نمونه از سامانه سنجش در بند الف-۱ نشان داده شده است.

پ- مورد ۳: این یک مورد نوعی به صورت سنجش تأخیر ارسال در خط ارسال RF و / یا تجهیزات ارسال RF همان ایستگاه است. یک مورد از سامانه سنجش در بند الف-۱ نشان داده شده است.

ت- مورد ۴: این مانند مورد ۳ است ولی روش سنجش متفاوت است. یک نمونه از سامانه سنجش در بند الف-۲ نشان داده شده است.

ث- مورد ۵: این یک مورد نوعی به صورت سنجش تأخیر ارسال در پیوند ارسال TS بین ایستگاه‌های مختلف است. از سیگنال هم‌زمانی معمولی قاب به عنوان سیگنال مرجع استفاده می‌شود. در این مورد، اختلاف زمانی سیگنال مرجع در موقعیت‌های مختلف باید به طور دقیقی مانند قبل سنجش شوند. یک نمونه از سامانه سنجش در بند الف-۳ نشان داده شده است.

ج- مورد ۶: این یک مورد نوعی به صورت سنجش تأخیر ارسال پیوند ارسال RF بین ایستگاه‌های مختلف است. از سیگنال هم‌زمانی معمولی قاب به عنوان سیگنال مرجع استفاده می‌شود. در این مورد، اختلاف زمان

سیگنال مرجع در موقعیت‌های مختلف باید به طور دقیقی مانند قبل سنجش شوند. یک نمونه از سامانه سنجش در بند الف-۳ نشان داده شده است.

چ- مورد ۷: این یک مورد نوعی به صورت سنجش تأخیر ارسال پیوند ارسال TS بین ایستگاه‌های مختلف است. از سیگنال 1PPS، GPS به عنوان سیگنال مرجع استفاده می‌شود. یک نمونه از سامانه سنجش در بند الف-۴ نشان داده شده است.

ح- مورد ۸: این یک مورد نوعی به صورت سنجش تأخیر ارسال در پیوند ارسال RF بین ایستگاه‌های مختلف است. از 1PPS سیگنال GPS به عنوان سیگنال مرجع استفاده می‌شود. یک نمونه از سامانه سنجش در بند الف-۴ نشان داده شده است.

خ- موارد ۹ تا ۱۲: در موردی که از پیوندهای ارسال TS/RF مختلف به عنوان افزونگی استفاده شود، اختلاف زمانی خروجی‌های ارسال مختلف باید در همان ایستگاه سنجش شوند. سامانه‌های سنجش مشابه موارد ۱ تا ۴ هستند.

د- موارد ۱۳ تا ۱۶: این موارد در شبکه ارسال بیشتر مورد توجه هستند که از پیوندهای ارسال TS/RF متفاوت به ایستگاه‌های مختلف تشکیل شده‌اند. از این سامانه‌های سنجش برای تأیید اختلاف زمانی ایستگاه‌های متفاوت استفاده می‌کنند. سامانه‌های سنجش شبیه به مورد ۵ تا ۸ هستند.

برای موارد ۱۳ و ۱۴، اختلاف زمانی سیگنال مرجع (سیگنال هم‌زمانی قاب) در مکان‌های متفاوت را می‌توان به وسیله سیگنال 1PPS یا با استفاده از روش‌های تعریف شده قبلی اندازه گرفت.

جدول ۵- طبقه‌بندی سامانه سنجش برای زمان تأخیر سیگنال

ملاحظات	قالب زمانی سنجش شده (یادآوری (۵)	سیگنال مرجع (یادآوری (۴)	مستقیم / غیر مستقیم (یادآوری ۳)	قالب سیگنال		مکان سنجش (یادآوری (۲)	تعریف (یادآوری (۱)	مورد
				#۱	#۲			
به بند الف- ۱ مراجعه شود	زمان بندی قاب سیگنال سنجش شده	خروجی الف	مستقیم	TS	TS	همان مکان	سنجش تأخیر زمان	۱
				OFDM	TS			۲
	OFDM			OFDM	۳			
	OFDM			OFDM	۴			
به بند الف- ۲ مراجعه شود	یادآوری ۶	سیگنال هم‌زمانی قاب	غیر مستقیم	TS	TS	مکان متفاوت		۵
	زمان بندی قاب سیگنال سنجش شده			OFDM	OFDM			۶
				TS	TS			۷
				OFDM	OFDM			۸
به بند الف- ۳ مراجعه شود	زمان بندی قاب سیگنال سنجش شده	خروجی الف	مستقیم	TS	TS	همان مکان	اختلاف زمان تأخیر نسبی	۹
				OFDM	TS			۱۰
	(یادآوری ۶)			OFDM	OFDM			۱۱
				OFDM	OFDM			۱۲
به بند الف- ۴ مراجعه شود	زمان بندی قاب سیگنال سنجش شده	سیگنال هم‌زمانی قاب	غیر مستقیم	TS	TS	مکان متفاوت		۱۳
				زمان بندی قاب سیگنال سنجش شده	OFDM			OFDM
	TS				TS			۱۵
	OFDM				OFDM			۱۶
<p>یادآوری ۱- به بند ۵-۲ برای تعریف مراجعه شود.</p> <p>یادآوری ۲- به بند ۵-۴ برای مکان سنجش شود.</p> <p>یادآوری ۳- به بند ۵-۳ برای روش‌های سنجش مراجعه شود.</p> <p>یادآوری ۴- سیگنال مرجع در بند ۵-۳ تعریف شده است.</p> <p>یادآوری ۵- قالب سیگنال برای سنجش تأخیر زمانی</p> <p>یادآوری ۶- در موارد ۴ و ۱۲ مقایسه مستقیم در سیگنال برای سنجش زمانی تأخیر</p> <p>یادآوری ۷- برای سنجش دقیق، فنآوری جدیدی در بند الف- ۵ این استاندارد ملی پیشنهاد شده است.</p>								

## ۶ روش‌های سنجش برای عملکرد ایستگاه رله موج رادیویی

### ۱-۶ هدف و دامنه کاربرد

یک ایستگاه رله موج پخش همگانی برای این اهمیت دارد که (نواحی) را پوشش دهد که قدرت میدان موج رادیویی ایستگاه اصلی به اندازه کافی برای دریافت قوی نیست. به عنوان نمونه، یک پرکننده فاصله یک نوع از این ایستگاه‌ها است. این نوع ایستگاه مفید است زیرا به یک منبع بسامد دیگر و / یا پیوند ارسال نیازی نیست و همچنین امکان دارد که هزینه زیر ساخت را کاهش دهد.

ولی در این نوع شبکه، ایستگاه رله سیگنال را دریافت و دوباره ارسال می‌کند. بنابراین کاهش کیفیت سیگنال که به دلیل پخش همگانی مجدد به وجود می‌آید، رویهم انباشته می‌شود. بدین دلیل، این اهمیت دارد که کیفیت کلی سیگنال را برای این نوع شبکه تخمین و سنجش کرد.

### ۲-۶ نمودار و اقلام سنجش

#### ۱-۲-۶ کلیات

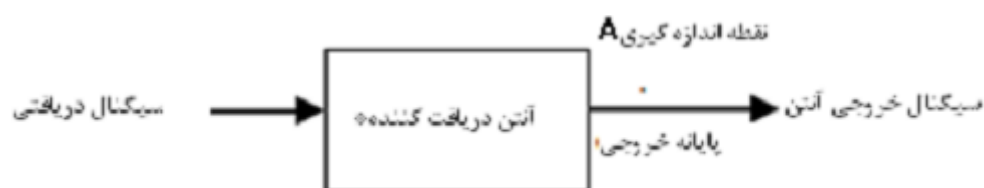
نمودار سنجش و اقلام سنجش باید برای هر سامانه مشخص شوند ولی تا زمانی که مشخص نشده‌اند، از موارد زیر باید استفاده شود.

#### ۲-۲-۶ نمودار سنجش

نمودار سنجش ایستگاه رله باید به صورت دو مورد زیر طبق هدف سنجش / ارزیابی طبقه‌بندی شوند.

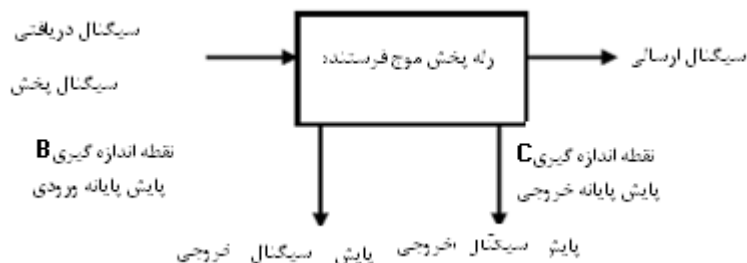
الف-سنجش برای عملکردهای سیگنال دریافتی ایستگاه رله

در مورد سنجش برای عملکردهای ایستگاه رله، فقط از نمودار سنجش باید استفاده شود که در شکل ۴ نشان داده شده است



شکل ۴- نمودار سنجش سیگنال دریافتی ایستگاه رله (مورد الف)

ب- سنجش عملکرد زنجیره شبکه ارسال  
در مورد سنجش عملکردهای زنجیره شبکه ارسال از نمودار سنجش که در شکل ۵ نشان داده شده، باید استفاده شود.



یادآوری - سیگنالی که باید اندازه گرفته شود سیگنال RF است.

شکل ۵- نمودار سنجش ایستگاه رله (مورد ب)

#### ۳-۲-۶ اقلام سنجش

اقلام سنجش باید برای هر سامانه مشخص شوند. به جز موارد تعیین شده، به اقلام سنجش تعیین شده در جدول ۶ مراجعه شود.

در جدول ۶، روش‌های سنجش برای اقلام مشخص شده در استاندارد IEC 62273-1 که علامت‌دهی شده‌اند، مشترک است. برای جزئیات این روش‌ها، به استاندارد IEC 62273-1 مراجعه شود.

اضافه بر این، این روش‌ها که در جدول ۶ معین شده‌اند را می‌توان برای سنجش کیفیت سیگنال دریافتی به کار برد.

جدول ۶- یک نمونه از اقلام سنجش برای ایستگاه رله

یادآوری روش سنجش	کیفیت سیگنال از طریق ایستگاه رله (یادآوری ۳)	کیفیت سیگنال ورودی (یادآوری ۲)	فقط ایستگاه رله (یادآوری ۱)	قلم سنجش
مشخصه‌های عام فرستنده				
به بند ۵-۱ استاندارد IEC 62273-1 مراجعه شود	×		×	پسامد
به بند ۵-۲ استاندارد IEC 62273-1 مراجعه شود	×		×	توان خروجی
به بند ۵-۳ استاندارد IEC 62273-1 مراجعه شود	×		×	قلمرو گسیل ناخواسته <sup>a</sup>
به بند ۵-۴ استاندارد IEC 62273-1 مراجعه شود	×		×	گسیل خارج از باند
به بند ۵-۵ استاندارد IEC 62273-1 مراجعه شود	×		×	پهنای باند اشغال شده
به بند ۵-۶ استاندارد IEC 62273-1 مراجعه شود	×		×	توان مصرفی
مشخصه سیگنال‌های ورودی و خروجی				
به بند ۶-۱ استاندارد IEC 62273-1 مراجعه شود			×	شانه <sup>b</sup>
به بند ۶-۲ استاندارد IEC 62273-1 مراجعه شود	×	×	×	نسبت خطای مدوله کردن MER
به بند ۶-۳ استاندارد IEC 62273-1 مراجعه شود			×	BER مورد ۱ (یادآوری ۴)
به بند ۶-۳-۱ این استاندارد مراجعه شود	×	×		BER مورد ۲ (یادآوری ۵)
به بند ۶-۴ استاندارد IEC 62273-1 مراجعه شود	×	×	×	END (یادآوری ۶)
به بند ۶-۵ استاندارد IEC 62273-1 مراجعه شود			×	نوفه فاز
به بند ۶-۳-۳ این استاندارد مراجعه شود	×	×	×	مشخصه‌های پسامد دامنه
به بند ۶-۳-۴ این استاندارد مراجعه شود		×		رُخ‌نما تأخیر
به بند ۶-۳-۵ این استاندارد مراجعه شود	×	×	×	لغزش فاز

یادآوری روش سنجش	کیفیت سیگنال از طریق ایستگاه رله (یادآوری ۳)	کیفیت سیگنال ورودی (یادآوری ۲)	فقط ایستگاه رله (یادآوری ۱)	قلم سنجش
<p>یادآوری ۱-نقطه سنجش : شکل ۴ مورد الف</p> <p>یادآوری ۲-نقطه سنجش : شکل ۵ مورد الف</p> <p>یادآوری ۳-نقطه سنجش : شکل ۵ مورد ب</p> <p>یادآوری ۴-روش سنجش با سیگنال PN (سیگنال شبه اتفاهی نوفه )</p> <p>یادآوری ۵-روش سنجش ساده با استفاده از سیگنال پخش همگانی</p> <p>یادآوری ۶-برای سنجش سیگنال دریافتی END، باید با این موضوع توجه داشت که سیگنال دریافتی ممکن است با جزئی نوفه همراه باشد بنابراین روش سنجش برای سیگنال دریافتی در بند ۶-۳-۲ این استاندارد ملی توصیف شده است.</p>				
				Spurious <sup>a</sup>
				Shoulder <sup>b</sup>

۳-۶ روش‌های سنجش

۱-۳-۶ کلیات

در این زیر بند، روش‌های سنجشی توصیف می‌شوند که در IEC 62273-1 تعریف نشده‌اند.

۲-۳-۶ نرخ خطای بیت (BER) (مورد ۲)

۱-۲-۳-۶ تعریف

سنجش BER، فرستنده رقمی (دیجیتالی) در استاندارد IEC 62273-1، زیربند ۳-۶ تعریف شده است.

ولی در این روش، کد PN به عنوان سیگنال آزمون، مورد نیاز است. به همین دلیل، روش سنجش BER که در استاندارد IEC 62273-1 تعریف شده را نمی‌توان در حین کار فرستنده، اعمال کرد.

ولی در مورد نگهداری قسمتی از شبکه این ضروری است که کیفیت شبکه را در حال کار، هم‌زمان سنجش کرد.

با توجه به وضعیت فوق، روش‌های سنجش BER توصیف می‌شوند که قابل اعمال در حین کار فرستنده هستند (به شکل ۶ مراجعه شود) .



### ۶-۳-۲-۲ روش‌های سنجش

دو روش قابل اعمال هستند:

الف-روش استفاده از بسته (تهی) سیگنال پخش همگانی؛

بسته‌های خالی (تهی) در جریان بسته‌های داده برای تنظیم سرعت ارسال، جاگذاری می‌شوند. ناحیه بایت داده بسته‌های (تهی) روی (صفر) تنظیم می‌شوند. چون ناحیه بایت داده بسته‌های (تهی) شناخته شده است، نرخ خطای بیت سیگنال دریافتی را می‌توان طوری اندازه گرفت که تفاوت بیت‌ها را در قسمت خروجی واگدکننده گیرنده، شمارش کند.

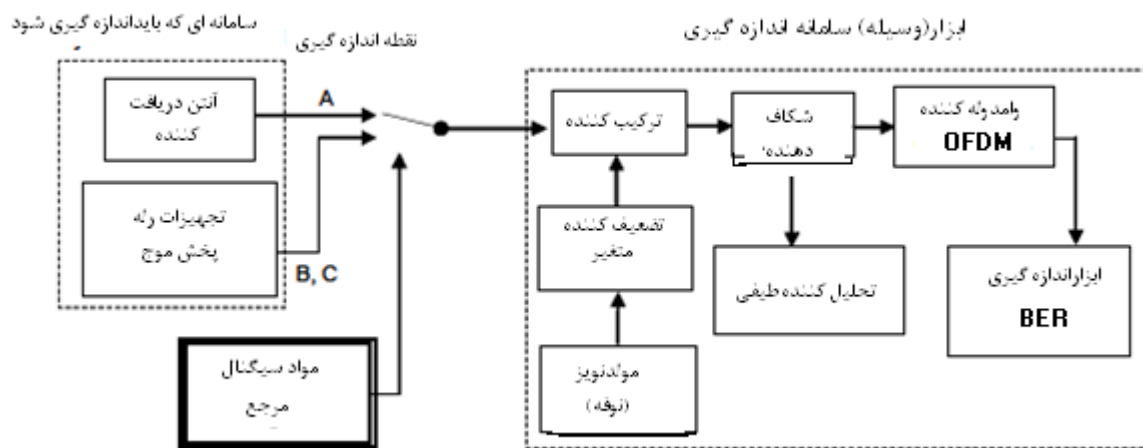
یک نمونه از روش سنجش در ب-۱-۱ توصیف شده است.

ب-روش ساده شده برای مقایسه سیگنال ورودی و سیگنال باز کدشده؛

در قسمت دریافت کننده، BER برای مقایسه با سیگنال از قبل کد شده و در بعد واگدشده است که سیگنال مجدد کد شده، برای شمارش تعداد بیت‌های مختلف سنجش می‌شود.

یک نمونه از روش سنجش در ب-۱-۲ توصیف شده است.

این روش همواره دقیق نیست، بدین شکل که کارکرد اصلاح خطا به خوبی عمل نمی‌کند. بنابراین، این امر لازم است تا بررسی شود که کارکرد اصلاح خطا به درستی عمل می‌کند.



شکل ۶-روش سنجش BER

### ۳-۳-۶ کاهش نوفه هم‌ارز (END)<sup>۱</sup>

#### ۱-۳-۳-۶ کلیات

کاهش نوفه هم‌ارز، یک سنجش مهم برای ارزیابی کیفیت شبکه رله موج پخش همگانی و کیفیت سیگنال دریافتی به وسیله جایگزینی با سطح نوفه گوسی شکل هم‌ارز است که همان اختلالات<sup>۲</sup> را در کیفیت سیگنال هم‌ارز به وجود می‌آورد که به هر دلیلی باعث کاهش کیفیت مانند تداخل، غیرخطی بودن، چند مسیری و غیره می‌شود.

کف نوفه هم‌ارز (ENF)<sup>۳</sup>، یک مقدار دیگر برای ارزیابی کیفیت سیگنال است، در مواردی که کاهش کیفیت سیگنال کم می‌باشد.

یادآوری - در بعضی موارد، از اصطلاح هم‌ارز (dB) C/N استفاده می‌شود.

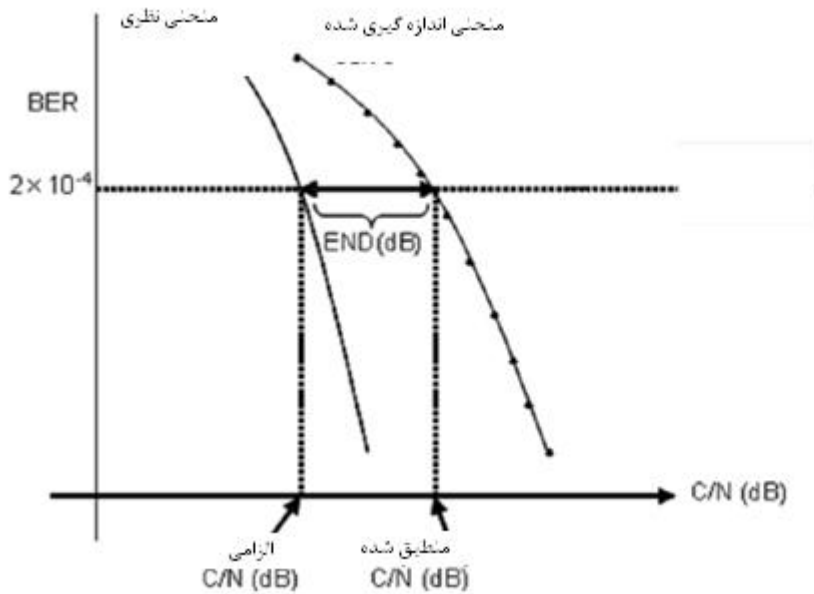
#### ۲-۳-۳-۶ تعریف

در شکل ۷، C/N(dB) در مقدار  $2 \times 10^{-4}$  منحنی نظری، به عنوان C/N(dB) مطلوب تعریف می‌شود (به یادآوری مراجعه شود) و C/N منحنی سنجش شده در مقدار  $2 \times 10^{-4}$  به عنوان C/N (dB) انطباق‌یافته تعریف می‌شود. END(dB) در فرمول زیر به صورت اختلاف بین C/N(dB) مطلوب و C/N(dB) انطباقی تعریف می‌شود

یادآوری - C/N الزامی برای سامانه ارسال و مجموعه پارامتر ارسال متفاوت است. به پیوست الف استاندارد EN 300744 برای C/N سامانه DVB/T مراجعه شود، برای ISDB-T به پیوست الف-۱-۵ از JEZTA، کتابچه شبکه رقمی زمینی مراجعه شود.

---

1- Equivalent Noise Degradation.  
2 - Impairments.  
3 - Equivalent noise floor



شکل ۷- تعریف END

$$END (db) = CN_{add}(dB) - CN_r (dB)$$

که در این جا:

$CN_{add}(dB)$ :  $C/N(dB)$  انطباق یافته و  $CN_r (dB)$ :  $C/N (dB)$  الزامی

در مورد کاهش طبیعی، مدوله کننده OFDM که برای ابزار سنجش قابل صرف نظر نیست. برای  $END(db)$  از فرمول زیر استفاده می شود:

$$END (dB) = -10 \text{ LOG}_{10} (10^8 (-CN_{add}/10) + 10^8 (-CN_{fix}/10) - CN_r (dB))$$

که در این جا:

$CN_{fix}(dB)$ : کاهش نهفته کیفیت مدوله کننده OFDM

ENF به صورت نسبت توان سیگنال (C) به اضافه توان نوفه گاوسی انطباق داده شده (N) را به دست می دهد که همان مقدار BER را که به وسیله تمام علل کاهش ایجاد می شوند. رابطه بین ENF و END در مقدار  $BER \ 2 \times 10^{-4}$  به وسیله فرمول زیر ارائه می شود:

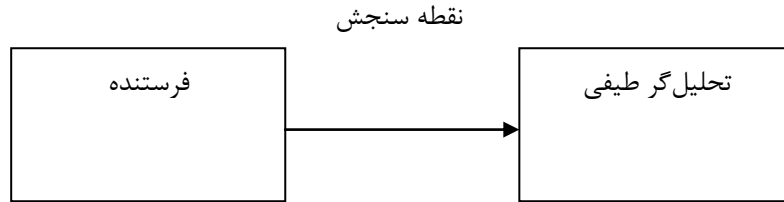
$$ENF(db) = 10 \log_{10} (10^8 (-CN_r/10) + 10^8 (-CN_r + END)/10)$$

از فرمول های فوق، سنجش  $CN_{Add}(dB)$  و  $CN(dB)$  برای محاسبه  $END (dB)$  و  $ENF(db)$  ضروری است. برای روش های سنجش  $CN_{Add}(dB)$  و  $CN_{fix}(dB)$ ، نمونه هایی در بند ب-۲ ارائه شده اند.

۴-۳-۶ مشخصه‌های بسامد دامنه

۱-۴-۳-۶ سامانه سنجش

شکل ۸-تنظیم (چینش) برای سنجش مشخصه‌های دامنه بسامد را نشان می‌دهد.



شکل ۸-نمودار سنجش مشخصه‌های دامنه - بسامد

۲-۴-۳-۶ روش‌های سنجش

الف- یک تحلیل‌گر طیفی را به یک نقطه پایش خروجی ماسک پالایه متصل کنید.

ب- بسامد- دامنه را با استفاده از تحلیل‌گر طیفی سنجش کنید.

پ- تنظیم تحلیل‌گر طیفی باید به صورت زیر باشد و اگر ضروری است، باید از تابع میانگین‌گیر استفاده نمود.

جدول ۷- نمونه مجموعه پارامتر تحلیل‌گر طیفی

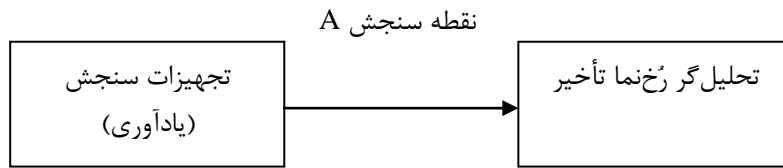
حالت آشکارکننده	VBW	RBW	فراخنا	بسامد مرکزی
آشکارساز اوج مثبت	۳۰۰Hz	۳۰ KHz	۶MHz	بسامد مرکزی موج مدوله شده

۵-۳-۶ رُخ‌نمای تأخیر

۱-۵-۳-۶ تعریف

در شبکه رله موج پخش همگانی، کاهش کیفیت سیگنال همانند اعوجاج دامنه- بسامد و تداخل (میان نمادی) به وسیله انتشار چند مسیری به وجود می‌آید. اضافه بر این، در مورد عمل SFN (شبکه تک بسامدی) اختلاف زمان نسبی سیگنال‌های جمعی که از فرستنده‌های مختلف ارسال می‌شوند، باید در محدوده بازه زمانی مشخص شده باشند .

سنجش رُخ‌نمون تأخیر برای تأیید وضعیت فوق ضروری است.



شکل ۹- نمودار بلوکی سنجش تأخیر نمایه

نمودار سنجش در شکل ۹ نشان داده شده است .

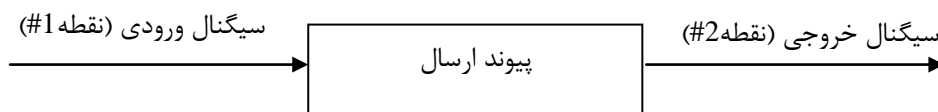
تحلیل گر رُخ نما تأخیر را می توان برای هر سامانه تهیه کرد. فرآیند محاسبه رُخ نما تأخیر در بند ب-۳ توصیف شده است.

۶-۳-۶ لغزش فاز

۶-۳-۶-۱ هدف

دقیق نبودن ساعت نماد مربوط به بسامد مطلق، رانش بسامد و لغزش می تواند تداخل میان نمادی را به وجود آورد. اضافه بر این دقت مراجع ساعت ارسال شده مانند مرجع ساعت برنامه (PCR)<sup>۱</sup>، می تواند تحت تأثیر قرار گیرد. بنابراین کاهش کیفیت سیگنال، به خاطر دقیق نبودن نمادهای ساعت، باید ناچیز باشد. لغزش نماد ساعت و دقت آن می تواند کاهش کیفیت ایجاد کند. اگر نماد ساعت به طور مستقیم از یک ساعت داده TS ناپایدار ترکیب شوند، بدین دلیل، سنجش باید در هنگامی که انجام شود، فرستنده به وسیله TS فعال شود، تا بتوان از به دست آوردن بدترین حالت سنجش اطمینان حاصل کرد.

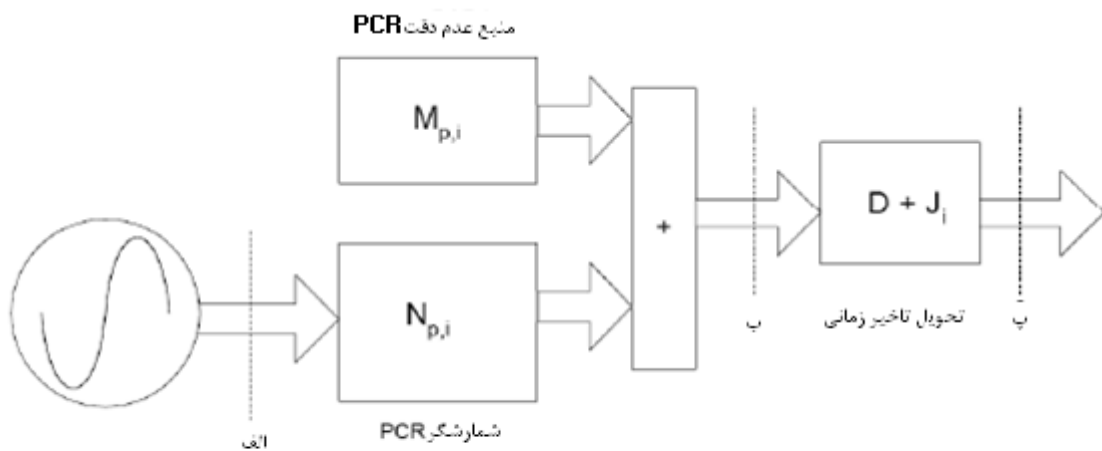
۶-۳-۶-۲ واسط



قلم سنجش	نقطه سنجش #1	نقطه سنجش #2
لغزش فاز	سیگنال جریان ارسال پخش همگانی	سیگنال جریان ارسال پخش همگانی

1 -Program clock refrence.

برای سنجش‌های بسامد مطلق، لغزش بلند مدت<sup>۱</sup> بسامد و لغزش زمانی قابل توجه هستند. با استفاده از یک مدار حلقه‌ای با قفل فازی (PLL)<sup>۲</sup> برای هم‌زمانی با ساعت نماد و بر طبق پهنای باند حلقه، از لغزش زمانی جلوگیری شده و رانش بسامد پایین هنوز در خروجی نوسان‌ساز حلقه وجود دارد. لغزش را می‌توان با یک نوسان‌سنج از طریق چکانه آن با ساعت استخراج شده، اندازه گرفت. لغزش را به طور عادی می‌توان به صورت مقدار اوج به اوج در واحد بازه (UI) بیان نمود در جایی که یک UI برابر با یک چرخه ساعت (نماد T) است. برای سنجش‌های بسامد مطلق و لغزش بسامد، می‌توان از خروجی استخراج‌کننده ساعت و یا از نماد ساعت به طور مستقیم با استفاده از یک شمارش‌گر بسامد مناسب استفاده کرد.



شکل ۱۰-مدل مرجع

نقاط مرجع به وسیله خطوط نقطه چین (تیره‌دار) نشان داده شده‌اند. به شکل ۱۰ مراجعه شود.

این یک مدل از یک کدکننده/همافتگر (تا نقطه مرجع B) و یک ساز و کار تحویل فیزیکی یا شبکه ارتباطات (بین نقاط مرجع B و C) است. اجزاء مدل در سمت چپ نقطه مرجع B خاص یک PCR PID تکی هستند. اجزا مدل در سمت راست نقطه مرجع B مربوط به کل جریان حمل و نقل می‌شوند. تجهیزات سنجش به طور معمول فقط می‌توانند دسترسی به TS در نقطه مرجع C داشته باشند.

این مدل از یک نوسان‌ساز بسامد ساعت سامانه با بسامد اسمی ۲۷ MHz تشکیل شده است ولی بسامد واقعی آن از این بسامد، به‌اندازه تابع:  $f \text{ dev}(P,T)$  انحراف دارد. این تابع بستگی به زمان  $t$  داشته و خاص یک PCR PID (P) تکی است. ورنهاد بسامد PCR-FO مقدار  $f \text{ dev}(P,T)$  را اندازه می‌گیرد.

1 - Wander.  
2 - Phased locked loop.

نرخ رانش PCR-DR، نرخ تغییر با زمان  $f dev (P,T)$  است.

نوسان ساز بسامد ساعت سامانه یک شمارشگر PCR را راه اندازی می کند که یک تعداد PCR مطلوب،  $N_{p,i}$  را تولید می کند. به  $p$  به PCR PID خاص اشاره کرده و  $i$  به موقعیت بیت در جریان انتقال اشاره دارد. به این رابطه، یک مقدار از منبع غیر دقیق PCR اضافه می شود.  $M_{p,i}$  مقدار PCR را تولید می کند. که در جریان  $P_{p,i}$  مشاهده می شود. یک رابطه ساده بین این مقادیر به صورت زیر است.

$$P_{p,i} = N_{p,i} + M_{p,i} \quad (1)$$

که در آن  $M_{p,i}$  دقت PCR-AC را نشان می دهد.

سازوکار فیزیکی تحویل یا شبکه ارتباطاتی فراتر از نقطه  $B$  یک متغیر تأخیر بین زمان جدایی بیت های  $T_i$  و زمان ورود بیت های  $U_i$  ایجاد می کند .

$$U_i - T_i = D + J_i \quad (2)$$

در مورد یک PCR،  $U_i$  زمان رسیدن آخرین بیت آخرین بایت حاوی PCR پایه است (به قسمت های ۱ تا ۵ از مجموعه استاندارد ISO/IEC 13818-1 مراجعه شود).  $D$  یک ثابت است که میانگین تأخیر از طریق شبکه ارتباطی را بازنمایی می کند.  $J_i$  لغزش در تأخیر شبکه است و مقدار متوسط آن برای کل زمان تعریف شده صفر است. ،  $J_i + M_{p,i}$ ، به صورت لغزش کل PCR\_OJ سنجش می شود.

در مورد معمول جایی که جریان انتقال دارای یک نرخ بیت ثابت است، در نقطه مرجع  $B$  جریان انتقال با یک نرخ بیت ثابت اسمی  $R$  در حال ارسال است. این مهم است که دقت شود در این مدل مرجع، این نرخ بیت دقیق و ثابت است، هیچ ایجاد خطائی از نرخ بیت متغیر حاصل نمی شود. این یک معادله افزونه را برای زمان حرکت بسته ها به وجود می آورد (تعیین می کند).

$$T_i = T_0 + \frac{i}{R_{nom}} \quad (3)$$

که  $T_0$  یک ثابت است که زمان حرکت بیت صفرم را نمایش می دهد. با ترکیب فرمول های ۲ و ۳ برای زمان تحویل خواهیم داشت :

$$U_i = T_0 + \frac{i}{R_{nom}} + D + J_i \quad (4)$$

یادآوری - خطا دقت PCR

دقت  $\pm 500$  نانو ثانیه در نظر گرفته شده است که برای ساعت سامانه کافی است.

توصیه می‌شود این آزمون فقط باید برای نرخ‌های بیت TS ثابت انجام شود. آن طور که در استاندارد ISO/IEC 13818-1 زیر بند ۲-۱-۷ تعریف شده است. این سنجش به لایه فیزیکی اتصال متقابل TS رجوع می‌کند.

**۷ روش‌های سنجش برای عملکردهای بهبود کیفیت سیگنال ابزاری است که از آن در ایستگاه رله موج رادیویی استفاده می‌شود.**

#### ۱-۷ کلیات

در زنجیره شبکه ارسال که از شبکه رله موج رادیویی پخش همگانی تشکیل شده است، کاهش کیفیت سیگنال باید روی هم انباشته شود. برای بهبود کیفیت سیگنال در زنجیره شبکه ارسال، چندین نوع جبران‌کننده (به یادآوری مراجعه شود) را می‌توان در زنجیره شبکه معرفی کرد.

شکل ۱۱ نمودار مفهومی ایستگاه رله با استفاده از جبران‌کننده‌ها را نشان می‌دهد.



شکل ۱۱-نمودار مفهومی ایستگاه رله با استفاده از جبران‌کننده

در این بند، طبقه‌بندی جبران‌کننده‌ها و روش‌های سنجش برای جبران‌کننده‌ها توصیف شده‌اند.

یادآوری - در این استاندارد ملی، از اصطلاح جبران‌کننده استفاده می‌شود.

#### ۲-۷ طبقه‌بندی ابزار بهبود کیفیت سیگنال

چندین نوع جبران‌کننده پیشنهاد می‌شود. جدول ۸ نمونه‌هایی از این جبران‌کننده‌ها را نشان می‌دهد.



جدول ۸- جبران کننده‌های مورد استفاده در شبکه رله پخش همگانی زمینی رقمی

شماره	نام تجهیزات	کارکرد اصلی
۱	حذف کننده حلقه بازگشت <sup>a</sup>	کاهش کیفیت سیگنال اسالی به وجود آمده به وسیله تزویج بین آنتن‌های ارسال و دریافت یک ایستگاه SFN را جبران می‌کند. این تجهیزات هم چنین هم ارزی C/N فرستنده رله را بهبود بخشیده و از یک نوسان که به علت تزویج به وجود می‌آید جلوگیری می‌کند.
۲	گیرنده متنوع <sup>b</sup> (چند منظوره)	کاهش کیفیت سیگنال‌های دریافتی را به خاطر چند مسیری و محو شدگی <sup>d</sup> جبران می‌کند
۳	حذف کننده تداخل هم کانالی <sup>c</sup>	کاهش کیفیت سیگنال‌های دریافتی را به خاطر تداخل هم کانالی جبران می‌کند
۴	تجهیزات تنظیم مجدد C/N	کاهش کیفیت سیگنال‌های دریافتی را جبران می‌کند که به دلیل رله چند مرحله‌ای <sup>e</sup> و سایر دلایل دیگر به وجود آمده است
a	Loop back	
b	Diversity receiver	
c	Co-channelling	
d	Fading	
e	Multistage	
یادآوری - به پیوست پ برای جزئیات عملیات اصلی هر تجهیزات مراجعه شود		

### ۳-۷ نمودار سنجش و شرایط سنجش

جبران کننده‌هایی که در جدول ۸ توصیف شده‌اند، دارای کارکردهای متفاوت، شرایط سنجش متفاوت و شکل سیگنال ورودی / خروجی هستند. بنابراین اقلام مورد سنجش باید به دو گروه طبقه‌بندی شوند. یک گروه، قلم‌های سنجش معمولی هستند و گروه دیگر یک گروه از اقلام سنجش برای هر تجهیز است.

اقلامی که باید به طور عادی سنجش شوند و روش‌های سنجش در زیربند ۴-۷ اقلام سنجش و روش‌های سنجش که باید برای هر ابزار تعریف می‌شود در زیربند ۵-۷ شرح داده شده‌اند.

### ۴-۷ اقلام سنجش مشترک

اقلام سنجش مشترک برای انواع متفاوت جبران کننده‌ها در جدول ۹ در زیر نشان داده شده‌اند.

در جدول ۹، روش‌های سنجش مشخص شده در استاندارد IEC 62273-1 و بند ۳-۶ علامت گذاری شده‌اند، برای جزئیات این روش‌ها باید به این استانداردها مراجعه شود.

جدول ۹- نمونه‌های اقلام سنجش برای ابزار بهبود کیفیت سیگنال

ملاحظات (روش سنجش)	حذف کننده تداخل هم کانالی	گیرنده متنوع (چند منظوره)	حذف کننده حلقه برگشتی	قلم سنجش
مشخصه‌های عام فرستنده				
به بند ۵-۱ استاندارد IEC 62273-1 مراجعه شود	×	×	×	بسامد ورودی / خروجی
به بند ۵-۲ استاندارد IEC 62273-1 مراجعه شود	×	×	×	توان ورودی / خروجی
به بند ۵-۳ استاندارد IEC 62273-1 مراجعه شود	×	×	×	قلمرو گسیل ناخواسته
به بند ۵-۴ استاندارد IEC 62273-1 مراجعه شود	×	×	×	گسیل خارج از باند
به بند ۵-۵ استاندارد IEC 62273-1 مراجعه شود	×	×	×	پهنای باند اشغال شده
به بند ۵-۶ استاندارد IEC 62273-1 مراجعه شود	×	×	×	توان مصرفی
مشخصه سیگنال‌های ورودی و خروجی				
به بند ۶-۱ استاندارد IEC 62273-1 مراجعه شود	×	×	×	شانه
به بند ۶-۲ استاندارد IEC 62273-1 مراجعه شود	×	×	×	MER
به بند ۶-۳-۳ این استاندارد IEC 62273-1 مراجعه شود	×	×	×	مشخصه‌های دامنه / بسامد
به بند ۶-۴ استاندارد IEC 62273-1 و ۶-۳-۲ این استاندارد ملی مراجعه شود	×	×	×	END
به بند ۶-۳-۴ این استاندارد ملی مراجعه شود	×	×	×	رُخ‌نما تأخیر
(به یادآوری ۲ مراجعه شود)	×	×	×	اختلاف زمانی تأخیر بین شاخه
<p><b>یادآوری ۱-</b> روش‌های سنجش برای تجهیزات تنظیم مجدد C/N از سایر جبران‌کننده‌ها به دلیل تفاوت قالب سیگنال خروجی متفاوت است. ولی اقلام (۱) بسامد سیگنال ورودی، (۲) سطح سیگنال ورودی (۳) امپیدانس ورودی (۴) اتلاف توان برای سایر روش‌ها مشترک است.</p> <p><b>یادآوری ۲-</b> گیرنده متنوع و حذف‌کننده تداخل هم کانالی دارای شاخه‌های ورودی جمعی هستند (آنتن دریافت‌کننده و گیرنده) و خروجی این شاخه‌ها تحت یک کارکرد مشخص با هم ترکیب می‌شوند. بنابراین، اختلاف زمان تأخیر هر شاخه باید در گستره مشخص شده مدیریت شوند. روش‌های سنجش توصیف شده در ۵-۳ را می‌توان برای این منظور پذیرفت</p>				

#### ۵-۷ روش‌های سنجش برای هر نوع جبران‌کننده

هر نوع از جبران‌کننده‌هایی که در جدول ۸ تعریف شده‌اند، دارای کارکردهای متفاوت هستند، بنابراین روش‌های سنجش برای هر جبران‌کننده باید متفاوت باشد .

بر طبق تفاوت در کارکرد، روش‌های سنجش برای هر جبران‌کننده متفاوت است .

اصول هر جبران‌کننده و روش‌های سنجش آن‌ها در پیوست پ توصیف شده‌اند .

## پیوست الف

### نمونه‌های روش‌های سنجش برای تأخیر سیگنال

الف-۱ نمونه‌های روش سنجش مستقیم برای تأخیر سیگنال و اختلاف زمانی تأخیر نسبی

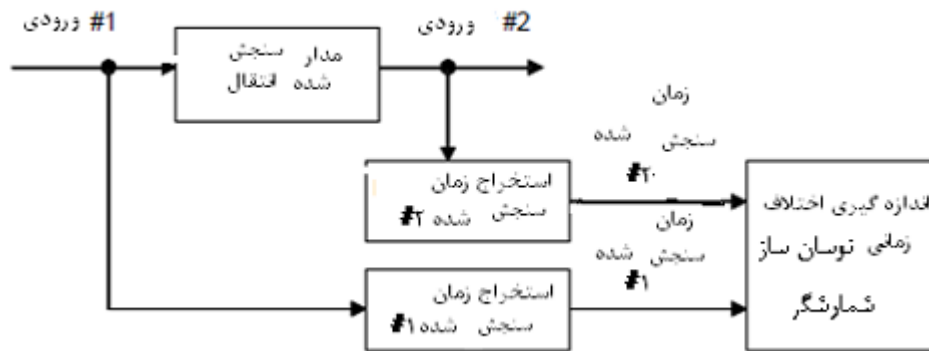
الف-۱-۱ هدف و دامنه کاربرد

در این پیوست، نمونه‌های سامانه‌های سنجش که در موارد ۱، ۲، ۳، ۹، ۱۰، ۱۱ در بند ۵-۵ تعریف شده، مشخص شده‌اند.

الف-۱-۲ سامانه سنجش

الف- نمودار سنجش

شکل الف-۱ نمودار سنجش برای تأخیر زمانی همان مدار ارسال را نشان می‌دهد.



شکل الف-۱- سامانه سنجش کلی برای موارد ۱ تا ۳

قالب سیگنال‌های #۱ و #۲، مدارهای استخراج زمان سنجش شده برای هر مورد متفاوت است.

به جدول الف-۱ برای قالب سیگنال و مدارهای استخراج مراجعه شود.

جدول الف-۱- قالب سیگنال و استخراج زمانی برای هر مورد

اقلام	موارد ۱ و ۹	موارد ۲ و ۱۰	موارد ۳ و ۱۱
قالب سیگنال #۱	سیگنال TS	سیگنال TS	سیگنال OFDM
قالب سیگنال #۲	سیگنال TS	سیگنال OFDM	سیگنال OFDM
استخراج #۱	قاب هم‌زمانی بازیابی سیگنال	مانند سمت چپ	مدوله‌کننده OFDM
استخراج #۱	قاب هم‌زمانی بازیابی سیگنال	مدوله‌کننده OFDM	مدوله‌کننده OFDM

یادآوری- جزئیات مدارهای استخراج زمان سنجش شده در بند الف-۴ این پیوست توضیح داده شده‌اند.

### الف-۱-۳ رویه سنجش

الف- سیگنال‌های هر نقطه سنجش ۱ و ۲ استخراج شده و در مدارهای ۱ و ۲ استخراج زمانی سنجش شده قرار داده می‌شوند.

ب- هر یک از سیگنال‌های زمانی سنجش شده ۱ و ۲ در هر یک از مدارهای استخراج زمان سنجش ۱ و ۲ بازیابی شده و به مدار سنجش اختلاف زمانی ارسال می‌شوند.

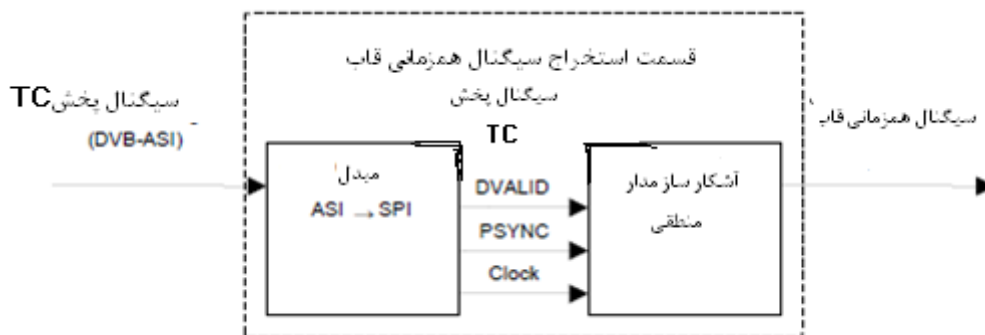
پ- اختلاف زمانی دو سیگنال زمانی را با استفاده از مدار سنجش اختلاف زمان، مانند نوسان‌سنج و / یا شمارش‌گر سنجش کنید.

### الف-۱-۴ استخراج سیگنال‌های زمانی سنجش شده

نمونه‌های مدارهای استخراج زمانی سنجش شده در زیر توصیف شده‌اند.

### الف- مدارهای استخراج زمان سنجش از سیگنال TS (شکل الف-۲)

این مدار از یک مبدل برای ASI-SPI و آشکار ساز مدار منطقی تشکیل شده است.



شکل الف-۲- نمونه قسمت استخراج سیگنال هم‌زمانی قاب

فرآیند استخراج سیگنال هم‌زمانی قاب به صورت زیر است.

#### ۱- افزاره تبدیل ASI-SPI

سیگنال DVB-ASI به سیگنال DVB-SPI تبدیل می‌شود.

سیگنال تبدیل شده یک پخش همگانی با داده پیوسته سیگنال TS، در حالت موازی است. نرخ داده بستگی به هر سامانه دارد.

#### ۲- آشکار ساز مدار منطقی

مدار منطقی، اطلاعات زمان هم‌زمانی و ارسال را یافته، سپس سیگنال هم‌زمانی قاب بازسازی (باز تولید) می‌کند که با زمان‌بندی قاب سیگنال پخش همگانی TS هم‌زمان شده است. ویژگی این مدار بر طبق سامانه ارسال متفاوت است. نمونه‌های آن در زیر نشان داده شده‌اند.

سامانه (DVB-T)

استاندارد ETSI TS 101

سامانه (ISDB-T)

هر یک از اطلاعات زیر که در سیگنال TS پخش همگانی هم‌تافتگری شده‌اند، باید آشکارسازی شوند (به یادآوری مراجعه شود)

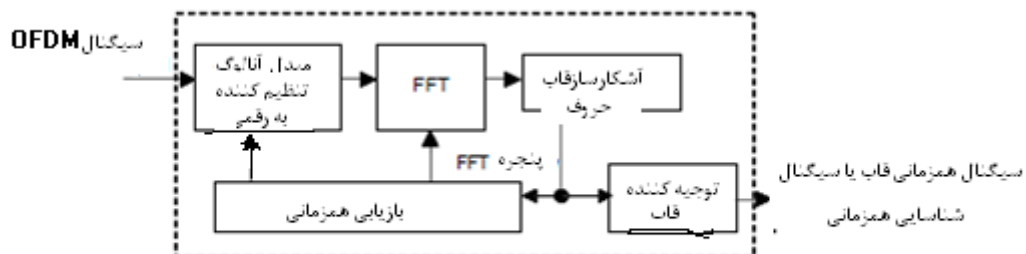
الف) نشان دهنده قاب و / یا قاب سر بسته پرچم هم‌تافتگری شده در بایت ساختگی

ب) نشانگر بسته IIP در IIP (بسته اطلاعات ISDB-T)، که در ARIB STD-B31 مشخص شده است.

یادآوری - سیگنال TS پخش همگانی قالب واسط بین و اتافتگر و مدوله‌کننده OFDM است که در ARIB-STD-B31 تعریف شده است .

### ب- مدارهای استخراج زمان سنجش شده از سیگنال OFDM

شکل الف-۳ یک نمونه از پیکربندی و امدوله‌کننده OFDM را نشان می‌دهد که خروجی‌های هم‌زمانی قاب را به وجود می‌آورد. آن از یک تنظیم‌کننده / مبدل آنالوگ به رقمی، FFT، مدار بازیابی هم‌زمانی، آشکارساز کلمه هم‌زمانی قاب و مدار شناسایی قاب تشکیل شده است. برای گسترش دادن گستره سنجش به بیش از یک طول قاب، از اطلاعات قطبیت هم‌زمانی قاب می‌توان استفاده نمود.



شکل الف-۳- نمونه و امدوله‌کننده OFDM برای استخراج زمانی قاب

### الف-۱-۵ محدودیت گستره سنجش

الف- در مواردی فقط از سیگنال هم‌زمانی قاب برای سنجش استفاده می‌شود که، گستره سنجش محدود به ۱ یا کمتر از یک قاب است

ب- در مواردی که از اطلاعات شناسایی قاب با سیگنال هم‌زمانی قاب استفاده می‌شود با استفاد از هر دو آن‌ها گستره سنجش را می‌توان به ۲ و یا ۴ قاب گسترش داد. ( به یادآوری مراجعه کنید) برای سامانه

ISDB-T شناسایی هم‌زمانی IIP قابل استفاده است در این مورد، این امکان دارد که هر دو قاب را شناسایی نمود.

پ- با استفاده از اطلاعات STS<sup>1</sup> (مهر\_ زمان\_ هم‌زمانی) با سیگنال هم‌زمانی قاب، گستره سنجش را می‌توان تا ۱ ثانیه گسترش داد.

یادآوری - برای سامانه DVB-T، شماره قاب  $t_{ps-mip}$  قابل استفاده است. در این مورد ممکن است هر ۴ قاب را شناسایی کرد.

## الف-۲ روش سنجش مستقیم سیگنال‌های OFDM

### الف-۲-۱ هدف و دامنه کاربرد

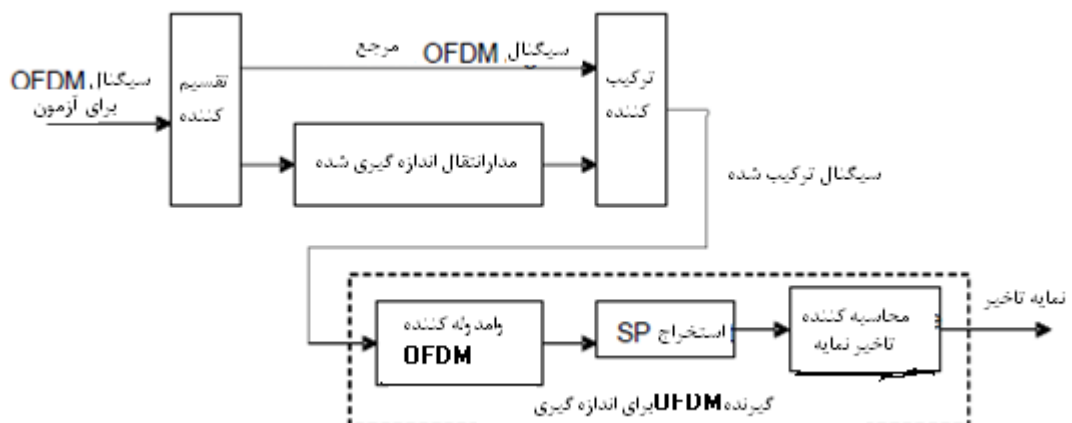
در این بند، نمونه‌های سامانه‌های سنجش که در موارد ۴ و ۱۲ در زیربند ۵-۵ داده شده تعریف می‌شوند.

### الف-۲-۲ سامانه سنجش

نمودار بلوکی که در زیر توصیف می‌شود، مدار سنجش برای تأخیر زمانی مدار ارسال است. شکل الف-۴-۱ روش تحلیل‌گر طیفی را نشان می‌دهد، شکل الف-۴-۲ روش رُخ‌نما تأخیر را نشان می‌دهد. فهرست (تجهیزات) برای سنجش نیز در جدول الف-۳ نشان داده شده است.



الف- روش تحلیل‌گر طیفی



ب- روش رُخ‌نما تأخیر

شکل الف-۴- نمودار بلوکی روش‌های سنجش مستقیم برای تأخیر زمانی سیگنال OFDM

1-Synchronization-time-stamp.

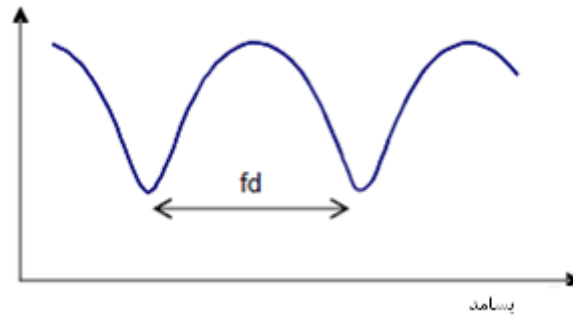
جدول الف - ۲- فهرست تجهیزات برای سنجش

ملاحظات	کارکردها، عملکردها	تجهیزات
	تقسیم کننده سیگنال OFDM	تقسیم کننده توان
	ترکیب کننده دو سیگنال OFDM	ترکیب کننده توان
	مشخصه های بسامد دامنه سیگنال ترکیبی OFDM را سنجش می کند	تحلیل گر طیفی

الف- روش سنجش با استفاده از تحلیل گر طیفی

مشخصه های نوعی دامنه - بسامد سیگنال OFDM ترکیبی که در شکل الف - ۵ نشان داده شده است.

فاصله بسامد بین فرورفتگی های موج به صورت نماد  $fd$  (Hz) بر حسب هرتز که در شکل الف- ۵ نشان داده شده اند برابر اند با معکوس تأخیر زمان  $td$  (s) بر حسب ثانیه.



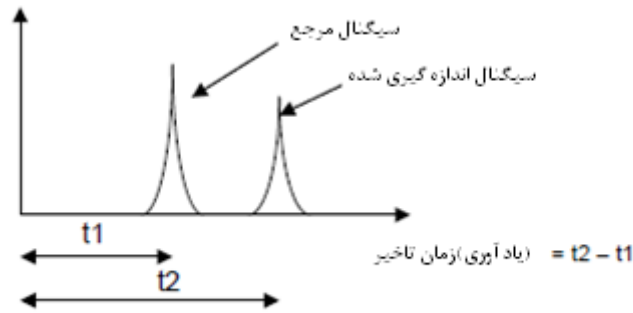
شکل الف- ۵- نمونه مشخصه های بسامد سیگنال ترکیب شده

ب- روش سنجش با استفاده از نمایه های تأخیر

مشخصه های بسامد سیگنال ترکیبی را می توان با استفاده از سیگنال های راهنما<sup>۱</sup> پراکنده شده به صورت داده نمونه سیگنال OFDM محاسبه کرد. رُخ نما تأخیر را می توان به صورت معکوس تبدیل فوریه این مشخصه بسامد محاسبه کرد. رُخ نما تأخیر اختلاف، زمان سیگنال های OFDM ترکیب شده را مشخص می کند. که در شکل الف- ۶ نشان داده شده اند

1-pilot.





شکل الف-۶- نمونه رُخ نما تأخیر سیگنال ترکیب شده

### الف-۲-۳ محدودیت گستره سنجش

الف- روش تحلیل گر طیفی

این روش فقط در شرایط زیر می تواند قابل استفاده باشد.

۱- شکل موج های دو سیگنال باید دقیقا برابر باشند.

۲- اختلاف زمان نسبی باید درون طول بازه محافظ باشد. ولی در موردی که اختلاف زمانی نسبی طولانی است، نوفه ایجاد شده به وسیله تداخل نمادی متقابل (ISI)<sup>۱</sup> افزایش می یابد. بدین دلیل، سنجش در این موقعیت باید با دقت انجام گیرد.

ب- روش رُخ نما تأخیر

این روش فقط برای شرایط زیر قابل استفاده است.

۱- حداقل، حالت و طول بازه محافظ دو سیگنال OFDM باید یکی باشند.

۲- تأخیر زمانی نسبی دو سیگنال OFDM باید درون طول بازه محافظ باشد.

### الف-۳-۳ نمونه های روش سنجش غیرمستقیم برای تأخیر سیگنال و اختلاف زمانی تأخیر نسبی با

سیگنال هم زمانی قاب به عنوان مرجع

الف-۳-۱ هدف و دامنه کاربرد

در این بند، نمونه های سامانه سنجشی داده شده اند که در موارد ۵، ۶، ۱۳، ۱۴ در زیربند ۵-۵ تعریف شده اند.

### الف-۳-۲ سامانه سنجش

شکل الف ۷ یک نمونه از سامانه سنجش برای زمان تأخیر و اختلاف تأخیر زمانی نسبی به وسیله سیگنال هم زمانی قاب مشترک را نشان می دهد

1-Inter symbol interferenc.



شکل الف-۷- سامانه سنجش کلی برای موارد ۵، ۶، ۱۳ و ۱۴

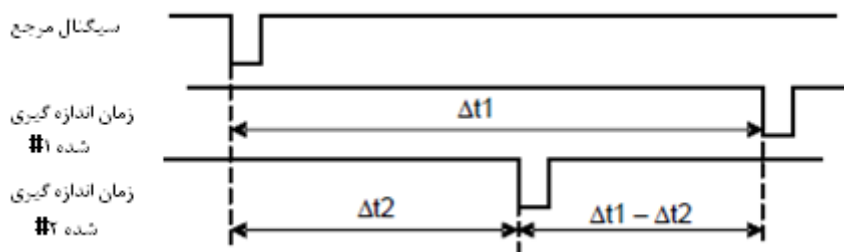
بر طبق قالب‌های سیگنال #۱ و #۲، مدار استخراج زمان سنجش باید انتخاب شود. به جدول الف ۱ در این پیوست برای رابطه بین قالب سیگنال و مدار استخراج زمان سنجش مراجعه شود.

### الف-۳-۳ روش سنجش

الف- اختلاف زمان بین سیگنال مرجع و زمان‌بندی سنجش شده را برای هر دو سیگنال #۱ و #۲ سنجش کنید (در شکل الف-۸ به صورت  $\Delta t_1$  و  $\Delta t_2$  نشان داده شده‌اند).

ب- بعد از سنجش اختلاف زمان، زمان تأخیر انتشار  $\Delta t$  را بر طبق فرمول زیر محاسبه کنید. رابطه بین  $\Delta t_2$  و  $\Delta t_1$  در شکل الف ۸ نشان داده شده است:

$$T = \Delta t_1 - \Delta t_2$$



شکل الف-۸- نمودار زمانی برای سنجش تأخیر سیگنال

### الف-۳-۴ گستره سنجش

الف- در موردی که فقط از سیگنال هم‌زمانی قاب استفاده می‌شود، تأخیر زمانی یک قاب یا کمتر را می‌توان اندازه گرفت.

ب- در موردی که از سیگنال شناسایی هم‌زمانی قاب با هم استفاده می‌شوند، تأخیر زمانی دو قاب یا کمتر را می‌توان برای سامانه ISDB-T اندازه گرفت.

در مورد سامانه DVB-T گستره سنجش را می‌توان به چهار قاب گسترش داد.

الف-۴ نمونه‌های روش سنجش غیرمستقیم برای تأخیر سیگنال و اختلاف زمان تأخیر نسبی با سیگنال 1PPS به عنوان سیگنال مرجع

الف-۴-۱ هدف و دامنه کاربرد

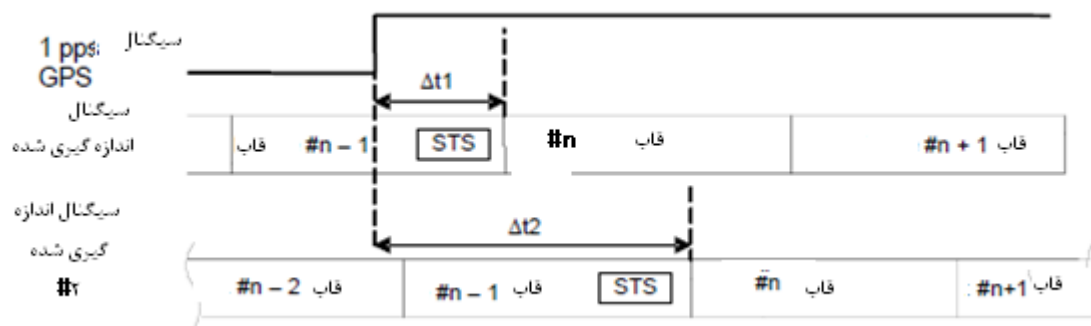
در این بند، نمونه‌های سامانه سنجش که در موارد ۷، ۸ و ۱۵ و ۱۶ تعریف شده در زیربند ۵-۵ آورده شده‌اند.

الف-۴-۲ اصول سنجش

الف- سنجش برای تأخیر سیگنال، سیگنال TS

۱- در مورد تأخیر سیگنال بین کارگاه و ایستگاه فرستنده (مورد ۷ جدول ۵).

در محل استودیو (کارگاه)، اختلاف زمانی بین آخرین ضربه سیگنال 1PPS ناشی شده از سیگنال GPS و تقدم در شروع هم‌زمانی قاب به صورت مهر زمانی هم‌زمانی (STS) تعریف می‌شود. اطلاعات STS به جریان انتقال هم‌تافتگری می‌شود که به وب‌گاه فرستنده ارسال می‌شود



$\Delta t_1$ : اختلاف بین سیگنال 1PPS و هم‌زمانی قاب سیگنال #۱

$\Delta t_2$ : اختلاف بین سیگنال 1PPS و هم‌زمانی قاب سیگنال #۲

#### شکل الف-۹- اصول سنجش با استفاده از سیگنال 1PPS

شکل الف-۹ رابطه سیگنال 1PPS ناشی از GPS و جریان انتقال در محل کارگاه (سیگنال سنجش شده #۱) و محل فرستنده (سیگنال سنجش شده #۲) را نشان می‌دهد.  $\Delta t_1$  که در شکل الف ۹ نشان داده شده، اختلاف زمان در محل کارگاه بوده و به صورت STS تعریف می‌شود. این داده در ناحیه STS جریان انتقال نوشته می‌شود. از طرف دیگر، در محل فرستنده،  $\Delta t_2$  به صورت اختلاف زمان بین سیگنال 1PPS ناشی شده از GPS و زمان بندی شروع هم‌زمانی قاب جریان انتقال دریافتی تعریف می‌شود.

زمان بندی سیگنال 1PPS ناشی از همان GPS است، حتی اگر در یک محل مختلف باشد، بنابراین، سیگنال‌های 1pps که از GPS ناشی شده‌اند را می‌توان به عنوان سیگنال‌های مرجع مشترک مورد استفاده

قرار داد. لذا، اختلاف زمان بین  $\Delta t_1$  و  $\Delta t_2$ ، که به صورت  $\Delta t$  تعریف می‌شود، برای تأخیر ارسال بین محل کارگاه و محل فرستنده یکی است.

$\Delta t_2$  در محل فرستنده سنجش می‌شود، از طرف دیگر  $\Delta t_1$  می‌تواند در محل فرستنده شناخته شده باشد تا بتواند اطلاعات STS را واکنده کند که به جریان انتقال و اتفنگری شود.

زمانی تأخیر سیگنال بین محل کارگاه و محل هر فرستنده را می‌توان به وسیله روش سنجشی اندازه گرفت که در قلم ۱ توصیف شده است

بنابراین، اختلاف زمانی تأخیر نسبی بین ایستگاه‌های مختلف فرستنده را می‌توان به وسیله فرمول زیر سنجش کرد.

$$\Delta t = \Delta t_1 - \Delta t_2 - \text{ایستگاه دو} - \text{ایستگاه یک} = \Delta t_1 - \text{ایستگاه مختلف} - \Delta t$$

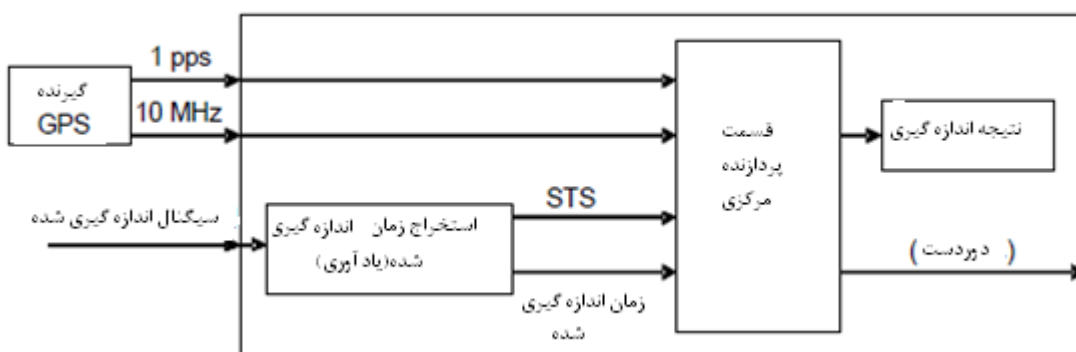
**یادآوری** - در سامانه ISDB-T بسته داده برای مدیریت شبکه به صورت IIP نامگذاری شده است. (بسته اطلاعاتی ISDB-T) STS یکی از داده‌های این مدیریت است و در IIP نوشته می‌شود. جزئیات IIP در ARIB STD-B31 تعریف شده‌اند.

#### الف-۴-۳ سامانه سنجش

شکل الف-۱۰ یک نمونه از سامانه سنجش برای زمانی تأخیر و اختلاف زمانی نسبی به وسیله سیگنال متداول 1PPS را نشان می‌دهد. که از گیرنده GPS فراهم شده است

بر طبق قالب سیگنال سنجش شده، مدار استخراج زمانی سنجش را باید انتخاب کرد.

به جدل الف-۱ برای رابطه بین قالب سیگنال و مدار استخراج زمانی سنجش شده مراجعه شود.



شکل الف-۱۰- سامانه کلی سنجش برای موارد ۷، ۸ و ۱۵، ۱۶

#### الف-۴-۴ محدودیت سنجش

گستره سنجش تا مقدار ۱ ثانیه است.

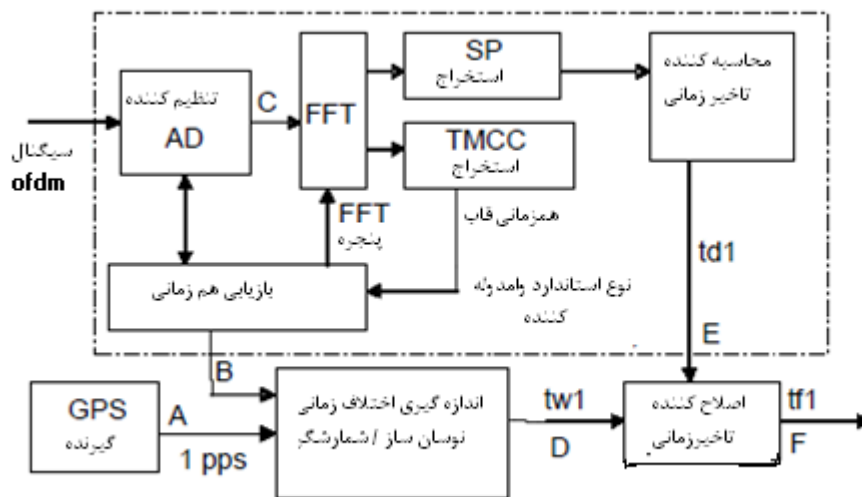
#### الف-۵ مدیریت سیگنال OFDM از طریق اصلاح پنجره زمانی FFT با تأخیر زُخ نما

#### الف-۵-۱ هدف و دامنه کاربرد

در رابطه با روش‌های غیرمستقیم که در زیربند ۵-۳ تعریف شده‌اند، یکی از روش‌های سنجشی برای تأخیر زمانی توصیف شده است که مرجع زمان برای آن سیگنال 1PPS یا سیگنال هم‌زمانی قاب است و سیگنال شرح داده می‌شود. این روش برای سنجش زمانی تأخیر سیگنال OFDM مؤثر می‌باشد که به عنوان اختلاف زمانی بین 1pps سیگنال و انتهای جلویی سیگنال OFDM تعریف می‌شود. علاوه بر این، این امکان دارد که اختلاف زمانی بین سیگنال‌های خروجی متعدد فرستنده را سنجش کرد که به وسیله هر تأخیر زمانی محاسبه شده است.

#### الف-۵-۲ سامانه سنجش

یک نمونه از سامانه سنجش برای تأخیر زمانی در شکل الف-۱۱ و فهرست تجهیزات در جدول الف-۳ نشان داده شده‌اند



کلید:

مرجع زمان

B- پنجره زمانی FFT نماد اولین قاب OFDM

C- سیگنال OFDM در ورودی FFT

D- اختلاف زمانی (الف) و (ب)

E- اختلاف زمانی (ب) و (پ)

F- نتیجه سنجش زمانی تأخیر

شکل الف-۱۱- سامانه سنجش برای تأخیر زمانی (مرجع زمان، سیگنال 1PPS, GPS است).

### جدول الف - ۳- فهرست تجهیزات برای سنجش تأخیر زمانی

تجهیزات	کارکردها، عملکردها و غیره	ملاحظات
وآمدوله‌کننده OFDM برای سنجش	وآمدوله کردن سیگنال OFDM، خروجی پنجره زمان بندی FFT انتهای جلویی قاب OFDM	شامل تابع محاسبه رُخ‌نما تأخیر می‌شود
گیرنده GPS	خروجی سیگنال فرعی <sup>۱</sup> 1PPS سیگنال ۱۰ MHz مگاهرتز	در مورد هم‌زمانی قاب برای مرجع زمانی، به این مورد نیازی نیست
تجهیزات سنجش اختلاف زمان	اختلاف زمان دو سیگنال را با نوسان سنج و/ یا شمارشگر اندازه می‌گیرد	

یادآوری- اصلاح تأخیر زمانی که در شکل الف - ۱۱ نشان داده شده است، سخت افزاری نبوده بلکه کارکردی است و بدین دلیل در جدول الف-۳ فهرست نشده است.

#### الف - ۵- ۳ روش سنجش

الف- اختلاف زمان،  $tw1$  که به صورت D در شکل الف-۱۱ نشان داده شده است را بین 1pps سیگنال (A در شکل الف-۱۱) و انتهای جلویی پنجره FFT نماد اولین در قاب OFDM (B در شکل الف ۱۱) سنجش کنید.

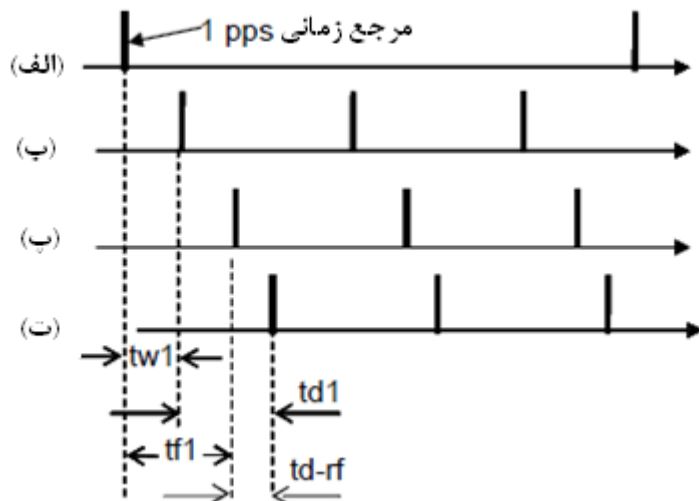
ب- اختلاف زمان  $td1$  که به صورت E در شکل الف-۱۱ نشان داده شده است را بین انتهای جلویی پنجره FFT و انتهای جلویی نماد موثر سیگنال OFDM (که به صورت C در شکل الف-۱۱ نشان داده شده) سنجش کنید.

پ- تأخیر زمانی سیگنال OFDM ( $tf1$ ) به وسیله فرمول زیر محاسبه می‌شود که در آن  $tw1$  و  $td1$  داده‌های سنجش شده به وسیله فرآیند فوق می‌باشند و  $td-rf$  تأخیر زمانی پردازش تنظیم‌کننده RF است که در وآمدوله‌کننده OFDM قرار دارد که در آزمون کارخانه‌ای سنجش شده است (به یادآوری ۱ مراجعه شود).  $Tg$  طول بازه محافظ سیگنال OFDM است که آن را می‌توان به وسیله پارامتر ارسال سیگنال OFDM تعریف نمود.

$$Tf1 = tw1 + td1 - (td - rf) + tg$$

یادآوری- تأخیر پردازش سیگنال،  $td-rf$  را می‌توان به وسیله تحلیل‌گر شبکه در آزمون کارخانه‌ای سنجش کرد.

در موردی که نقطه زمانی مرجع قاب OFDM به عنوان انتهای جلویی بازه محافظ اولین نماد OFDM تعریف می‌شود. طول بازه محافظ نشان داده شده باید به آن اضافه شود.



الف-مرجع زمانی (GPS IPPS)

ب-زمان بندی قاب پنجره FFT

پ-زمان بندی قاب سیگنال OFDM دریافت شده در ورودی RF

ت-زمان بندی قاب سیگنال OFDM دریافتی در ورودی FFT

شکل الف - ۱۲- رابطه زمانی هر یک از سیگنال ها

#### الف-۵-۴ گستره سنجش

مانند بند الف- ۴ است.

#### الف-۵-۵ خطای سنجش برآورد

در این روش، تأخیر زمانی  $tf1$  به وسیله فرمول ارائه شده در الف- ۵-۳ در بالا محاسبه می شود. پارامترها در این فرمول،  $tw1$ ،  $td1$ ،  $td-rf$  از یکدیگر مستقل هستند. بنابراین این خطاها می توانند در دقت سنجش برای تأخیر زمانی تأثیر بگذارند.

برای  $tw1$  سیگنال مرجع سیگنال 1pps به وسیله ساعت ۱۰ مگاهرتزی تنظیم می شود، خطای  $tw1$  در  $100\text{ ns}$  یا کمتر خواهد بود. برای  $td1$ ، این داده به وسیله رخ نما تأخیر محاسبه می شود که به وسیله ساعت نمونه برداری FFT پردازش می شود. بنابراین خطای  $td1$  در حد دو برابر معکوس ساعت نمونه برداری FFT خواهد بود.

برای سامانه  $6\text{ MHz}$  ISDB-T از ساعت نمونه برداری  $8.1\text{ MHz}$  استفاده می شود، بنابراین خطای  $td1$  می تواند برابر با  $250\text{ ns}$  می باشد.

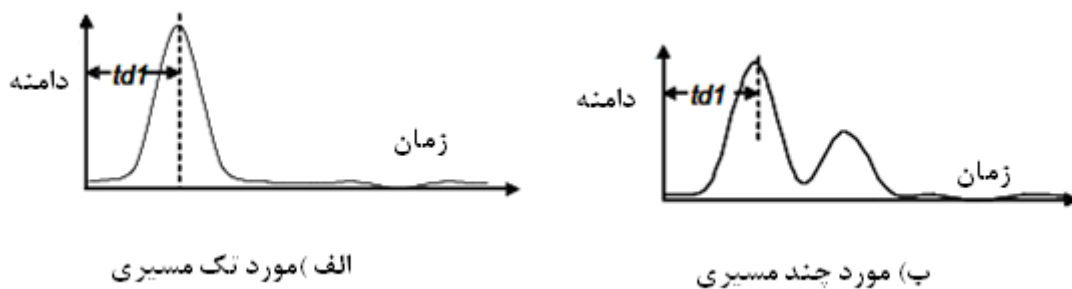
$td-rf$  را می توان در آزمون کارخانه ای اندازه گرفت، بنابراین خطای آن به وسیله دقت سنجش تحلیل گر شبکه معین می شود، که در حدود  $100\text{ ns}$  است، بنابراین این خطا را می توان در حد  $100\text{ ns}$  تخمین زد.

همان طور که در بالا اشاره شد خطای تأخیر زمانی،  $td1$  باید با در نظر گرفتن خطای برآورد شده هر پارامتر تخمین زده شود.

#### الف-۵-۶ اصول فنی سنجش

رُخ نما تأخیر سیگنال OFDM به وسیله تبدیل معکوس فوریه از مشخصه‌های بسامد سیگنال OFDM محاسبه می‌شود، که توسط سیگنال راهنما پراکنده شده به عنوان نقطه نمونه برداری مشخص می‌شود.

شکل الف-۱۳ رُخ نما تأخیر سیگنال OFDM را نشان می‌دهد، شکل الف-۱۳-الف-مورد مسیر سیگنال را نشان می‌دهد و شکل الف-۱۳-ب-مورد چند مسیری را نشان می‌دهد. همان طور که در شکل الف-۱۳ نشان داده شده است  $td1$  که اختلاف زمانی بین زمان مساوی با صفر و اوج رُخ نما تأخیر است، برابر است با اختلاف زمانی بین انتهای جلویی پنجره FFT و انتهای جلویی نماد موثر<sup>۱</sup>. بنابراین، این امکان دارد که دقت لبه جلویی نماد موثر قاب OFDM را با اصلاح زمان بندی هم‌زمانی قاب به وسیله  $td1$  که در بالا تعریف شده اندازه گرفت.



شکل الف-۱۳-رُخ نما تأخیر سیگنال OFDM

همان طور که در شکل الف-۱۳-ب نشان داده شده، در مورد وضعیت چند مسیری، هر مسیر به طور جداگانه‌ای نشان داده شده است، تأخیر مسیر اصلی را می‌توان اندازه گرفت، حتی اگر تحت وضعیت چند مسیری باشد.

1-Effective symbol.



## پیوست ب

### نمونه‌های روش‌های سنجش برای کیفیت سیگنال ایستگاه‌های رله

#### ب-۱ نرخ خطای بیت BER

##### ب-۱-۱ کلیات

در این پیوست، دو روش سنجش توضیح داده می‌شوند. که در حین عملیات قابل انجام هستند.

برای روش‌هایی که از سیگنال PRBS استفاده می‌کنند، به استاندارد IEC 62273-1 برای جزئیات بیشتر مراجعه شود.

الف-سنجش BER با استفاده از بسته‌های (تهی)؛

ب-روش ساده شده؛

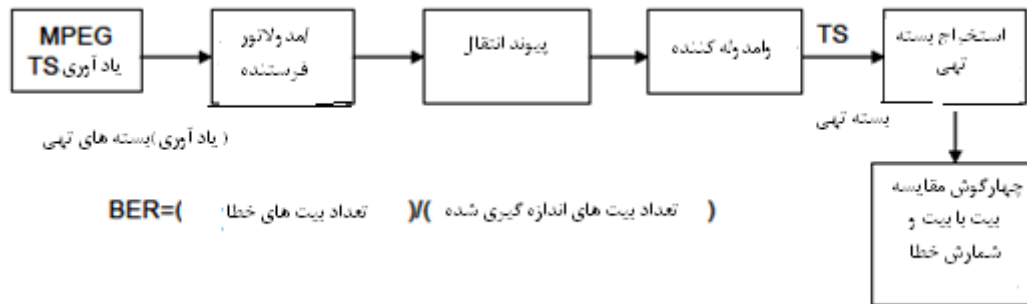
#### ب-۱-۲ سنجش BER با استفاده از بسته‌های تهی

در پخش همگانی زمینی رقمی، بسته‌های تهی در درون جریان انتقال (TS) جاگذاری می‌شوند تا نرخ داده ارسال را تنظیم کنند. از بسته‌های تهی برای اطلاعات ارسال داده استفاده نمی‌شود، بنابراین از ناحیه داده بسته‌های تهی می‌توان برای سنجش BER استفاده کرد.

در جدول ۱ یک نمونه از بسته‌های تهی نشان داده شده است

جدول ب-۱-۱ تعریف بسته تهی (در مورد ISDB-T)

مقدار	تعداد بیت ها	ترکیب (نحو)
		بسته_ حمل_ تهی ()
۰۱۰۰۰۱۱۱	۸	بایت_ هم‌زمانی
۰	۱	نشان دهنده_ خطای_ حمل
۰	۱	نشان دهنده_ شروع_ واحد_ بار مفید
۰	۱	اولویت_ حمل
۱۱۱۱۱۱۱۱۱۱۱۱	۱۳	PID
۰۰	۲	کنترل_ در هم سازی_ حمل
۰۱	۲	کنترل_ میدان_ تطبیقی
۰۰۰۰	۴	شمارش_ گر_ پیوستگی
		برای (i = ۰ i < N و l ++)
۰۰۰۰۰۰۰۰ (یادآوری)	۸	بایت داده
		}
		}
یادآوری - تمام "۱"ها نیز موجود هستند (قابل استفاده هستند)		

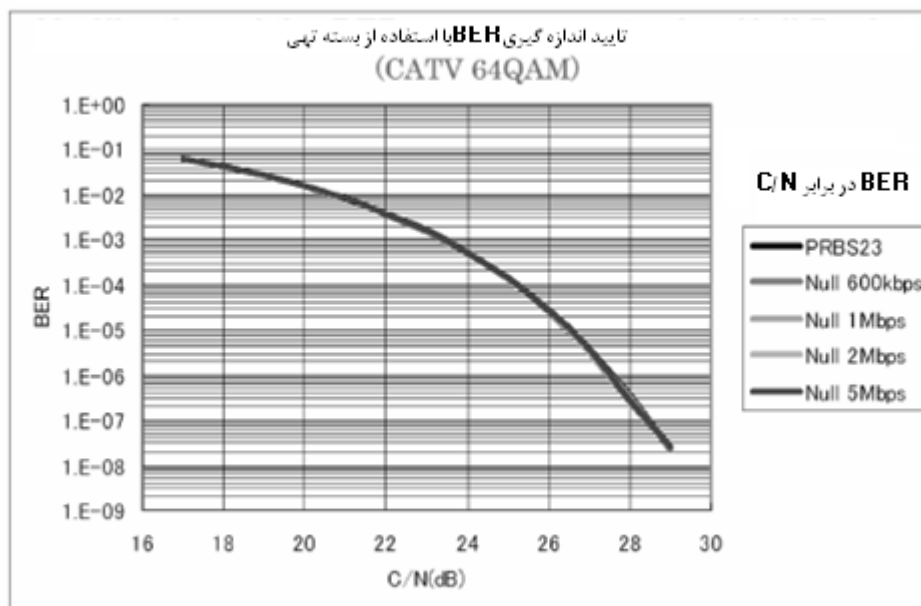


شکل ب-۱- نمودار مفهومی سنجش برای روش بسته تهی

همان طور که در جدول ب-۱ نشان داده شده است، مقادیر داده ناحیه بایت داده شناخته شده هستند. لذا امکان دارد که خطای داده را با امکان استفاده از این داده‌ها آشکار کرد. نمودار سنجش در شکل ب-۱ نشان داده شده است.

شکل ب-۲ نتیجه سنجش BER را با هر دو روش PRBS و بسته‌های تهی نشان می‌دهد.

همان طور که در شکل ب-۲ نشان داده شده است، اگر تعداد داده نمونه کافی باشد، روش بسته‌های تهی نتیجه‌های سنجش قابل اطمینانی را به دست می‌دهد.



شکل ب-۲- نمونه‌های نتیجه سنجش با روش بسته تهی

ولی تعداد بیت‌های قابل استفاده برای روش بسته تھی در مقایسه با روش سنجش PBRs کم هستند بنابراین، به دوره زیادی برای سنجش BER به وسیله روش بسته تھی نیاز است. به طور مثال، تعداد نمونه‌ها در ناحیه داده بسته تھی،  $10^5$  است، که  $10$  ثانیه طول می‌کشد تا به نمونه‌های دارای  $10^6$  بیت برسد.

روش مقایسه داده قبل از اصلاح و داده بعد از اصلاح: این امکان دارد که BER را با مقایسه داده قبل از اصلاح و داده بعد از اصلاح سنجش نمود.

هنگامی که تمام داده‌های خطا به وسیله مدار اصلاح خطا، اصلاح شده‌اند، تعداد دفعات عدم تطبیق داده‌های ورودی و خروجی مدار اصلاح خطا، برابر است با تعداد بیت‌های خطا.

بنابراین BER به وسیله فرمول زیر محاسبه می‌شود.

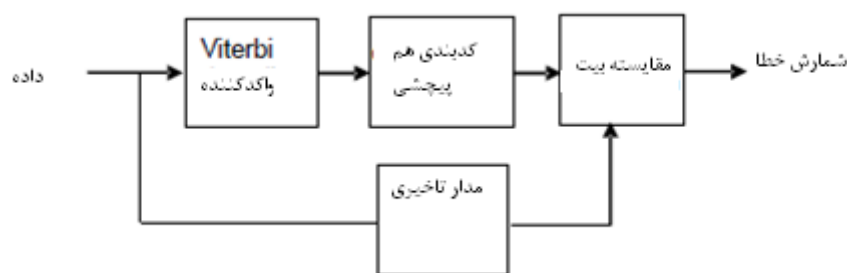
$$BER = \frac{\text{تعداد بیت‌های نا منطبق}}{\text{تعداد کل بیت‌ها}}$$

دو مورد در شکل ب-۳ نشان داده شده است.

برای سنجش BER قبل از واگدکننده ویتربی (Viterbi)<sup>۱</sup>، از مورد الف- استفاده می‌شود، از طرف دیگر

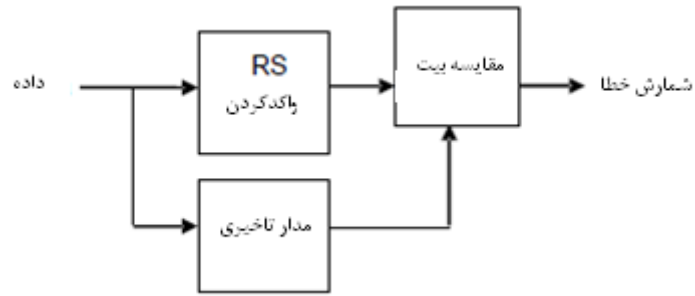
مورد ب- سنجش BER را قبل از واگدکردن RS نشان می‌دهد.

یادآوری این که در موردی که فرآیند اصلاح خطا به درستی کار نکند، داده اندازه گیری شده توسط این روش قابل اعتماد نخواهد بود



شکل الف- سنجش BER قبل از واگدکردن viterbi

۱- واگدکننده Viterbi یک واگدکننده است که یک کد هم پیچشی را واگد می‌کند.



شکل ب- سنجش خطا قبل از واگذردن RS

شکل ب-۳- روش مقایسه داده قبل / بعد از اصلاح

ب-۲ **END**

ب-۲-۱ کلیات

همان طور که در زیربند ۱-۲-۳-۶ توصیف شد، END با استفاده از داده سنجش شده، افزونه C/N و تنزل ذاتی و امدوله‌کننده OFDM که در زیربند ۱-۲-۳-۶ تعریف شده، محاسبه می‌شود.

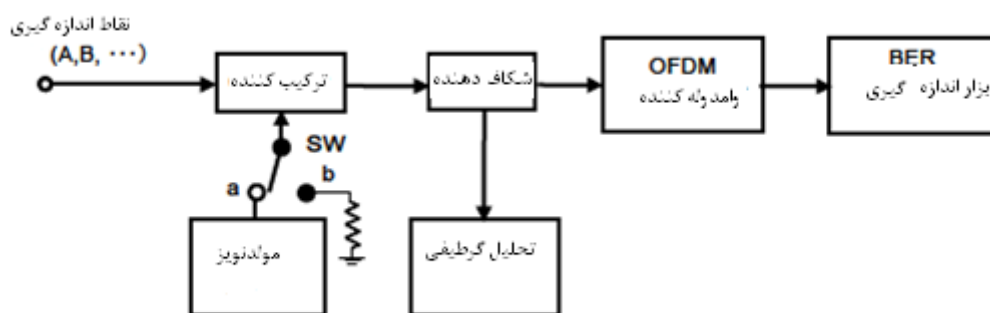
در این پیوست، یک نمونه از روش سنجش افزونه C/N و کاهش ذاتی و امدوله‌کننده OFDM نشان داده شده است.

ب-۲-۲ نمونه روش سنجش برای C/N افزونه

در این مثال، توان نوفه افزونه در خارج پهنای باند سیگنال از طریق تحلیل گر طیفی سنجش می‌شود. بنابراین، شرایط زیر باید برای سنجش، برآورده شوند:

- توان نوفه افزونه باید در خارج از باند تا آن جایی سنجش شود که نوفه همان مقداری به نظر برسد که در داخل باند است

- سطح سیگنال ورودی تحلیل گر طیفی باید  $40\text{ dBm}$  - یا بیشتر باشد تا نوفه تولید شده در تحلیل گر را به طور نسبی ناچیز جلوه دهد



شکل ب - ۴ - سامانه سنجش C/N افزونه

ب - سنجش توان سیگنال و توان نوفه افزونه گوسی شکل

۱ - سنجش توان نوفه ( $N_0$ ) که به طور ذاتی در سیگنال موجود است. در ابتدا، توان نوفه موجود در سیگنال سنجش شده را اندازه بگیرد.

الف - SW را روی موقعیت b قرار داده و علامت گذار (نشان دهنده) تحلیل گر طیفی را در کف نوفه تنظیم کنید.

ب - توان نوفه را به ازای هر یک Hz اندازه بگیرید (dBm/Hz)

پ - توان نوفه پهنای باند نوفه هم‌ارز را (به یادآوری مراجعه شود) طبق فرمول زیر محاسبه کنید.

یادآوری - برای پهنای باند نوفه هم‌ارز هر سامانه به جدول ۳ استاندارد IEC 62273-1 مراجعه کنید.

$$\text{Hz (پهنای باند نوفه هم‌ارز)} = 10 \log_{10} \left( \frac{\text{توان نوفه}}{\text{Hz}} \right) + 10 \text{ dBm} (N_0) \text{ توان نویز.}$$

به عنوان یک نمونه پارامتر تحلیل گر طیفی را برای ۶ MHz، ISDB+T آن طور که جدول ب-۲ زیر نشان داده شده است، تنظیم کنید.

جدول ب-۲ نمونه پارامترهای سنجش توان نوفه (ISDB-T ۶MHz)

میانگین گیری	BW کانال	VBW	RBW	فراخنا	بسامد مرکزی
۳۰ بار	۵/۶MHz	۱ KHz	۱۰ KHz	۱۰ MHz	بسامد مرکزی کانال سنجش شده

۲- نوفه گوسی افزونه

الف- SW را روی موقعیت (a) قرار داده و افزونه نوفه گوسی را با استفاده از یک مولد نوفه روی سیگنال سنجش می‌شود.

ب- سطح خروجی مولد نوفه را طوری تنظیم کنید که مقدار BER برابر با  $10^{-4} \times 2$  بعد از واكد شدن ویتربی باشد.

در مواردی که سنجش در حین عملیات باید انجام گیرد، این غیر ممکن خواهد بود که بتوان روش معمول سنجش BER را به کار برد که در بند ۶-۳ استاندارد IEC 62273-1 آمده است. در این وضعیت، روش‌های سنجش BER که در بند ۶-۳-۱ این استاندارد ملی تعریف شده باید به کار رود.

۳- سنجش توان سیگنال (Cmeas)

الف- توان سیگنالی که باید سنجش شود (Cmeas(dBm)) را با استفاده از یک تحلیل‌گر طیفی سنجش کنید.

به عنوان یک نمونه، پارامتر تحلیل‌گر طیفی را برای ISDB-T ۶۰ MHz تنظیم کنید که در جدول ب-۳ در زیر نشان داده شده است.

جدول ب-۳ نمونه پارامترهای سنجش توان سیگنال (۶MHz,ISDB-T)

میانگین‌گیری	BW کانال	VBW	RWB	فراخنا	بسامد مرکزی
۳۰ بار	۵/۶ MHz	۳۰۰ KHz	۳۰ KHz	۱۰ MHz	بسامد مرکزی کانال سنجش شده

۴- سنجش توان نویزگوسی شکل. افزونه (Nmeas)

الف- مجموعه پارامتر تحلیل‌گر طیفی باید همان مقداری باشد که در قلم ۱ در بالا توصیف شده است.

ب- نشانگر (عقربه) تحلیل‌کننده طیفی را در کف (پایین‌ترین مقدار) نوفهدر خارج از باند قرار دهید.

پ- توان نوفه‌ها برای ۱ Hz، (dBm/Hz) سنجش کنید.

ت- توان نوفه افزونه پهنای باند نوفه هم‌ارز را با همان فرآیند محاسبه کنید که در زیربند ا-الف توصیف شد.

پ- اصلاح توان سیگنال و توان نوفه گوسی شکل افزونه توان سیگنال سنجش شده  $C_{meas}$  حاوی توان نوفهگوسی شکل افزونه  $N_{meas}$  است. علاوه بر این  $N_{meas}$  سنجش شده هم چنین حاوی توان نوفه  $N_0$  است. از این رو توان سیگنال و توان نوفه افزونه باید بر اساس فرآیند محاسبه زیر اصلاح شوند.

$$C'_{meas} \text{ (dBm)} = 10 \log_{10} (10^{\wedge} (C_{meas}/10) - 10^{\wedge} (N_{meas}/10))$$

$$N'_{meas} \text{ (dBm)} = 10 \log_{10} (10^{\wedge} (N_{meas}/10) - 10^{\wedge} (N_0/10))$$

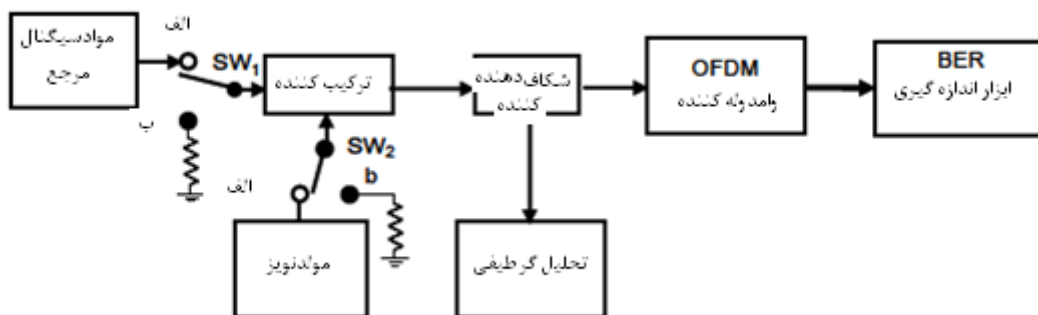
که در آن  $C_{meas}$  توان سیگنال اصلاح شده است.  $N'_{meas}$  توان نوفه گوسی افزونه تصحیح شده است  $C_{meas}$  توان سیگنال سنجش شده است که حاوی  $N_{meas}$  است.  $N_{meas}$  توان نوفه گوسی شکل افزونه سنجش شده است که حاوی  $N_0$  است.  $N_0$  توان نویزی است که به طور ذاتی در سیگنالی که باید سنجش شود نهفته است.

ت- محاسبه  $C/N$  افزونه ( $CN_{add}(db)$ )  
 $C/N$  افزونه از توان سیگنال اصلاح شده و توان نوفه محاسبه شده در قلم پ در فوق محاسبه می شود.

$$CN_{add} \text{ (dB)} = C'_{meas} \text{ (dB)} - N'_{meas} \text{ (dB)}$$

ب-۲-۳ یک نمونه از روش سنجش برای کاهش ذاتی به خاطر وامدوله کننده OFDM همان طور که در ۲-۳-۶ توصیف شده، کاهش ذاتی وامدوله کننده OFDM، می تواند صحت (دقت) سنجش END را کاهش دهد. به منظور بهبود دقت سنجش، مطلوب این است که آن را در نظر بگیریم. درجه کاهش کیفی را با فرآیند زیر می توان اندازه گرفت.

#### الف - سامانه سنجش



شکل ب-۵- کاهش کیفیت ذاتی سامانه سنجش وامدوله کننده OFDM

### ب- روش سنجش برای $CN_{fix}$

۱- یک مولد سیگنال مرجع را مطابق شکل ب-۵ آماده کنید.

۲-  $SW_1$  را روی موقعیت a قرار داده و  $SW_2$  را به طرف موقعیت a بچرخانید. سطح خروجی مولد نیز را طوری تنظیم کنید که مقدار BER برابر با  $10^{-4} \times 2$  بعد از واگد کردن و یتری باشد.

۳-  $SW_2$  را روی موقعیت b قرار داده و توان سیگنال ( $C_{meas}(dBm)$ ) را با استفاده از تحلیل گر طیفی اندازه بگیرید. روش سنجش همان روشی است که در زیر بند ۳، ب-۲-۲ توصیف شده است.

در این مورد لزومی ندارد که مقدار سنجش شده را اصلاح کرد زیرا نوفه داخلی مولد سیگنال مرجع به قدری کوچک است که قابل نظر کردن است.

۴-  $SW_1$  را روی موقعیت b قرار داده و  $SW_2$  را روی موقعیت a قرار دهید. توان نوفه گوسی شکل ( $N_{meas}(dBm)$ ) افزونه را سنجش کنید. روش سنجش همان روشی است که در زیر بند ب، مورد ۴ در ب-۲-۲ توصیف شده است.

۵-  $C/N$  افزونه ( $C/N(CN_{add}(dB))$ ) را از فرمول زیر محاسبه کنید.

$$CN_{add}(dB) = C_{meas} - N_{meas}$$

۶- با استفاده از فرمول زیر کاهش کیفی نوفه ذاتی (نهفته) در وامدوله کننده OFDM یعنی ( $CN_{fix}(dB)$ ) را محاسبه کنید.

$$C/N_{fix}(dB) = -10 \log_{10} (10^{(-CN_f/10)} - 10^{(-CN_{add}/10)})$$

جایی که  $CN_f$  است،  $C/N(dB)$  الزامی است.

### ب-۳ رُخ نما ی تأخیر

سنجش رُخ نما تأخیر برای تخمین مشخصه های ارسال و سنجش کیفیت سیگنال دریافتی در انتهای جلویی ایستگاه رله ضروری است.

با علامت گذاری سیگنال دریافتی به صورت  $r(t)$ ، سیگنال مطلوب ISDB-T به صورت  $s(t)$  و پاسخ ضربه ای مسیر ارسال به صورت  $h(t)$ ، رابطه زیر را می توان برقرار کرد.

(ب-۱)

$$r(t) = \int_{-\infty}^{\infty} s(\tau) h^*(t - \tau) d\tau$$



(نشان ستاره (ستارک) \* یک عدد مختلط مزدوج<sup>۱</sup> را نشان می‌دهد از این گذشته، نشان دادن مشخصه‌های بسامدی مربوطه به صورت  $R(j\omega)$  و  $H(j\omega)$  و  $S(j\omega)$ ، رابطه زیر را می‌توان نوشت.

(ب) (۲-

$$R(j\omega) = H(j\omega) \cdot S(j\omega)$$

نقاط نمونه‌برداری  $H(j\omega)$  را می‌توان از سیگنال راهنما به دست آورد.

CP: سیگنال راهنما پراکنده یا CP: سیگنال راهنما پیوسته در سیگنال دریافتی و سیگنال آرمانی آن است. در آن صورت  $h(t)$  را می‌توان از تبدیل فوریه  $H(j\omega)$  به دست آورد.

از  $h(t)$ ، رُخ‌نما تأخیر  $z(t)$  با استفاده از فرمول زیر به دست می‌آید.

$$\tau(t) = 10 \log_{10} |h(t + t_D)|^2 \quad [\text{dB}]$$

(ب-۳)

در اینجا زمان  $t_d$  که در آن  $h(t)$  در بیشینه خود است، به عنوان زمان بندی موج مورد نظر (مطلوب) تلقی می‌شود.

در شکل ب-۶ فرآیند محاسبه رُخ‌نما تأخیر نشان داده شده است.



شکل ب-۶- فرآیند محاسبه رُخ‌نما تأخیر

## پیوست پ

### اصول و روش‌های سنجش جبران‌کننده‌ها

پ-۱ حذف‌کننده حلقه برگشتی<sup>۲۶</sup>

پ-۱-۱ طرح کلی حذف‌کننده حلقه برگشتی

برای شبکه ارسال رقمی که ایستگاه‌های رله آن دارای یک بسامد هستند (شبکه تک بسامدی) بسامد سیگنال ورودی و بسامد سیگنال خروجی ایستگاه رله سیگنال پخش همگانی یکی هستند، بنابراین، تداخل حلقه برگشتی می‌تواند به خاطر جفت شدن بین آنتن فرستنده و آنتن گیرنده به وجود آید.

حذف‌کننده حلقه برگشتی تجهیزاتی برای کاهش تداخل به یک سطح مجاز به منظور اجتناب از کاهش زیانبار(مضر) کیفیت و نوسان می‌باشد.

به طور کلی، حذف‌کننده حلقه برگشتی دارای یک کارکرد برای کاهش تداخل جفت شدن حلقه است.

فرآیند سیگنال به صورت زیر است:

الف-زمان تأخیر، دامنه و فاز را با تحلیل سیگنال دریافتی محاسبه کنید.

ب-یک سیگنال بدلی<sup>۲۷</sup> مشخصه‌های جفت شدن حلقه را با استفاده از پارامترهای محاسبه شده تولید کنید.

پ-سیگنال تداخل جفت شدگی حلقه را با تفریق سیگنال بدلی از سیگنال دریافتی کاهش دهید.

ت-سیگنال ارسالی را به طور موقت در هنگام نوسان کردن تضعیف کنید.

ث-توان ارسال را به آهستگی در شروع مجدد ارسال افزایش دهید.

در مورد شرط ناپایداری، سطح سیگنال ارسالی را به طور موقت کاهش دهید.

پ-۱-۲ روش‌های سنجش برای عملکردهای حذف حلقه برگشتی

عملکرد حذف‌کننده حلقه برگشتی به صورت بهبود در کیفیت سیگنال دریافتی تحت وضعیت حلقه برگشتی با استفاده از حذف‌کننده حلقه برگشتی تعریف می‌شود.

در زیر، یک نمونه برای سنجش عملکردهای آن به وسیله سنجش END یا (ENF) داده شده است، در این روش در ابتدا END یا (ENF) را با / یا بدون حذف‌کننده حلقه برگشتی اندازه گرفته و سپس اختلاف بین هر دو END را محاسبه کنید.



۶- اختلاف هر دو END را که بهبود END را به وسیله حذف‌کننده حلقه برگشتی به وجود می‌آورد، سنجش کنید .

## پ-۲ تجهیزات دریافت متنوع<sup>۲۸</sup>

### پ-۲-۱ نمای کلی تجهیزات

برای شبکه‌های رله موج پخش همگانی، کاهش کیفیت می‌تواند به دلیل چند مسیری و محو شدگی انتشار درسیگنال دریافتی از ایستگاه قبلی به وجود آید.

تجهیزات دریافت متنوع کیفیت سیگنال ارسالی را با دریافت سیگنال ارسالی از ایستگاه قبلی با دو یا بیش از دو آنتن بهبود می‌بخشد و هر سیگنال دریافتی را به طوری مناسب با هم ترکیب می‌کند.

به عنوان فناوری دریافت متنوع برای سیگنال OFDM، نسبت بیشینه ترکیب برای هر فناوری زیر انتقال، بهترین سامانه برای به دست آوردن بالاترین بهبود کیفیت است. این فناوری برای دریافت‌کننده‌های رقمی بسیار مورد توجه است.

در زیر یک نمونه از فرآیند سیگنال این فناوری نشان داده شده است که در دامنه بسامد، پردازش نامیده می‌شود.

الف-سیگنال‌های دریافتی OFDM هر شاخه به وسیله تبدیل سریع فوریه (FFT) به نمادهای حامل تبدیل می‌شوند. (سیگنال دامنه بسامدی)

ب-نمادهای حامل تمام شاخه‌ها در هر یک از زیر حامل سیگنال‌های OFDM با هم ترکیب می‌شوند.

پ-ضرایب هر نماد حامل سیگنال OFDM از کیفیت هر سیگنال دریافتی OFDM تخمین زده می‌شود و به طوری با هم ترکیب می‌شوند که  $C/N$  سیگنال به بالاترین حد خود بر اساس نسبت بیشینه فناوری (ترکیبی) می‌رسد.

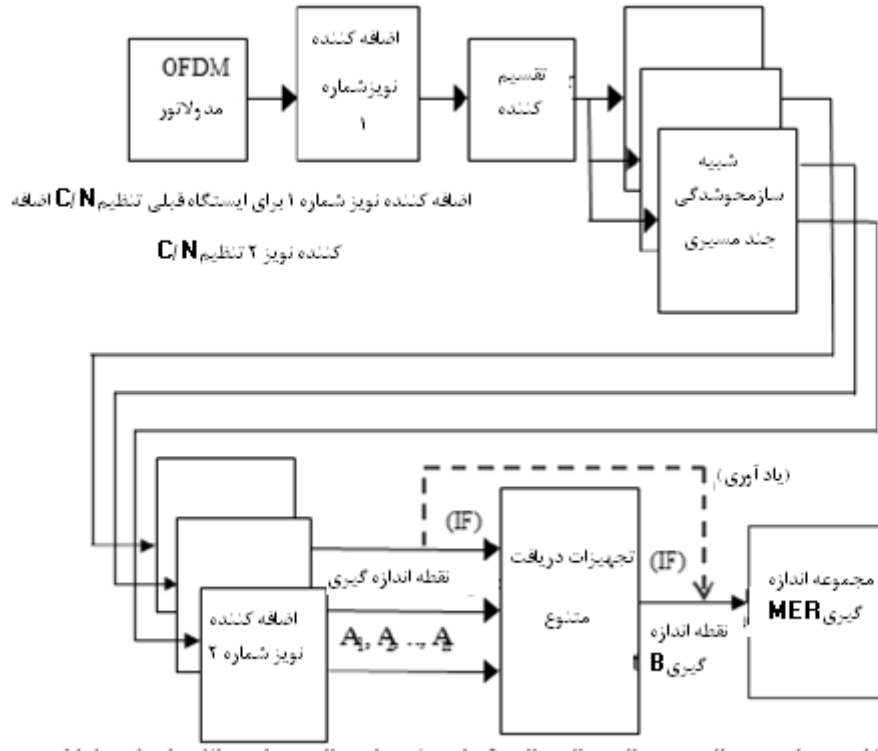
ت- نمادهای مرکب حامل به وسیله پردازش تصمیم پردازش می‌شوند و سپس به سیگنال دامنه زمانی (IFFT) تبدیل شده و به بازه محافظ سیگنال خروجی IFFT اضافه می‌شوند.

## پ-۲-۲ روش‌های سنجش عملکردهای تجهیزات دریافت متنوع

برای ارزیابی عملکرد دریافت‌کننده متنوع، چندین روش سنجش و ارزیابی وجود دارد. به عنوان نمونه یک روش ساده برای سنجش بهبود کیفیت سیگنال با MER ارائه می‌شود. در این روش در ابتدا دو مورد از

MER را با تجهیزات دریافت متنوع و بدون تجهیزات دریافت متنوع سنجش کرده، سپس اختلاف داده‌های سنجش شده در هر ۲MER را محاسبه کنید.

الف-سامانه سنجش



یادآوری - خطوط نقطه چین، مسیر سیگنال برای تجهیزات دریافت متنوع را در حالت کنار گذر (دور زده شده) نشان می‌دهد.

یادآوری ۳- هنگامیکه ورودی تجهیزات دریافت متنوع، متعدد است، یک نوفه مستقل باید به ترتیب به هر ورودی تجهیزات دریافت متنوع اضافه شود.

شکل پ-۲- نمونه نمودار بلوکی سنجش برای عملکردهای تجهیزات دریافت متنوع

ب-نقاط سنجش

$B, A_1, A_2, \dots, A_n$  و

پ - روش محاسبه / سنجش

۱- مرجع MER (Min(dB) را سنجش کنید

- تجهیزات دریافت متنوع را دور بزنید (از خط نقطه چین برای مسیر سیگنال استفاده کنید).

- شبیه‌ساز محوشدگی چند مسیری را برای پارامترهای مشخص شده تنظیم کنید.

- پارامترهای مشخص شده: تعداد مسیرها، الگوی محوشدگی، بسامد داپلر، تأخیر زمانی و  $D/U$  هستند

- مرجع  $MER(\text{Min}(\text{dB}))$  را سنجش کنید

۲-  $MER(M_{\text{out}}(\text{dB}))$  را با تجهیزات دریافت متنوع سنجش کنید.

- شبیه ساز محو شدگی چند مسیری را برای همان پارامترهای داده شده در الف تنظیم کنید.

-  $MER(M_{\text{out}}(\text{dB}))$  را با تجهیزات دریافت متنوع سنجش کنید.

۳- مقدار بهبود کیفیت را به وسیله فرمول زیر محاسبه کنید.

$$\text{مقدار بهبود کیفیت (dB)} = M_{\text{out}}(\text{dB}) - \text{Min}(\text{dB})$$

**یادآوری-** در این زیر بند، روش  $MER$  به عنوان یک روش ساده معرفی شده است. اگر به جزئیات بیشتر نیاز باشد، روش  $BER$  ارجحیت دارد. در این روش،  $C/N(\text{dB})$  را سنجش کنید که در آن مقدار  $BER$  برابر با  $4 - 10 \times 2$  برای هر دو حالت بدون و یا با تجهیزات دریافت متنوع می شود. سپس مقدار بهبود کیفیت را به صورت اختلاف هر دو مقدار محاسبه کنید.

به بند ب-۲ برای  $C/N(\text{dB})$  مراجعه شود. که در آن مقدار  $BER$ ،  $10^{-4} \times 2$  است

۳-پ حذف کننده تداخل هم کانالی

۱-۳-پ نمای کلی حذف کننده

هنگامی که مقداری تداخل در همان باند بسامد سیگنال RF پخش همگانی رقمی وجود داشته باشد، کاهش کیفیت ممکن است در اثر تداخل به وجود آید.

حذف کننده تداخل هم کانالی کیفیت سیگنال ارسال را به وسیله دریافت سیگنال ارسال شده از ایستگاه قبلی با دو یا بیشتر از دو آنتن بهبود می بخشد و هر سیگنال دریافتی را به طور مناسبی با هم ترکیب می کند. در نتیجه، حذف کننده تداخل هم کانالی نقاط تهی را برای درجه رسیدن (DOA)<sup>۲۹</sup> سیگنال های ناخواسته فراهم می کند.

در زیر یک نمونه از فرآیند سیگنال این فناوری داده شده است که به عنوان، پردازش در قلمرو و بسامد نامیده می شود.

الف- سیگنال های OFDM دریافتی هر شاخه (شاخه) به وسیله تبدیل فوریه سریع (FFT) به نمادهای حامل تبدیل می شوند. (سیگنال قلمرو بسامد)

ب- نمادهای حامل تمام شاخه ها در هر زیر حامل سیگنال های OFDM با هم ترکیب می شوند.

پ- ضریب ترکیبی برای نمادهای حامل هر شاخه بر اساس محاسبه مدل MMSE برای به حداقل رساندن خطای سیگنال ترکیبی تعیین می شوند.

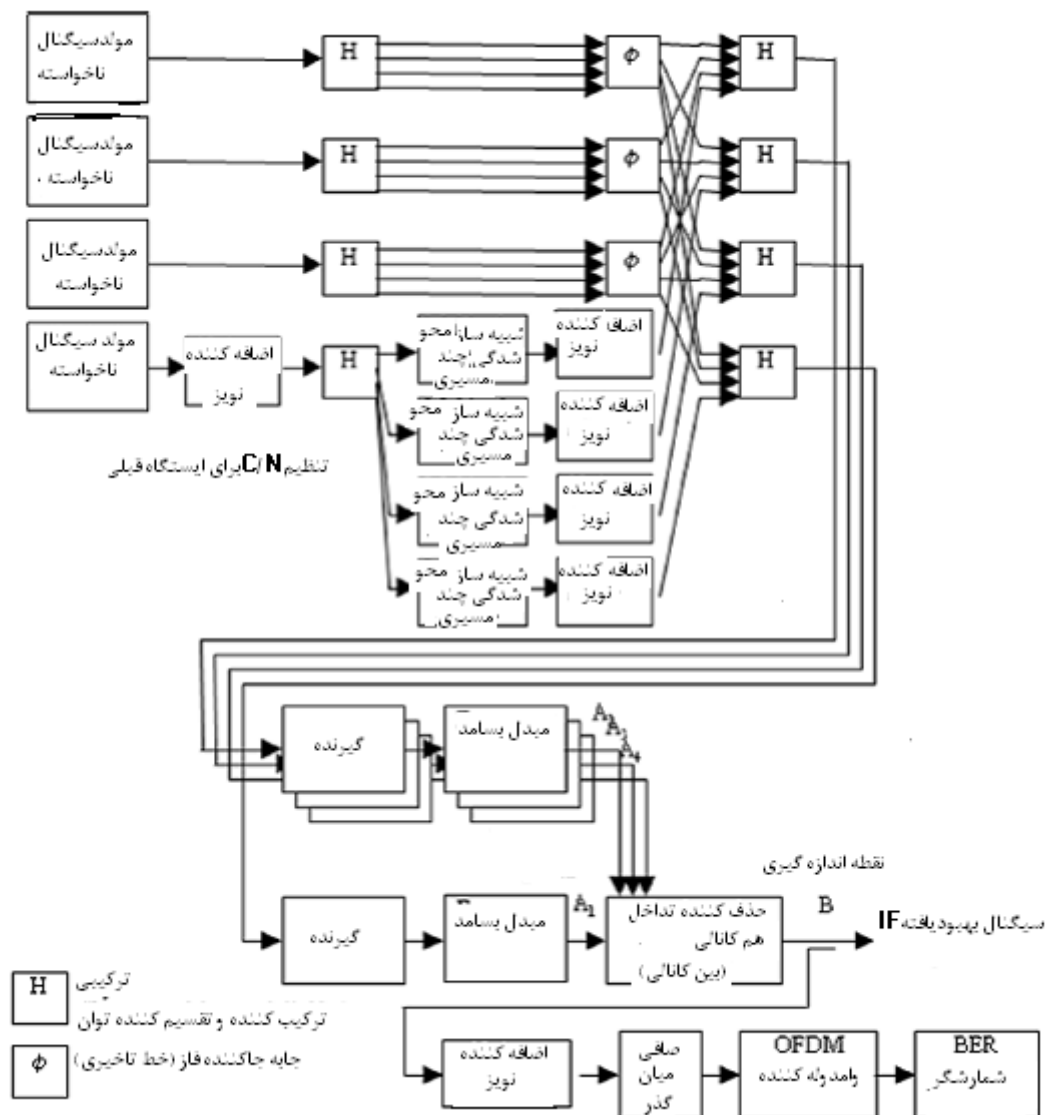
یادآوری - کمینه متوسط مربع خطا = MMSE

ت- نمادهای حامل ترکیبی به وسیله پردازش تصمیم، پردازش می‌شوند و سپس به سیگنال دامنه زمانی تبدیل می‌شوند. (IFFT)

ث- بازه محافظ را به سیگنال خروجی IFFT اضافه کنید.

پ-۳-۲ روش سنجش برای حذف‌کننده تداخل هم کانال (بین کانالی) روش BER

یادآوری ۱- در این زیر بند، روش‌های سنجش برای مشخصه‌های کنار گذاشته شده حذف‌کننده تداخل هم کانالی برای سنجش مشخصه‌های متنوع و مشخصه‌های یکسان سازی حذف‌کننده تداخل هم کانالی فراهم شده است. به بند پ-۲ مراجعه شود



شکل پ-۳- سامانه اندازه گیری را نشان می دهد (نمونه ای از ۴ شاخه ورودی)

یادآوری ۱- جابجاکننده های فاز (خطوط تأخیری)، که یک، دو و سه مرتبه اختلاف های فاز را از سمت (ورودی) مشخص

می کنند. ورود امواج نداخل کننده و فاصله گذاری از اینها را باید انجام شود

طول خط تأخیری برای شاخه ۱ طول اختیاری کابل :  $\alpha$

طول خط تأخیری برای شاخه ۲ :  $\alpha + \beta$

یادآوری ۲- طول کابل به وسیله جهت ورود و طول فاصله آرایه ها تعیین می شود

طول خط تأخیری برای شاخه ۳ :  $\alpha + 2\beta$

طول خط تأخیری برای شاخه ۴ :  $\alpha + 3\beta$

سرعت انتشار نسبی خط تأخیری  $\times \sin(\text{DOA}) \times \text{فاصله آرایه SIN} = \beta$

یادآوری ۳- از سیگنال متداول محلی باید برای تمام شاخه ها استفاده شود.

شکل پ-۳ نمونه نمودار بلوکی سنجش برای عملکردهای حذف کننده تداخل هم کانالی (بین کانالی)

الف-نقاط سنجش



$B, A_4, A_3, A_2, A_1-$

ب- روش سنجش

۱- حذف کننده تداخل هم کانالی (بین کانالی) را دور بزیند.

$C/N$  (CNin) هم ارز را بدون سیگنال های ناخواسته ( $D/U = \infty$ ) سنجش کنید. که در آن  $2 \times 10^{-2} =$  BER است

(در موردی که از کد داخلی استفاده می شود، مقدار BER در فوق باید  $2 \times 10^{-4}$  باشد).

۲- هنگامی که از حذف کننده تداخل هم کانالی (بین کانالی) استفاده می شود.

$C/N$  (CNout) مورد نیاز را برای هر  $D/U$  و هر جهت (ورودی) DOA که در آن  $2 \times 10^{-2} =$  BER می شود سنجش کنید.

(در موردی که از کد داخلی استفاده می شود، مقدار BER در فوق باید  $2 \times 10^{-4}$  باشد).

۳- ENF و یا END را طبق فرآیند محاسبه تعریف شده در ب-۲-۲ محاسبه کنید.

یادآوری ۲- به عنوان روش دیگر، عملکرد را می توان به وسیله سنجش MER اندازه گرفت. در این حالت بجای سنجش BER، MER را با ابزار سنجش مربوط به آن اندازه بگیرید.

پ-۴ تجهیزات تنظیم مجدد  $C/N$

پ-۴-۱ نمای کلی تجهیزات

تجهیزات تنظیم مجدد  $C/N$  به صورت تجهیزات بهبود کیفیت سیگنال در شبکه ایستگاه رله به وسیله فرآیند سیگنال زیر تعریف می شود.

الف- سیگنال دریافتی از ایستگاه قبلی را وامدوله کنید .

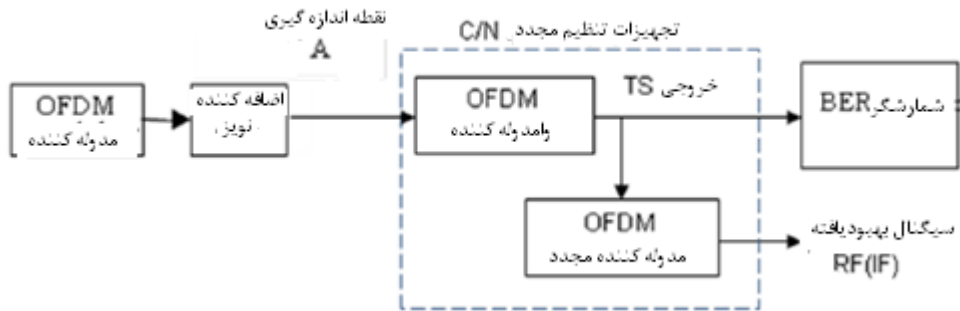
ب- بعد از اصلاح خطا، آن را دوباره مدوله کرده و مجدد سیگنال دوباره مدوله شده را ارسال کنید.

این نوع از تجهیزات تحت شرایط معینی که در آن کیفیت سیگنال دریافتی بدون خطا باشد، موثر است. کاهش کیفیت سیگنال را که در ایستگاه قبلی و مسیر ارسال به وجود آمده است، می توان در فرآیند وامدوله کردن / مدوله کردن مجدد، دوباره تنظیم نمود.

پ-۴-۲ روش سنجش برای تجهیزات تنظیم دوباره  $C/N$

همان‌طور که در پ-۴ در بالا توصیف شد، تجهیزات تنظیم مجدد C/N کیفیت سیگنال را تحت شرایط دریافت بدون خطا بهبود می‌بخشد.

بنابراین، برای سنجش محدودیت پایین‌ترین کیفیت سیگنال در برابر نوفه گوسی شکل از سامانه سنجش در زیر می‌توان استفاده کرد (طبق شکل پ-۴)



شکل پ-۴ - نمونه سنجش نمودار بلوکی برای عملکردهای تجهیزات تنظیم مجدد C/N

فرآیند سنجش به صورت زیر است:

C/N را در زمانی که BER برابر با  $2 \times 10^{-4}$  (در خروجی واگدکننده ویتربی) است، سنجش کنید.

الف- خروجی تجهیزات تنظیم مجدد C/N را به شمارشگر BER متصل کنید.

ب- اضافه‌کننده نوفه را برای به دست آوردن  $BER = 2 \times 10^{-4}$  تنظیم کنید.

پ- خروجی اضافه‌کننده نوفه را سنجش کنید.

برای سنجش با وجود مقداری اعوجاج سیگنال مانند چند مسیری، تداخل و غیره، مولد C/N را با تجهیزات دیگری مانند شبیه‌ساز محوشدگی و غیره جایگزین کنید.

## کتابنامه

- [1] ITU-R BT-1306-1, Error correction, data framing, modulation and emission methods for digital terrestrial television broadcasting I
- [2] EN 300 744, Digital video broadcasting; Framing structure, channel coding and modulation for digital terrestrial television
- [3] TR 101 290, Digital video broadcasting (DVB) Measurement guidelines for DVB System
- [4] EN 302 304 V1.1.1 (2004-11), Digital Video Broadcasting (DVB); Transmission System for Handheld Terminals (DVB-H)
- [5] TR 102 401, Digital Video Broadcasting (DVB); Transmission to Handheld Terminals (DVB-H); Validation Task Force Report
- [6] JEITA handbook, Methods of measurement for digital terrestrial transmission network
- [7] JEITA handbook, Methods of measurement for digital terrestrial transmitter, transposer, studio to transmitter link and transmitter to transmitter link (a part of transmitter)
- [8] ITU-R BT.1368-7\*, Planning criteria for digital terrestrial television services in the VHF/UHF bands (1998-1998-2000-2002-2004-2005-2006-2007)

