



جمهوری اسلامی ایران  
Islamic Republic of Iran

سازمان ملی استاندارد ایران

Iranian National Standards Organization



استاندارد ملی ایران

۱۷۰۸۳-۳-۱۱

چاپ اول

۱۳۹۶



دارای محتوای رنگی

INSO

17083-3-11  
1st.Edition

2017

Identical with  
ISO-IEC-14543-3-11  
(2016)

## فناوری اطلاعات -

معماری سامانه الکترونیک خانگی (HES)

- قسمت ۳-۱۱: پروتکل بسته\_کوتاه

بی سیم مدوله شده با بسامد (FMWSP)

- بهینه سازی شده برای برداشت انرژی -

معماری و پروتکل های لایه زیرین

**Information technology – Home  
electronic system (HES) architecture –  
Part 3-11: Frequency modulated wireless  
short-packet (FMWSP) protocol  
optimised for energy harvesting –  
Architecture and lower layer protocols**

ICS: 35.240.67

استاندارد ملی ایران شماره ۱۱-۳-۱۷۰۸۳ : سال ۱۳۹۶

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](mailto:standard@isiri.org.ir)

وبگاه: <http://www.isiri.gov.ir>

**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](mailto:standard@isiri.org.ir)

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



shaghoor.ir

## به نام خدا

### آشنایی با سازمان ملی استاندارد ایران

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

تدوین استاندارد در حوزه‌های مختلف در کمیسیون‌های فنی مرکب از کارشناسان سازمان، صاحب‌نظران مراکز و مؤسسات علمی، پژوهشی، تولیدی و اقتصادی آگاه و مرتبط انجام می‌شود و کوششی همگام با مصالح ملی و با توجه به شرایط تولیدی، فناوری و 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)<sup>۱</sup>، کمیسیون بین‌المللی الکتروتکنیک (IEC)<sup>۲</sup> و سازمان بین‌المللی اندازه‌شناسی قانونی (OIML)<sup>۳</sup> است و به عنوان تنها رابط<sup>۴</sup> کمیسیون کدکس غذایی (CAC)<sup>۵</sup> در کشور فعالیت می‌کند. در تدوین استانداردهای ملی ایران ضمن توجه به شرایط کلی و 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 نظارت می‌کند. ترویج وسایل 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

« فناوری اطلاعات - معماری سامانه الکترونیک خانگی (HES) - قسمت ۳-۱۱: پروتکل بسته - کوتاه بی سیم مدوله شده با بسامد (FMWSP) بهینه سازی شده برای برداشت انرژی - معماری و پروتکل های لایه زیرین »

رئیس:

معروف، سینا

(لیسانس، مهندسی کامپیوتر، سخت افزار)

سمت و / یا محل اشتغال:

کارشناس سازمان فناوری اطلاعات ایران

دبیر:

یزدیان ورجانی، علی

(دکتری، برق)

عضو هیات علمی دانشگاه تربیت مدرس و مسئول مرکز آپا  
دانشگاه تربیت مدرس

اعضا: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

اسدی پویا، سمیرا

(فوق لیسانس مهندسی فناوری اطلاعات)

مدیر عامل شرکت مهندسی پویا دانش و کیفیت آوا

ترابی، مهنروش

(فوق لیسانس مهندسی فناوری اطلاعات - تجارت  
الکترونیک)

کارشناس استاندارد

شیخ الاسلامی، محمد کاظم

(دکتری، برق)

عضو هیات علمی دانشگاه تربیت مدرس

صالحی، فاطمه

(لیسانس مهندسی کامپیوتر، نرم افزار)

کارشناس مسئول پرداخت الکترونیک شرکت فناوری اطلاعات و  
ارتباطات بانک پاسارگاد (فناپ)

قسمتی، سیمین

(فوق لیسانس مهندسی فناوری اطلاعات، گرایش تکنولوژی  
ارتباطات)

مشاور مرکز آپا دانشگاه تربیت مدرس

قندهاری، آزاده

(فوق لیسانس کامپیوتر، نرم افزار)

عضو هیات علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد ساوه و کارشناس  
مرکز تحقیقات مخابرات ایران

کارشناس شرکت گسترش سرمایه‌گذاری ایران خودرو

کماستی، مهدی

(لیسانس مهندسی کامپیوتر، نرم‌افزار)

عضو هیات علمی و معاون پژوهشی دانشکده برق و کامپیوتر  
دانشگاه تربیت مدرس

محمدیان، مصطفی

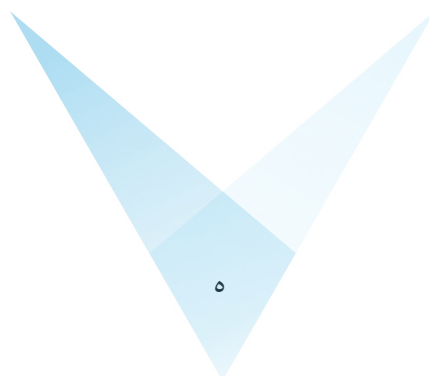
(دکتری، برق)

### ویراستار:

مشاور مرکز آ‌پا دانشگاه تربیت مدرس

قسمتی، سیمین

(فوق لیسانس مهندسی فناوری اطلاعات، گرایش تکنولوژی  
ارتباطات)



فهرست مندرجات

صفحه	عنوان
ح	پیش‌گفتار
۱	۱ هدف و دامنه کاربرد
۲	۲ مراجع الزامی
۲	۳ اصطلاحات، تعاریف و کوتاه‌نوشت‌ها
۲	۱-۳ اصطلاحات و تعاریف
۱۱	۲-۳ کوتاه‌نوشت‌ها
۱۲	۴ انطباق
۱۲	۵ معماری
۱۲	۱-۵ توصیف پروتکل عمومی
۱۲	۱-۱-۵ مرور کلی
۱۳	۲-۱-۵ لایه فیزیکی
۱۴	۳-۱-۵ لایه پیوند داده
۱۴	۴-۱-۵ لایه شبکه
۱۴	۵-۱-۵ لایه انتقال
۱۴	۶-۱-۵ لایه نشست
۱۴	۷-۱-۵ لایه ارائه
۱۴	۸-۱-۵ لایه کاربرد
۱۴	۲-۵ توصیف واحد داده
۱۵	۶ لایه ۱ - لایه فیزیکی
۱۵	۱-۶ مرور کلی
۱۵	۲-۶ توصیف عمومی
۱۸	۳-۶ مشخصات فیزیکی برای ارسال‌کننده FMWSP
۱۹	۴-۶ مشخصات فیزیکی برای دریافت‌کننده FMWSP
۲۰	۵-۶ ساختار بسته
۲۱	۶-۶ رابطه بین بسته و تلگرام
۲۲	۷ لایه ۲ - لایه پیوند داده
۲۲	۱-۷ مرور کلی
۲۲	۲-۷ ساختار تلگرام با طول کمتر از B ۸
۲۳	۳-۷ ساختار تلگرام با طول بیشتر از B ۷

۲۶	یکپارچگی داده	۴-۷
۲۷	لایه ۳- لایه شبکه	۸
۲۷	مرور کلی	۱-۸
۲۷	دسترسی به رسانه	۲-۸
۲۷	کلیات	۱-۲-۸
۲۷	گوش دادن قبل از صحبت	۲-۲-۸
۲۸	دسترسی تصادفی	۳-۲-۸
۲۸	تکرارکننده	۳-۸
۲۹	پیوست الف (آگاهی دهنده) مثال‌هایی از نحوه ارزیابی مقدار چکیده‌ساز	



## پیش‌گفتار

استاندارد «فناوری اطلاعات - معماری سامانه الکترونیک خانگی (HES) - قسمت ۳-۱۱: پروتکل بسته\_کوتاه بی‌سیم مدوله‌شده با بسامد (FMWSP) بهینه‌سازی شده برای برداشت انرژی - معماری و پروتکل‌های لایه زیرین» که پیش‌نویس آن در کمیسیون‌های مربوط بر مبنای پذیرش استانداردهای بین‌المللی به عنوان استاندارد ملی ایران به روش اشاره شده در مورد الف، بند ۷، استاندارد ملی ایران شماره ۵ تهیه و تدوین شده، در پانصد و هفتمین اجلاس کمیته ملی استاندارد فناوری اطلاعات مورخ ۹۶/۲/۱۹ 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 یا تکمیل این استانداردها ارائه شود، در هنگام تجدیدنظر در کمیسیون فنی مربوط، مورد توجه قرار خواهد گرفت. بنابراین، باید همواره از آخرین تجدیدنظر استانداردهای ملی ایران استفاده کرد.

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

ISO/IEC 14543-3-11:2016, Information technology – Home electronic system (HES) architecture – Part 3-11: Frequency modulated wireless short-packet (FMWSP) protocol optimised for energy harvesting – Architecture and lower layer protocols



این استاندارد یک قسمت از مجموعه استانداردهای ملی ایران شماره ۱۷۰۸۳ است.

حسگرها و سودهنده‌های (سوئیچ‌های)<sup>۱</sup> مختلف که به صورت الکتریکی کنترل می‌شود، در خانه‌ها و محیط‌های مشابه برای کاربردهای مختلف استفاده می‌شود. نمونه‌هایی از این کاربردها عبارتند از روشنایی، گرمایش، مدیریت انرژی، کنترل پرده‌ها، شکل‌های مختلف کنترل امنیت و سرگرمی (صدا و تصویر). در اغلب موارد افزاره، به عنوان مثال، سودهنده یک کار را شروع می‌کند و افزاره، به عنوان مثال، لامپ، در مکان‌های مختلف نصب می‌شود. می‌توان توسط سیم، مادون قرمز یا ارسال رادیویی فاصله را به هم متصل کرد. در حال حاضر تجهیزات در هر دو انتهای پیوند ارسال بی‌سیم نیاز به تغذیه توسط خط یا باتری دارد. در حالی که ارسال‌های بی‌سیم به خصوص برای مقاوم‌سازی خانه‌ها جذاب هستند، تعمیر و نگهداری تغذیه افزاره‌های باتری محور یک مانع است. علاوه بر این، این باتری‌ها نیاز به مواد کمیاب دارند. از آنجا که پیام‌های فرماندهی و کنترل ارسال شده توسط افزاره‌های کنترل و حسگر در خانه‌ها بسیار کوتاه است، می‌توانند با استفاده از فنون جدید برای برداشت انرژی تغذیه شوند که استفاده از آنها را با یک پروتکل بی‌سیم نسبتاً کم توان، فراهم می‌کنند. انرژی موجود در محیط افزاره، در عملکرد توان افزاره اخذ و ذخیره می‌شود (برداشت می‌شود). نمونه‌هایی از منابع انرژی تحریک مکانیکی، تابش خورشیدی، اختلاف دما و غیره است. اگر این منابع عمل کنند، دست کم یک افزاره در پیوند نیاز به باتری یا سیم ندارد. افزاره‌های برداشت انرژی نیاز به توان بسیار محدود دارند و از پروتکل انرژی رادیویی کارآمد برای ارسال داده‌ها به سایر افزاره‌های تغذیه‌شده مرسوم در خانه استفاده می‌کنند. به منظور اطمینان از قابلیت همکاری این افزاره‌ها که در خانه از منابع مختلف هستند، نیاز به یک استاندارد بین‌المللی برای پروتکل است که از توان کمی که افزاره‌های برداشت انرژی می‌توانند ارائه دهند، استفاده کند و هم‌زمان فاصله‌ها را برای اتصال به محیط خانه پوشش دهد.

نمونه‌های مختلف این افزاره‌های استفاده‌شده در خانه ممکن است از منابع مختلف آمده باشد. نیاز است که آنها در یک شبکه داخلی مشترک با یکدیگر کار کنند (که در این استاندارد شبکه خانگی گفته می‌شود) و از یک سامانه اتوماسیون خانگی پشتیبانی کنند. هنگامی که سامانه اتوماسیون خانگی الزامات استانداردهای ISO/IEC HES را برآورده کند، سامانه الکترونیک خانگی (HES) نامیده می‌شود.

دو فناوری جایگزین، توسط مجموعه استانداردهای ISO/IEC 14543 پشتیبانی می‌شود. دو استاندارد، ISO/IEC 14543-3-10 و ISO/IEC 14543-3-11، برای برداشت انرژی بر اساس فنون مشابه اما با طرح‌های مدولاسیون متفاوت بهینه‌سازی شده است. استاندارد ISO/IEC 14543-3-10 و ISO/IEC 14543-3-11 دو پروتکل بسته-کوتاه بی‌سیم لایه پایین‌تر را مشخص می‌کند که در آن ISO/IEC 14543-3-10 سیگنال مدوله‌شده با دامنه و ISO/IEC 14543-3-11 از سیگنال مدوله‌شده با بسامد استفاده می‌کند.

1 - Switches

ارتباطات بی‌سیم مدوله‌شده با دامنه در مورد انرژی بسیار کارآمد هستند اما در افزاره‌های سیار کمتر مطابقت دارند. این موضوع به این دلیل است که امیدانس آنتن سیار تحت تأثیر محیط افزاره سیار است، به عنوان مثال، زمانی که افزاره در دست نگه داشته می‌شود یا به یک سطح فلزی منتقل می‌شود. تغییرات در امیدانس بر خطی بودن دامنه آمپلی فایر خروجی بسامد رادیویی تأثیر می‌گذارد، اما هیچ تأثیری بر خود بسامد ندارد. بنابراین، سامانه بی‌سیم AM نسبت به سامانه بی‌سیم FM حساسیت بیشتری در تغییرات محیط دارد. همچنین بسامدهای بالاتر از ۸۰۰MHz برای افزاره‌های سیار مناسب‌تر است، چرا که آنها به آنتن کوچکتری نیاز دارند. بنابراین بسامد ۳۱۵ MHz در این استاندارد استفاده نمی‌شود که با هم سامانه بی‌سیم FM را برای افزاره‌های سیار کارآمدتر می‌کنند.

در مقایسه با سامانه‌های بی‌سیم AM، سامانه بی‌سیم FM انعطاف پذیری بیشتری در رابطه با اندازه قسمت‌های مختلف اطلاعات که می‌تواند ارسال شود، ارائه می‌کند. این موضوع، شامل امکان دارا بودن پایه‌بار بزرگتر، طول‌های مختلف شناسانه‌های مبدا و مقصد و تنوع بیشتری از ساختارها و طول‌های انواع تلگرام است. علاوه بر این، تعداد مراحل تلگرام که می‌تواند تکرار شود از ۲ تا ۱۵ افزایش می‌یابد.

سامانه‌های بی‌سیم AM و FM به اندازه کافی برای موارد زیر کارآمد هستند:

- پشتیبانی از محصولات برداشت‌شده انرژی برای حسگرها و سودهنده‌ها که نیاز به کابل ندارد و باتری‌ها، و
- افزایش عمر افزاره‌ای که با باتری کار می‌کند.

هر دو سامانه AM و FM می‌تواند همان زمان فعال شود، چرا که هر سامانه طوری ساخته شده است که تنها پیام‌های مجاز را می‌پذیرد. برخوردها می‌تواند با فناوری گوش دادن قبل از صحبت (LBT) اجتناب شود یا با ارسال‌های افزونه غلبه شود.

## فناوری اطلاعات - معماری سامانه الکترونیک خانگی (HES) - قسمت ۳-۱۱: پروتکل بسته\_ کوتاه بی سیم مدوله شده با بسامد (FMWSP) بهینه سازی شده برای برداشت انرژی - معماری و پروتکل های لایه زیرین

### ۱ هدف و دامنه کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد، تعیین پروتکل بی سیم مدوله شده با بسامد برای افزاره های<sup>۱</sup> کم مصرف همچون افزاره های برداشت انرژی در محیط خانگی است. این پروتکل بی سیم به طور خاص به منظور به شدت پایین نگه داشتن مصرف انرژی در چنین حسگرها و سودهنده هایی (سوئیچ)<sup>۲</sup> طراحی شده است.

این طرح با موارد زیر مشخص می شود

- نگه داشتن ارتباطات بسیار کوتاه، نامتواتر<sup>۳</sup> و به طور عمده یک سو به و
- استفاده از بسامدهای ارتباطی که محدوده خوبی را حتی در قدرت ارسال پایین ارائه می کنند و از برخوردها از اختلالات جلوگیری می کند.

این استاندارد، استفاده از برداشت کننده های انرژی کوچک و کم هزینه را که می تواند با افزاره های مشابه باتری دار رقابت کند را مجاز می داند. پیام های ارسالی توسط افزاره های برداشت انرژی دریافت می شود و عمدتاً توسط افزاره های برقی مثل سامانه محرک سودهنده رله، تکرار کننده ها یا دروازه ها پردازش می شود. این افزاره ها در کنار یکدیگر یک سامانه اتوماسیون خانگی را شکل می دهند که هنگام ترکیب با مجموعه استانداردهای ISO/IEC 14543، به عنوان سامانه الکترونیک خانگی تعریف می شوند.

این استاندارد، لایه های اتصال متقابل سامانه های باز (OSI)<sup>۴</sup> ۱ تا ۳ از پروتکل ارسال بسته کوتاه بی سیم مدوله شده با بسامد (FMWSP) را مشخص می کند. این استاندارد از سیگنال مدوله شده با بسامد سازگار با افزاره های سیار استفاده می کند و همچنین از ارتباطات بی سیم با بسامد بالا پشتیبانی می کند.

سامانه پروتکل FMWSP از دو و به صورت اختیاری سه نوع مولفه تشکیل شده که در این استاندارد مشخص شده است. این سه مولفه ارسال کننده، دریافت کننده و به طور اختیاری تکرار کننده ها هستند. تکرار کننده ها زمانی نیاز هستند که ارسال کننده و دریافت کننده در محلی باشند که امکان ایجاد ارتباط

---

1- Devices  
2 - Switches  
3- Infrequent  
4 - Open Systems Interconnection

مستقیم مناسب بین آنها وجود نداشته باشد. فاصله کارکردی سامانه در ارتباطات مستقیم تا ۳۰۰ متر خط دید شامل منطقه فرنل و تا ۳۰ متر در محیط ساختمان‌ها است.

از آنجا که ارتباطات بی‌سیم ممکن است توسط دریافت‌کننده‌های در نظر گرفته شده در خارج از محیط شنود شود، توصیه می‌شود کاربران از مخاطراتی که این سامانه‌های بی‌سیم ممکن است قبل از نصب هرگونه سامانه بی‌سیم سبب شود، آگاه باشند. اگرچه، در مقایسه با افزاره‌های شنود، محافظت در برابر حملات مخرب برای فناوری موجود در این استاندارد را می‌توان تا اندازه‌ای در لایه‌های بالایی رسیدگی کرد و به همین دلیل در این استاندارد به آنها رسیدگی نمی‌شود.

## 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:

**2-1 ISO/IEC 7498-1, Information technology – Open systems interconnection – Basic Reference Model – Part 1: The Basic Model**

یادآوری- استاندارد ملی ایران شماره ۱۶۲۷۴-۱: سال ۱۳۹۱، فناوری اطلاعات - اتصال متقابل سامانه های باز-مدل مرجع پایه -مدل پایه با استفاده از استاندارد ISO/IEC 7498-1 : 1994 تدوین شده است.

## ۳ اصطلاحات، تعاریف و کوتاه‌نوشت‌ها

### ۱-۳ اصطلاحات و تعاریف

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

#### ۱-۱-۳

#### بایت

byte

با ۸ بیت ارائه می‌شود

۲-۱-۳

بسامد مرکز

### centre frequency

متوسط بسامد بین بسامد علامت<sup>۱</sup> و بسامد فضایی<sup>۲</sup> ارسال کننده است  
یادآوری ۱- به شکل ۱ مراجعه شود.

۳-۱-۳

برخورد

### collision

دو ارسال کننده بی سیم که از یک کانال بی سیم یکسان استفاده می کنند و به صورت همزمان داده را ارسال می کنند

۴-۱-۳

وارسی افزونگی چرخه‌ای

CRC

### cyclic redundancy check

الگوریتم چکیده‌سازی<sup>۳</sup> یکپارچگی بر اساس تقسیم چند جمله‌ای است

۵-۱-۳

DATA\_DL

فیلد موجود در تلگرام شامل داده پایه‌بار<sup>۴</sup> لایه پیوند است

۶-۱-۳

DATA\_PL

فیلد موجود در بسته شامل داده پایه‌بار لایه فیزیکی است

- 
- 1 - Mark
  - 2 - Space
  - 3 - Hash
  - 4 - Payload

۷-۱-۳

نرخ داده

**data rate**

تعداد بیت‌ها در ثانیه است

۸-۱-۳

نرخ خطای داده

**data rate error**

تفاوت بین نرخ داده واقعی و نرخ داده مشخص شده، تقسیم بر نرخ داده مشخص شده است

۹-۱-۳

برداشت انرژی

**energy harvesting**

انرژی موجود در محیط افزاره که اخذ و در عملیات تغذیه افزاره ذخیره می‌شود  
یادآوری ۱- تحریک مکانیکی، اشعه خورشیدی، تفاوت دما و غیره مثال‌هایی از منابع انرژی است.

[منبع: بند ۳-۱-۸ استاندارد ISO/IEC 14543-10:2012]

۱۰-۱-۳

انحراف بسامد

**FDEV**

**frequency deviation**

نیمی از دامنه بین بسامد علامت و بسامد فضایی است

یادآوری ۱- به شکل ۱ مراجعه شود.

۱۱-۱-۳

خطای بسامد

**frequency error**

تفاوت بین بسامد مرکز و بسامد عامل است

یادآوری ۱- به شکل ۱ مراجعه شود.

۱۲-۱-۳

مدولاسیون بسامد

**frequency modulation**

ارائه مقدار منطقی ۱ و مقدار منطقی ۰ توسط بسامد علامت و بسامد فضایی است

۱۳-۱-۳

کلیدگذاری ارسال بسامد

**FSK**

**frequency shift keying**

ارسالی که داده‌های دیجیتال را به وسیله مدولاسیون بسامد نمایش می‌دهد

۱۴-۱-۳

چکیده‌ساز

**HASH**

فیلدی که در آن مقدار چکیده‌سازی برای کنترل یکپارچگی داده تلگرام ارسال شده، مشخص می‌شود

۱۵-۱-۳

هویت مقصد

**DESTID**

**identity of destination**

هویت منحصر به فرد افزاره مقصد تلگرام FMWSP است

۱۶-۱-۳

هویت منبع

**ORIGID**

**identity of source**

هویت منحصر به فرد افزاره‌ای که تلگرام از آن سرچشمه می‌گیرد

۱۷-۱-۳

طول

### LENGTH

فیلد در یک بسته یا یک تلگرام که تعداد بایت‌های باقی مانده در بسته تلگرام را مشخص می‌کند

۱۸-۱-۳

گوش دادن قبل از صحبت

LBT

### listen before talk

فن واریسی اشغال بودن کانال بی‌سیم قبل از ارسال بسته‌ها است

[منبع: بند ۱۷-۱-۳ استاندارد ISO/IEC 14543-10:2012 اصلاح‌شده، «قاب‌ها» با «بسته‌ها» در تعریف جایگزین شده است]

۱۹-۱-۳

بسامد علامت

### mark frequency

بسامد موجود در ارسال مدوله شده با بسامد که مقدار منطقی ۱ را ارائه می‌دهد  
یادآوری ۱- به شکل ۱ مراجعه شود.

۲۰-۱-۳

بیشینه سیگنال تحمل شده

### maximum tolerated signal

بیشینه توان سطح ورودی که یک دریافت‌کننده می‌تواند از عهده آن بر آید

۲۱-۱-۳

بدون-بازگشت-به-صفر

NRZ

### non-return-to-zero

کد مورد استفاده برای ارسال داده دیجیتال است



۲۲-۱-۳

بسامد عامل

**operating frequency**

بسامد ادعاشده در مشخصات سامانه است

۲۳-۱-۳

نقطه نمونه برداری بهینه

**optimum sampling point**

وسط بیت ارسال شده است

یادآوری ۱- به شکل ۱ مراجعه شود.

۲۴-۱-۳

انتشارهای ناخواسته خارج از باند

**out of band spurious emissions**

بسامدهایی که عمدا توسط سامانه ایجاد نشده است

۲۵-۱-۳

بسته

**packet**

مجموعه‌ای از داده‌ها که به عنوان واحد کامل بر روی لایه فیزیکی ارسال می‌شود

۲۶-۱-۳

نرخ خطای بسته

**packet error rate**

میانگین کسری بسته‌های ارسالی که به صورت صحیح دریافت نشده است، که هر بسته شامل داده‌های دلخواه است

۲۷-۱-۳

زمان ramp-off تقویت کننده توان

زمان PA ramp-off

**power amplifier ramp-off time**

زمان بین پایان آخرین نماد بسته و زمانی که ارسال کننده خاموش می شود  
یادآوری ۱- به شکل ۱ مراجعه شود.

۲۸-۱-۳

زمان ramp-on تقویت کننده توان

زمان PA ramp-on

**power amplifier ramp-on time**

زمانی بین زمانی که ارسال کننده روشن شده و شروع اولین نماد از فیلد مقدمه (PRE) است

۲۹-۱-۳

فیلد مقدمه

**PRE**

**preamble**

ترتیب متناوب بیتها در ابتدای یک بسته که به منظور تولید مقدار آستانه و همزمان سازی بیت مورد استفاده قرار می گیرد

۳۰-۱-۳

شکل تب

**pulse shape**

شکل نماد است

یادآوری ۱- به شکل ۱ مراجعه شود.

1 - Preamble

۳-۱-۳۱

توان بسامد رادیویی

توان RF

**radio frequency power**

توان ارسال کننده است

۳-۱-۳۲

توان ارسال نرخ بندی شده

**rated transmission power**

توان ارسال ادعاشده در مشخصات ارسال کننده است

۳-۱-۳۳

حساسیت دریافت کننده

**receiver sensitivity**

کمینه سطح توان ورودی که نرخ خطای بسته مشخص شده برای آن تکمیل شده است

۳-۱-۳۴

تلگرام‌های تکرار شده

**repeated telegrams**

تلگرام‌های ارسالی توسط یک تکرار کننده است

۳-۱-۳۵

تکرار کننده

**repeater**

تلگرام‌ها را دریافت می‌کند و سیگنال‌های تجدید شده را به گیرنده‌های FMWSP ارسال می‌کند

۳-۱-۳۶

بسامد فضایی

**space frequency**

بسامد در روش ارسال مدوله شده با بسامد که مقدار منطقی ۰ را ارائه می‌دهد

۳-۱-۳۷

نماد

**symbol**

بیت ارسالی توسط ارسال کننده که مقدار منطقی ۰ یا مقدار منطقی ۱ را ارائه می‌کند

۳-۱-۳۸

کلمه همزمان‌سازی

SYNCWD

**synchronisation word**

کلمه ارسالی در بسته که به منظور شناسایی پروتکل FMWSP و همچنین به منظور همزمان‌سازی دریافت کننده با سیگنال دریافتی مورد استفاده قرار می‌گیرد

۳-۱-۳۹

تلگرام

**telegram**

واحد داده شبکه و لایه‌های پیوند داده است

[منبع: بند ۳-۱-۳۴ استاندارد ISO/IEC 14543-10:2012 اصلاح شده، تعریف تغییر کرده و یادآوری حذف شده است]

۳-۱-۴۰

نوع تلگرام

**telegram type**

نوع یک تلگرام ارسالی در پروتکل FMWSP را تعیین می‌کند

**یادآوری** - چندین نوع تلگرام وجود دارد که می‌تواند در پروتکل FMWSP ارسال یابد. انواع تلگرام توسط برنامه‌های کاربردی مورد استفاده قرار می‌گیرد و تعریف می‌شود و به گونه‌ای انتخاب می‌شود که کمینه میزان انرژی مصرف شود. این استاندارد نحو انواع تلگرام را مشخص می‌کند، اما معنانشناسی‌ها و فیلدهای پشتیبانی‌شده، توسط برنامه‌های کاربردی مشخص می‌شود.

۴۱-۱-۳

## توان ارسال

### transmission power

توان انتشار حین ارسال است

۲-۳ کوتاه‌نوشت‌ها

ADDDATA	Additional Data	داده‌های افزوده
CRC	Cyclic Redundancy Check	وارسی افزونگی چرخه‌ای
DATA_DL	Payload Data of the data link and network layers	داده‌های پایه‌بار لایه‌های پیوند داده و شبکه
DATA_PL	Payload Data of the physical layer	داده‌های پایه‌بار لایه فیزیکی
DESTID	Destination device IDentity	هویت افزاره مقصد
EIRP	Effective Isotropic Radiated Power	توان موثر همسانگرد تابش
ERP	Effective Radiated Power	توان موثر تابش
ETELTYP	Extended Telegram Type	نوع تلگرام گسترش یافته
EXHDR	Extension Header	سرآیند گسترش
FDEV	Frequency deviation	انحراف بسامد
FMWSP	Frequency Modulated Wireless Short-Packet Protocol	پروتکل بسته کوتاه بی‌سیم مدوله‌شده با بسامد
FSK	Frequency Shift Keying	کلیدگذاری ارسال بسامد
HDR	Header	سرآیند
LBT	Listen Before Talk	گوش دادن قبل از صحبت
LSB	Least Significant Bit	کم ارزش‌ترین بیت
MSB	Most Significant Bit	با ارزش‌ترین بیت

NRZ	Non-Return-to-Zero	بدون بازگشت به صفر
ORIGID	Transmitting device Identity	هویت افزاره ارسال
PRE	Preamble	مقدمه
RF	Radio Frequency	بسامد رادیویی
SYNCWD	Synchronisation Word	کلمه همزمانی

#### ۴ انطباق

سه مولفه سامانه پروتکل FMWSP که در این استاندارد مشخص شده است ارسال کننده، دریافت کننده و تکرار کننده‌ها هستند. تکرار کننده‌ها باید قادر به ارسال و دریافت تلگرام‌ها باشند و از این رو الزامات ارسال کننده‌ها و دریافت کننده‌ها را پشتیبانی کنند.

به منظور تطابق با این استاندارد مولفه‌ها باید دست کم یکی از سه بسامد بی‌سیم ۸۶۸.۳۰۰ MHz، ۹۰۲.۸۷۵ MHz یا ۹۲۸.۳۵۰ MHz را پشتیبانی کند مگر این که بسامد دیگری توسط مقررات محلی اجبار شده باشد. برای بسامد انتخاب شده، ارسال کننده باید از تمامی الزاماتی که به طور صریح به عنوان اختیاری تعیین نشده است پشتیبانی کند و دریافت کننده باید از تمامی الزاماتی که به طور صریح به عنوان اختیاری تعیین نشده است پشتیبانی کند. این الزامات در بندهای ۶، ۷ و ۸ مشخص شده است. تکرار کننده باید علاوه بر الزامات ارسال کننده و دریافت کننده، از ویژگی‌های موجود در بند ۸-۳ پشتیبانی کند.

#### ۵ معماری

##### ۱-۵ توصیف پروتکل عمومی

##### ۱-۱-۵ مرور کلی

این بند فرعی، مرور کلی در رابطه با پشته پروتکل بسته کوتاه بی‌سیم مدوله شده با بسامد FMWSP را ارائه می‌کند (به جدول ۱ مراجعه شود). پروتکل FMWSP یک پروتکل لایه‌ای کم وزن است که به منظور کمینه کردن تقاضا برای انرژی و احتمال برخورد طراحی شده است. پشته پروتکل FMWSP سازگار با مدل اتصال مرجع OSI است (به استاندارد ISO/IEC 7498-1 مراجعه شود).

جدول ۱- ساختار پشته پروتکل FMWSP

پشته پروتکل بسته کوتاه بی سیم مدوله شده با بسامد (FMWSP)			
واحد های داده	خدمات	لایه	استاندارد
		کاربرد	در این استاندارد تعریف نشده است
		ارائه	
		نشست	
		انتقال	
TELEGRAM	دسترسی رسانه گوش دادن قبل از صحبت	شبکه	ISO/IEC 14543-3-11
TELEGRAM	یکپارچگی داده	لایه پیوند داده	
BITS/ PACKET	مدولاسیون بسامد مقدمه (PRE) کلمه همزمان سازی (SYNCWD)	فیزیکی	

#### ۲-۱-۵ لایه فیزیکی

در لایه فیزیکی، داده‌ها بر روی بسامدهای ۸۸۳.۳ MHz، ۹۰۲.۸۷۵ MHz یا ۹۲۸.۳۵ MHz با نرخ داده ۱۲۵ KB/s و با استفاده از کلیدگذاری ارسال بسامد (FSK) ارسال می‌یابند. شیوه ارسال ممکن است با توجه به مقررات ملی باشد. مدت زمان ارسال یک بیت حدود ۸ میکروثانیه است. داده‌ها در بسته‌ها ارسال می‌یابند. بسته از مقدمه (PRE)، کلمه همزمان‌سازی (SYNCWD) و بعد از آن یک بیت که طول پیام داده را توصیف می‌کند (LENGTH) و داده واقعی (DATA\_PL) تشکیل می‌شود.

این پروتکل به صورت شبه همزمان کار می‌کند. در یک سامانه شبه همزمان قسمت‌های مختلف سامانه تقریباً، اما نه کاملاً، همزمان است. با محدودیت‌های موجود برای بیشینه طول بسته، سامانه می‌تواند به عنوان شبه همزمان در نظر گرفته شود (ساعت‌ها، بسامد مشابه اما فاز متفاوت دارند). بعد از همزمان‌سازی بر اساس کلمه همزمان‌سازی (SYNCWD) سامانه همزمان در نظر گرفته می‌شود. در نتیجه می‌توان از کدگذاری بسیار کم مصرف به اسم بدون بازگشت به صفر (NRZ) استفاده کرد.

برای جزئیات بیشتر FI به بند ۶ مراجعه شود.

### ۳-۱-۵ لایه پیوند داده

تلگرام، قسمتی از بسته است که مقدمه (PRE) و کلمه همزمان سازی (SYNCWD) از آن حذف شده است. در انتهای دریافت کننده، تلگرام به لایه پیوند داده ارسال می‌یابد که در آنجا یکپارچگی داده‌های تلگرام واری می‌شود. اگر واری یکپارچگی داده مردود شود، تلگرام کنار گذاشته می‌شود.

### ۴-۱-۵ لایه شبکه

لایه شبکه مسئولیت مسیریابی را به عهده دارد که در این مورد عمدتاً یک فرایند تکرار شونده است و زمانی نیاز است که ارسال کننده و دریافت کننده نتوانند مستقیماً ارتباط برقرار کنند. این امر نیازمند این است که تکرارکننده‌ها بین آنها نصب شوند (به بند ۳-۸ مراجعه شود).

وظیفه دیگر لایه شبکه، مدیریت زمانبندی تلگرام‌های دریافت شده یا ارسال شده است. برای اطمینان از اینکه هیچ ارسالی زمانی که کانال بی‌سیم اشغال است آغاز نمی‌شود، در صورت امکان از فن گوش دادن قبل از صحبت (LBT) استفاده می‌شود.

### ۵-۱-۵ لایه انتقال

این لایه در این استاندارد توصیف نشده است.

### ۶-۱-۵ لایه نشست

این لایه در این استاندارد توصیف نشده است.

### ۷-۱-۵ لایه ارائه

این لایه در این استاندارد توصیف نشده است.

### ۸-۱-۵ لایه کاربرد

این لایه در این استاندارد توصیف نشده است.

### ۲-۵ توصیف واحد داده

پروتکل ارتباطی بر اساس واحدهای داده ایجاد شده است. ساختار واحدهای داده برای هر لایه در بندهای ۶ (لایه فیزیکی)، ۷ (لایه پیوند داده) و ۸ (لایه شبکه) توضیف شده است.

بسته، نمایش داده‌های کدگذاری شده بر روی لایه فیزیکی است. بسته شامل اطلاعات کنترل و همزمان سازی برای دریافت کننده است. بسته به عنوان دنباله متوالی بیت به بیت ارسال می‌یابد. در انتهای دریافت کننده، یک تلگرام، نتیجه فرایند کدگشایی است که در آن مقدمه (PRE) فیلدها و کلمه همزمان سازی (SYNCWD) از بسته حذف شده است. در سمت ارسال کننده، بسته با اضافه کردن این دو فیلد به تلگرام ایجاد می‌شود.



## ۶ لایه ۱ - لایه فیزیکی

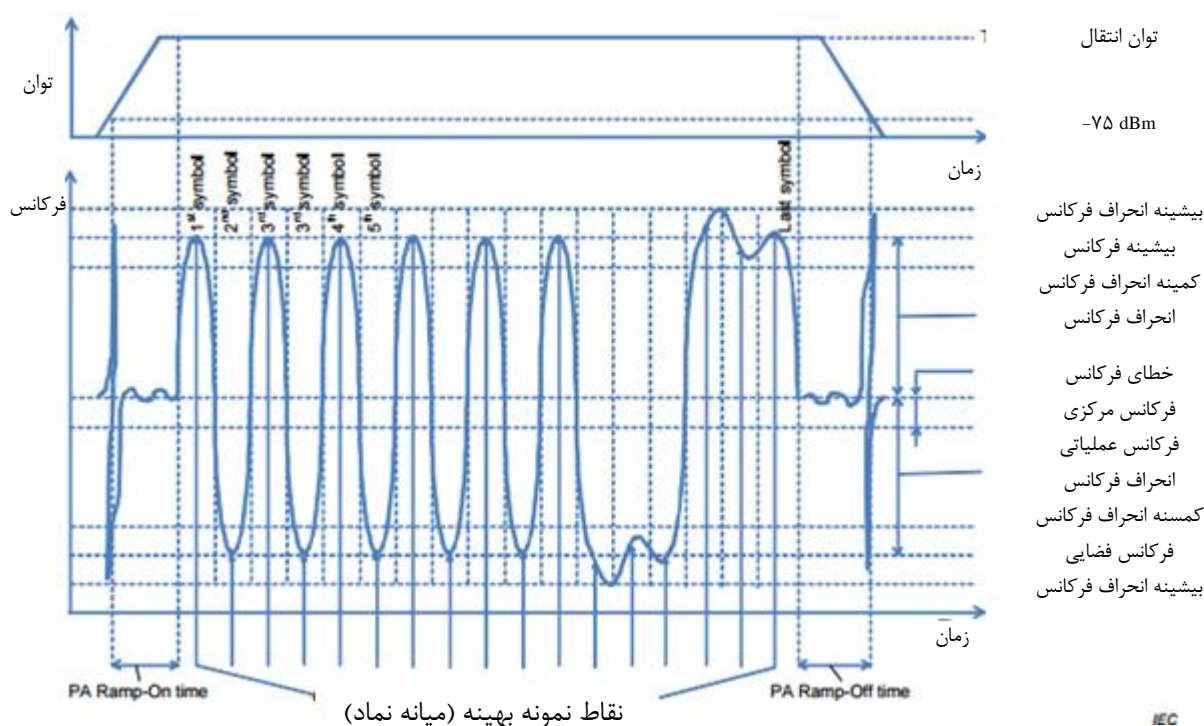
### ۱-۶ مرور کلی

پارامترهای فیزیکی که باید توسط پروتکل FMWSP پشتیبانی شود در این بند توصیف شده است. بند فرعی بعدی پارامترهای فیزیکی که در این استاندارد مشخص شده است را تعریف می‌کند و آنها را نشان می‌دهد. الزاماتی که یک ارسال‌کننده در پروتکل FMWSP باید آنها را برآورد کند در بند ۳-۶ و الزامات دریافت‌کننده FMWSP در بند ۴-۶ توصیف شده است.

لایه فیزیکی همچنین مسئولیت تبدیل بین واحدهای داده ارسال یافته در لایه فیزیکی یعنی بسته‌ها و واحدهای داده ارسال یافته در لایه فیزیکی، یعنی تلگرام‌ها را به عهده دارد. برای ساختار و کدگذاری بسته‌های پروتکل FMWSP به بند ۵-۶ مراجعه شود.

### ۲-۶ توصیف عمومی

این بند فرعی، پارامترهای فیزیکی برای پروتکل FMWSP را که باید توسط سیگنال‌دهی پروتکل نشست بی‌سیم (WSP) پشتیبانی شود، توصیف می‌کند. این پارامترها شامل تمامی پارامترهای برقی و رواداری‌های مرتبط برای ارسال‌کننده و دریافت‌کننده است.



شکل ۱- نمایش سیگنال مدوله شده با بسامد و پارامترهای گوناگون فیزیکی مرتبط

شکل ۱ پوشش کلیدگذاری ارسال بسامد (FSK) را نشان می‌دهد. این شکل همچنین پارامترهای فیزیکی گوناگون که در زیر تعریف شده است را نمایش می‌دهد. این پارامترها برای درک چگونگی تعریف پروتکل FMWSP لازم است.

**بسامد مرکزی** بسامد میانگین بین بسامد علامت و بسامد فضایی ارسال کننده است (به شکل ۱ مراجعه شود).

**نرخ خطای داده** تفاوت بین نرخ داده واقعی و نرخ داده مشخص شده تقسیم بر نرخ داده مشخص شده را نشان می‌دهد. هرچه تلگرام کوتاه‌تر باشد نرخ خطای داده مجاز بزرگتر است.

**نرخ داده** تعداد بیت‌ها در ثانیه را مشخص می‌کند.

**انحراف بسامد (FDEV)** نیمی از دامنه بین بسامد علامت و بسامد فضایی است. این پارامتر دارای یک مقدار بیشینه و کمینه است که قله‌های نمادها باید وسط آن قرار گیرند (به شکل ۱ مراجعه شود).

**خطای بسامد** تفاوت بین بسامد مرکزی و بسامد عامل است (به شکل ۱ مراجعه شود). این پارامتر زمانی که بسامد مرکزی بزرگتر از بسامد عامل باشد مثبت است و زمانی که بسامد مرکزی کوچکتر از بسامد عامل باشد منفی است.

**مدولاسیون بسامد** به گونه‌ای انجام می‌شود که به ترتیب مقدار منطقی ۱ و مقدار منطقی ۰ توسط بسامد علامت و بسامد فضایی نشان داده می‌شود (به شکل ۱ مراجعه شود).

بسامد علامت مقدار منطقی ۱ را ارائه می‌کند و دارای مقدار بسامد مرکزی به علاوه انحراف بسامد است (به شکل ۱ مراجعه شود).

بیشینه سیگنال تحمل شده بیشینه سطح قدرت ورودی است که یک دریافت کننده باید از عهده آن بر آید.

بسامد عامل بسامدی است که توسط مشخصات سامانه عنوان شده است (به شکل ۱ مراجعه شود).

نقاط نمونه برداری بهینه در وسط بیت ارسالی قرار دارند (به شکل ۱ مراجعه شود).

انتشارهای ناخواسته خارج از باند بسامدهایی است که به طور ناخواسته توسط سامانه ایجاد شده است و این انتشارها باید مطابق با مقررات محلی باشند.

نرخ خطای بسته کسری میانگین بسته‌های ارسالی که به صورت درست دریافت نشده است که تمامی بسته‌ها شامل داده‌های دلخواه است.

زمان ramp\_off تقویت کننده توان زمان بین پایان آخرین نماد بسته و زمانی که ارسال کننده خاموش می‌شود (به شکل ۱ مراجعه شود).

زمان ramp\_on تقویت کننده توان زمان بین روشن شدن ارسال کننده و شروع اولین نماد مقدمه (PRE) است (به شکل ۱ مراجعه شود).

شکل تب<sup>۱</sup> شکل نماد است. می‌تواند شکلی دلخواه داشته باشد، اما قله‌های آن باید بین بیشینه و کمینه مقادیر انحراف بسامد قرار گیرد (به شکل ۱ مراجعه شود).

توان بسامد رادیویی (RF) توان ارسال کننده است که در صورت وجود در قسمت رابط آنتن اندازه‌گیری می‌شود. ارسال کننده باید با تجهیزاتی که یا با امپدانس رابط آنتن تطبیق داده شده است یا برای هرگونه نابرابری تصحیح شده، ایجاد شود. برای افزاره‌های بدون رابط آنتن، مقیاس‌ها باید به عنوان توان تابشی ایزوتروپیک موثر (EIRP) تفسیر شوند (به عنوان مثال یک آنتن ۰ dBi)، و هر مقیاس تابشی باید به منظور افزایش جبران در پیاده‌سازی تصحیح شود.

توان ارسال نرخ بندی شده میزان توان ارسالی است که برای ارسال کننده مشخص شده است.

حساسیت دریافت کننده کمینه سطح توان ورودی که نرخ خطای تعیین شده بسته تحت شرایط بند ۴-۶ برای آن تکمیل شده است.

بسامد فضایی مقدار منطقی ۰ را ارائه می‌کند و دارای مقدار بسامد مرکزی که انحراف بسامد از آن کم شده، است (به شکل ۱ مراجعه شود).

نماد بیت ارسالی توسط ارسال کننده است که مقدار منطقی ۰ یا مقدار منطقی ۱ را ارائه می کند.

توان ارسال توان ارسال در طول ارسال است (به شکل ۱ مراجعه شود).

### ۳-۶ مشخصات فیزیکی برای ارسال کننده FMWSP

این بند فرعی الزامات برای ارسال کننده FMWSP را بیان می کند. در جدول ۲ فهرست تمامی مقادیر پارامترهای مورد نیاز که باید برای هر دو ارسال کننده و تکرارکننده پشتیبانی شود آورده شده است. این پارامترها همگی در بند ۲-۶ در بالا توصیف شده است.

جدول ۲ - الزامات برای ارسال کننده FMWSP

مقدار بیشینه	مقدار نمونه	مقدار کمینه	پارامتر
	۸۶۸.۳۰۰ MHz		بسامد عملیاتی برای سامانه های ۸۶۸ MHz
	۹۰۲.۸۷۵ MHz		بسامد عملیاتی برای سامانه های ۹۰۲ MHz
	۹۲۸.۳۵۰ MHz		بسامد اجرا برای سامانه های MHz ۹۲۸
+۱۸ kHz		-۱۸ kHz	خطای بسامد (تمام بسامدهای عملیاتی)
	۱۲۵ kbit/s		نرخ داده (مورد نظر)
$+۷۶۸۰ \times ۱۰^{-۶}$ / طول تلگرام به بایت ( $-۳۰ \times ۱۰^{-۶}$ ) برای بیشینه طول تلگرام (۲۵۶ B)		$-۷۶۸۰ \times ۱۰^{-۶}$ / طول تلگرام به بایت ( $-۳۰ \times ۱۰^{-۶}$ ) بیشینه طول تلگرام (۲۵۶ B)	خطای نرخ داده
	FSK		نوع مدولاسیون
	NRZ		کدگذاری
۷۰.۰ kHz	۶۲.۵ kHz	۵۵.۰ kHz	انحراف بسامد (FDEV)
	- DEV		"0" منطقی (از بسامد مرکزی)
	+FDEV		"1" منطقی (از بسامد مرکزی)
محدود با مقررات ملی		۰ dBm	توان ارسال نرخ بندی شده
۴۰ μs		۰ μs	زمان PA Ramp-On
۴۰ μs		۰ μs	زمان PA Ramp-Off

۴-۶ مشخصات فیزیکی برای دریافت کننده FMWSP

این بند فرعی الزامات برای دریافت کننده FMWSP را ارائه می کند. دریافت کننده FMWSP باید بتواند از عهده سیگنال های ارسالی در محدوده رواداری ارائه شده در بند ۳-۶ برآید. دریافت کننده همچنین باید الزامات موجود در جدول ۳ را برآورده کند. این پارامترها همگی در بند ۲-۶ در بالا توصیف شده است.

جدول ۳ — الزامات برای دریافت کننده FMWSP

پارامتر	مقدار
حساسیت دریافت کننده	$< -95 \text{ dBm}$
بیشینه سیگنال قابل تحمل	$> -20 \text{ dBm}$
شرایط نرخ خطای بسته: - بسته با مقدار طول فیلد $10 \cdot B$ - توان اندازه گیری شده در پایانه های آنتن دریافتی	$< 0,1 \%$

#### ۵-۶ ساختار بسته

این بند فرعی ساختار یک بسته را توصیف می کند، به عنوان مثال یک تلگرام که در لایه فیزیکی ارسال می یابد. جزئیات جوانب مختلف کدگذاری داده در بسته توصیف می شود. حالت ارسال توسط با ارزش ترین بیت (MSB) تعیین می شود. بیشینه طول بسته ۲۶۰ بایت است.



شکل ۲- ساختار بسته برای پروتکل FMWSP

همانطور که در شکل ۲ مشاهده می شود و در جدول ۴ توصیف شده است، بسته کامل از مقدمه (PRE)، کلمه همزمان سازی (SYNCWD)، طول (LENGTH) فیلد DATA\_PL و بعد از آن پایه بار DATA\_PL تشکیل شده است.

جدول ۴ - مقادیر فیلد بسته پروتکل FMWSP

ترتیب بیت / بایت	مقدار	فیلد
ابتدا MSB اولین بایت ارسال را به ترتیب از چپ به راست منتقل می کند	"1010101010101010" دنباله بیتهی (0xAAAA)	PRE (مقدمه) (۱۶ بیت)
	"1010100100111100" دنباله بیتهی (0xA93C)	SYNCWD (کلمه همزمان سازی) (۱۶ بیت)
	۲۵۵-۱	LENGTH (۸ بیت)
	داده پایه بار	DATA_PL (۱ B تا ۲۵۵ B)

هر بسته با یک فیلد مقدمه (PRE) با طول ۱۶ بیت شروع می شود (به جدول ۴ مراجعه شود).

PRE: این فیلد، با طول ۲ بایت، شروع بسته است و به منظور تولید آستانه و بیت همزمان سازی مورد استفاده قرار می گیرد. مقدار آن در جدول ۴ قابل مشاهده است.

SYNCWD: این فیلد کلمه همزمان سازی است و طول آن ۲ بایت است و به منظور شناسایی پروتکل FMWSP و همچنین به منظور همزمان سازی دریافت کننده با سیگنال دریافتی مورد استفاده قرار می گیرد. مقدار آن در جدول ۴ قابل مشاهده است.

LENGTH: این فیلد طولی برابر با ۱ بایت دارد و تعداد بایت های باقیمانده از بسته را مشخص می کند که منطبق با طول فیلد DATA\_PL خواهد بود.

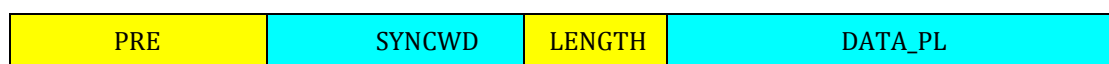
DATA\_PL: این فیلد شامل داده های پایه بار لایه فیزیکی است و با جزئیات کامل در بند ۷ توصیف خواهد شد. تعداد بایت های آن توسط فیلد LENGTH تعیین می شود.

رابطه میان یک بسته در لایه فیزیکی و تلگرام در لایه پیوند در بند ۶-۶ توصیف می شود.

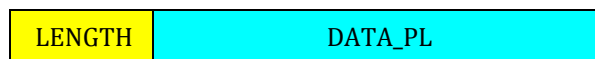
#### ۶-۶ رابطه بین بسته و تلگرام

دریافت کننده باید تلگرام را از بسته به دست آورد، در حالی که ارسال کننده باید بسته را از تلگرام بسازد. رابطه میان آنها در شکل ۳ قابل مشاهده است.

#### لایه فیزیکی



#### لایه پیوند داده



IEC

شکل ۳ - رابطه بین بسته و تلگرام

تفاوت میان بسته و تلگرام این است که فیلدهای PRE و SYNCWD بسته در تلگرام وجود ندارد که شامل فیلدهای LENGTH و DATA\_PL است.

۷ لایه ۲ - لایه پیوند داده

۱-۷ مرور کلی

ساختار داده‌های ارسالی در لایه پیوند، یعنی تلگرام، دو شکل متفاوت دارند. یک ساختار آن برای تلگرام‌های بسیار کوتاه با طول کمتر از ۸ B است (به بند ۲-۷ مراجعه شود). تلگرام‌های دیگر می‌توانند طولی برابر با ۸ تا ۲۵۶ B داشته باشند (به بند ۳-۷ مراجعه شود). لایه پیوند داده همچنین مسئول خدمت یکپارچگی داده است که در بند ۴-۷ در پایین توصیف شده است.

۲-۷ ساختار تلگرام با طول کمتر از ۸ B

تلگرام با طول کمتر از ۸ B بایت که در آن مقدار فیلد LENGTH کمتر یا برابر با ۶ B است. ساختار آن در شکل ۴ نشان داده شده است.

LENGTH	ORIGID	DATA_DL
--------	--------	---------

شکل ۴ — ساختار تلگرام با طول کمتر از ۸ B

فیلدهای مختلف در تلگرام:

LENGTH: این فیلد نه تنها تعداد بایت‌های بعد از این فیلد در تلگرام را مشخص می‌کند، بلکه نوع تلگرام را همانطور که در جدول ۵ نشان داده شده است مشخص می‌کند. طول این فیلد برابر با ۱ بایت است.

ORIGID: این فیلد هویت منبع تلگرام را مشخص می‌کند. طول این فیلد، همانطور که در جدول ۵ مشاهده می‌شود، به نوع تلگرام بستگی دارد.

DATA\_DL: این فیلد شامل پایه‌بار تلگرام است. طول این فیلد، همانطور که در جدول ۵ مشاهده می‌شود، به نوع تلگرام بستگی دارد.

جدول ۵- مقادیر فیلد و معنی تلگرام با طول کمتر از ۸ B

نوع تلگرام معنی	طول فیلد DATA_DL بیت	طول فیلد ORIGID بیت	مقدار LENGTH
۱	۰	۸	0000 0001
۲	۸	۸	0000 0010
۳	۸	۱۶	0000 0011
۴	۸	۲۴	0000 0100
۵	۸	۳۲	0000 0101
۶	۱۶	۳۲	0000 0110



از آنجا که نه اطلاعاتی در رابطه با تکرار (به بند ۸-۳ مراجعه شود) و نه در رابطه با یکپارچگی داده (به بند ۷-۴ مراجعه شود) وجود دارد، این انواع تلگرام هرگز نباید تکرار شوند. همچنین لایه‌های بالاتر مسئول یکپارچگی داده هستند.

معناشناسی‌های نوع تلگرام توسط برنامه کاربردی و نه توسط استاندارد مشخص می‌شود. این استاندارد نحو، که به ساختار و ویژگی‌های تلگرام می‌پردازد را مشخص می‌کند.

### ۳-۷ ساختار تلگرام با طول بیشتر از ۷ B

تلگرام با طول بیشتر از ۷ B دارای یک فیلد LENGTH بزرگتر از ۶ B است، این تلگرام ساختار متفاوتی دارد و می‌تواند اطلاعات بیشتری را ارسال دهد. این تلگرام شامل جمع کنترلی<sup>۱</sup> یکپارچگی داده است و می‌تواند تکرار شود. ساختار آن در شکل ۵ نشان داده شده است.

LENGTH	HDR	EXHDR	ETELTYP	ORIGID	DESTID	DATA_DL	ADDATA	HASH
--------	-----	-------	---------	--------	--------	---------	--------	------

شکل ۵- ساختار تلگرام با طول بیشتر از ۷ B

فیلدهای مختلف در تلگرام:

LENGTH: این اولین فیلد تلگرام است و تعداد بایت‌های بعد از این فیلد در تلگرام را مشخص می‌کند. طول آن برابر با ۱ B است.

HDR: این فیلد، سرآیند، طولی برابر ۱ B دارد و (به جدول ۶ مراجعه شود)

- نوع تلگرام،
  - وجود یا عدم وجود فیلد نوع گسترش یافته تلگرام (ETELTYP)،
  - وجود یا عدم وجود فیلد سرآیند گسترش یافته (EXHDR)،
  - طول فیلد هویت منبع (ORIGID) به بایت، و
  - وجود یا عدم وجود فیلد هویت مقصد (DESTID) و همچنین طول آن به بایت را مشخص می‌کند.
- EXHDR: این فیلد، فیلد سرآیند گسترش یافته، طولی برابر ۱ B دارد و مشخص می‌کند (به جدول ۷ مراجعه شود) که آیا
- تلگرام، یک تلگرام اصلی است،
  - تلگرام، یک تلگرام تکرار شده است و چه ترتیبی از تکرار است (بیشینه ۱۵)، و

1 - Checksum

- آیا تلگرام شامل فیلد داده‌های افزوده (ADDDATA) است و طول آن به بایت مشخص می‌شود.
- ETELTYP: این فیلد که از نوع تلگرام گسترده است، طولی برابر با ۱ B دارد و انواع بیشتر تلگرام که در بین انواع موجود در فیلد HDR وجود ندارند را مشخص می‌کند (به جدول ۶ مراجعه شود).
- ORIGID: این فیلد هویت منبع تلگرام را مشخص می‌کند. طول این فیلد در فیلد HDR مشخص می‌شود.
- DESTID: این فیلد هویت منبع افزاره‌ای را که تلگرام برای آن در نظر گرفته شده است را مشخص می‌کند. وجود و طول آن در فیلد HDR مشخص می‌شود (به جدول ۶ مراجعه شود).
- DATA\_DL: این فیلد شامل پایه‌بار لایه پیوند است. طول این فیلد باید از مقدار مشخص شده در فیلد LENGTH و وجود و طول دیگر فیلدها در تلگرام بدست آید.
- ADDDATA: این فیلد شامل داده‌های افزوده است که می‌توان از آنها برای اهداف آزمون و راه‌اندازی استفاده کرد. وجود و طول آن به بایت در فیلد EXHDR مشخص می‌شود (به جدول ۷ مراجعه شود).
- HASH: این فیلد با طول ۱ B شامل مقدار واریسی یکپارچگی است. این الگوریتم در بند ۷-۴ توصیف شده است.

جدول ۶- توصیف سرآیند (HDR)

معنی	مقدار	HDR
ORIGID 24 bit (3 B), No DESTID	000	bit 7...5
ORIGID 32 bit (4 B), No DESTID	001	
ORIGID 32 bit (4 B), DESTID 32 bit (4 B)	010	
ORIGID 48 bit (6 B), No DESTID	011	
ORIGID 128 bit (16 B), No DESTID	100	
ORIGID 128 bit (16 B), DESTID 128 bit (16 B)	101	
ORIGID 16 bit (2 B), No DESTID	110	
ORIGID 48 bit (6 B), DESTID 48 bit (6 B)	111	
No EXHDR	0	bit 4
EXHDR present	1	
Telegram Type 7	0000	bit 3....0
Telegram Type 8	0001	
Telegram Type 9	0010	
Telegram Type 10	0011	

معنی	مقدار	HDR
Telegram Type 11	0100	
Telegram Type 12	0101	
Telegram Type 13	0110	
Telegram Type 14	0111	
Telegram Type 15	1000	
Telegram Type 16	1001	
Telegram Type 17	1010	
Telegram Type 18	1011	
Telegram Type 19	1100	
Telegram Type 20	1101	
Telegram Type 21	1110	
EETELTYP present	1111	

در فیلد سرآیند (HDR) سه بیت اول طول و وجود فیلد هویت منبع (ORIGID) و فیلد هویت مقصد (DESTID) تلگرام را مشخص می‌کند (به جدول ۶ مراجعه شود).

بیت چهارم حضور یا عدم حضور فیلد سرآیند گسترش یافته (EXHDR) را مشخص می‌کند.

چهار بیت آخر از فیلد HDR نوع تلگرام یا حضور فیلد EETELTYP را مشخص می‌کند (به جدول ۸ مراجعه شود). معنانشناسی‌های نوع تلگرام توسط برنامه کاربردی و نه توسط استاندارد مشخص می‌شود. این استاندارد نحو که به ساختار و خصوصیات تلگرام می‌پردازد را مشخص می‌کند.

جدول ۷- توصیف فیلد سرآیند گسترش یافته (EXHDR)

معنی	مقدار	EXHDR
تلگرام اصلی	0000	bit 7...4
تعداد تکرار تلگرام (۱،...،۱۵۴)	0001- - 1111	
۱۱۱۱ همچنین به معنی این است که تلگرام مجاز به تکرار توسط تکرار کننده ای که آن را دریافت کرده نیست.		
ADDDATA وجود ندارد	0000	bit 3...0
طول فیلد ADDATA به بایت (۱ B تا ۱۵ B)	0001- -1111	

چهار بیت اول فیلد گسترش یافته (EXHDR) مشخص می کند که آیا تلگرام اجازه تکرار دارد یا خیر. مقدار "0 0 0 0" به این معنی است که این تلگرام اصلی است و اجازه تکرار دارد. مقدار "1 1 1 1" به این معنی است که این تلگرام تلگرام اصلی است که اجازه تکرار ندارد یا یک تلگرام تکرار شده است که به آخرین تعداد دفعات تکرار خود (۱۵) رسیده است و دیگر اجازه تکرار ندارد.

چهار بیت آخر فیلد EXHDR طول فیلد داده های افزوده (ADDATA) را به بایت مشخص می کند. در موردی که مقدار 0 باشد، چنین فیلدی وجود ندارد.

جدول ۸- توصیف نوع تلگرام گسترش یافته (ETELTYP)

معنی	مقدار	ETELTYP
Telegram Type 22	00000000	bit 7...0
Telegram Type 23	00000001	
...	...	
Telegram Type 276	11111110	
Telegram Type 277	11111111	

فیلد ETELTP انواع ۲۲ تا ۲۷۷ تلگرام را مشخص می کند. معناشناسی های نوع تلگرام توسط برنامه کاربردی و نه توسط استاندارد مشخص می شود. این استاندارد نحو که به ساختار و خصوصیات تلگرام می پردازد را مشخص می کند.

#### ۴-۷ یکپارچگی داده

یکپارچگی داده تنها برای تلگرام هایی که شامل فیلد HASH است ارائه می شود (به عنوان مثال تلگرام های با طول بیشتر از ۷ بایت). به منظور واری این که یک از این تلگرام های طولانی تر به صورت سالم دریافت شده است، چکیده ساز تلگرام توسط افزاره ارسال کننده قبل از ارسال محاسبه می شود، به عنوان مثال ارسال کننده یا تکرار کننده و به تلگرام پیوست می شود (فیلد HASH). چکیده ساز پیوست شده محافظت نشده است و بنابراین به منظور تشخیص شکست در ارسال و عدم محافظت در برابر مقاصد خرابکارانه به کار گرفته می شود. فرایند درستی سنجی توسط افزاره گیرنده تلگرام صورت می گیرد (به عنوان مثال افزاره دریافت کننده یا تکرار کننده). الگوریتم پشتیبانی شده یک الگوریتم ۸ بیتی «واریسی افزونگی چرخه ای (CRC)» است. تمامی دریافت کننده ها و تکرار کننده ها باید از این تابع چکیده ساز پشتیبانی کند.

اگر درستی سنجی نمونه های تلگرام دریافتی مردود شود، تلگرام نادیده گرفته می شود.

الگوریتم با اولین بایت بعد از فیلد LENGTH تلگرام شروع می شود و باقی مانده تقسیم (پیمانانه دو) با چند جمله ای مولد  $x^8 + x^2 + x + 1$  حاصل  $x^8$  در اولین بایت تلگرام ضرب می شود.

یادآوری- الگوریتم CRC از همان چند جمله ای مولد  $(x^8 + x^2 + x + 1)$  مورد استفاده در کنترل خطای سرآیند ATM (HEC) استفاده می کند که در توصیه نامه I.432.1 اتحادیه بین المللی مخابرات (ITU)<sup>1</sup> توصیف شد.

1 - International Telecommunication Union

نتیجه این محاسبه با بیت بعدی در تلگرام XOR می‌شود و دوباره باقی‌مانده تقسیم همانند بالا محاسبه می‌شود.

این رویه تا زمانی تکرار می‌شود که به آخرین بیت پیش از فیلد HASH تلگرام برسد. باقی‌مانده آخرین تقسیم به عنوان مقدار HASH مورد استفاده قرار می‌گیرد و برای افزاره دریافت واریسی شده با مقدار فیلد HASH و افزاره ارسال وارد شده در فیلد HASH است.

پیوست الف مثالی از پیاده‌سازی یک کد C موثر را از این الگوریتم تابع چکیده‌ساز ارائه می‌کند.

## ۸ لایه ۳- لایه شبکه

### ۱-۸ مرور کلی

واحد داده در لایه شبکه نیز به شکل تلگرام‌ها است. لایه شبکه مسئولیت زمان‌بندی ارسال آنها را بر عهده دارد. این دسترسی به رسانه در بند ۸-۲ توصیف شده است. لایه شبکه همچنین به تکرارکننده‌ها رسیدگی می‌کند. تکرارکننده‌ها زمانی به یک سامانه پروتکل FMWSP وارد می‌شوند که امکان ارسال مستقیم میان ارسال‌کننده و افزاره مقصد آن با کیفیت مناسب وجود نداشته باشد. برخی از الزامات تکرارکننده‌ها در بند ۸-۳ در پایین توصیف شده است

**یادآوری-** اطلاعات ارسالی به و از لایه‌های بالایی برای تلگرام‌های کوتاه‌تر (تلگرام کامل) و تلگرام‌های بلندتر (کل تلگرام به جز فیلد HASH) است.

## ۲-۸ دسترسی به رسانه

### ۱-۲-۸ کلیات

پروتکل FMWSP برای شبکه‌هایی که با چرخه‌های وظیفه پایین عمل می‌کند، طراحی شده است. فرض می‌شود که هر چرخه وظیفه ارسال‌کننده پایین‌تر از ۱٪ است. در این شرایط احتمال برخورد بسیار پایین است. دو بند فرعی روش‌های ممکن دستیابی به شبکه را توصیف می‌کنند.

### ۲-۲-۸ گوش دادن قبل از صحبت

گوش دادن قبل از صحبت (LBT) فن مورد استفاده در ارتباطات بی‌سیم است که طبق آن ارسال‌کننده یا تکرارکننده قبل از شروع ارسال، محیط بی‌سیم خود را واریسی می‌کند. هدف از این فن پیشگیری از برخورد با دیگر ارسال‌کننده‌ها است. این ویژگی برای افزاره‌های ارسال‌کننده یک ویژگی اختیاری است.

پیش از ارسال تلگرام، افزاره ارسال‌کننده واریسی می‌کند که آیا فرایند ارسالی در جریان است یا خیر. اگر این گونه باشد ارسال به زمان مشخصی به تعویق می‌افتد. این فرایند در مشخصات برنامه کاربردی برای هر برنامه کاربردی که پروتکل FMWSP برای آنها مورد استفاده قرار گرفته است توصیف می‌شود.

پیشنهاد می‌شود که پیش از ارسال هر تلگرام LBT مورد استفاده قرار گیرد، اما الزامی نیست. برخی از افزاره‌های ارسال‌کننده همچون افزاره‌های برداشت انرژی نمی‌توانند از این قابلیت پشتیبانی کنند.

### ۸-۲-۳ دسترسی تصادفی

دسترسی تصادفی فرایندی است که به ارسال‌کننده اجازه می‌دهد که در هر زمانی که نیاز داشت برای ارسال تلگرام به شبکه دسترسی داشته باشد. از این روش زمانی می‌توان استفاده کرد که ارسال‌کننده قادر به تشخیص این که آیا ارسالی در حال جریان است یا خیر نباشد. این موضوع زمانی اتفاق می‌افتد که ارسال‌کننده هیچ دریافت‌کننده‌ای نداشته باشد یا انرژی لازم برای تغذیه دریافت‌کننده وجود نداشته باشد.

### ۸-۳ تکرارکننده

تکرارکننده‌ها زمانی مورد نیاز است که فاصله بین ارسال‌کننده و دریافت‌کننده به منظور ایجاد یک ارتباط بی‌سیم مناسب، بسیار زیاد باشد. تابع تکرارکننده اینگونه است که تلگرام را از ارسال‌کننده یا تکرارکننده دیگر دریافت می‌کند و اگر مقدار فیلد LENGTH بیشتر از ۶ باشد و اولین چهار بیت اول فیلد EXHDR تلگرام متفاوت از '1111' باشد، آن را دوباره ارسال می‌کند به طوری دریافت‌کننده مورد نظر بتواند آن را یا به صورت مستقیم یا از طریق یک تکرارکننده دیگر دریافت کند. هر تلگرام تنها یک بار تکرار می‌شود و حتی اگر یک تلگرام، چه اصلی چه تکرار شده را بیشتر از یک بار دریافت کند.

این امکان باید وجود داشته باشد که تکرارکننده را به گونه‌ای تنظیم کرد که مقداری پایین‌تر از ۱۵ به عنوان بیشینه تعداد دفعات تکرار داشته باشد. قبل از این که تکرارکننده، تلگرام را ارسال کند باید مقدار تعداد دفعات تکرار در تلگرام دریافتی را واریسی کند. اگر این مقدار بزرگتر یا برابر با بیشینه مقدار تنظیم‌شده برای این تکرارکننده باشد، تلگرام نادیده گرفته می‌شود. در غیر اینصورت، تلگرام بعد از افزایش مقدار تعداد دفعات تکرار در چهار بیت اول فیلد EXHDR تکرار می‌شود. مقدار فیلد ORIGID تغییر پیدا نمی‌کند. باید توجه داشت از آنجا که تکرارکننده مقدار تعداد دفعات تکرار را در تلگرام تغییر می‌دهد، باید یک مقدار HASH جدید را در لایه پیوند داده محاسبه کند. (به بند ۷-۴ مراجعه شود).

به منظور محدود کردن میزان تلگرام‌های تکرار شده در محیط، پیشنهاد می‌شود که تعداد تکرارکننده‌ها محدود باشد و همچنین بیشینه تعداد دفعات تکرار تلگرام برای تمامی تکرارکننده‌ها محدود شود. توصیه می‌شود تعداد تکرارکننده‌ها به کمترین تعداد ممکن انتخاب شود اما به شیوه‌ای که به طور کامل محیط سامانه را تحت پوشش قرار دهند.

## پیوست الف

(آگاهی دهنده)

## مثال‌هایی از نحوه ارزیابی مقدار چکیده‌ساز

شکل الف-۱ برنامه کد C موثری را بر ارزیابی مقدار چکیده‌ساز نوع CRC به طول ۸ بیت مشخص می‌کند.

```

unsigned char crc8[256] = {
    0x00, 0x07, 0x0e, 0x09, 0x1c, 0x1b, 0x12, 0x15,
    0x38, 0x3f, 0x36, 0x31, 0x24, 0x23, 0x2a, 0x2d,
    0x70, 0x77, 0x7e, 0x79, 0x6c, 0x6b, 0x62, 0x65,
    0x48, 0x4f, 0x46, 0x41, 0x54, 0x53, 0x5a, 0x5d,
        0xe0, 0xe7, 0xee, 0xe9, 0xfc, 0xfb,
        0xf2, 0xf5, 0xd8, 0xdf, 0xd6, 0xd1,
        0xc4, 0xc3, 0xca, 0xcd, 0x90, 0x97,
        0x9e, 0x99, 0x8c, 0x8b, 0x82, 0x85,
    0xa8, 0xaf, 0xa6, 0xa1, 0xb4, 0xb3,
    0xba, 0xbd, 0xc7, 0xc0, 0xc9, 0xce,
    0xdb, 0xdc, 0xd5, 0xd2, 0xff, 0xf8,
    0xf1, 0xf6, 0xe3, 0xe4, 0xed, 0xea,
    0xb7, 0xb0, 0xb9, 0xbe, 0xab, 0xac,
    0xa5, 0xa2, 0x8f, 0x88, 0x81, 0x86,
        0x93, 0x94, 0x9d, 0x9a,
    0x27, 0x20, 0x29, 0x2e, 0x3b, 0x3c, 0x35, 0x32,
    0x1f, 0x18, 0x11, 0x16, 0x03, 0x04, 0x0d, 0x0a,
    0x57, 0x50, 0x59, 0x5e, 0x4b, 0x4c, 0x45, 0x42,
    0x6f, 0x68, 0x61, 0x66, 0x73, 0x74, 0x7d, 0x7a,
    0x89, 0x8e, 0x87, 0x80, 0x95, 0x92, 0x9b, 0x9c,
        0xb1, 0xb6, 0xbf, 0xb8, 0xad, 0xaa,
        0xa3, 0xa4, 0xf9, 0xfe, 0xf7, 0xf0,
        0xe5, 0xe2, 0xeb, 0xec, 0xc1, 0xc6,
        0xcf, 0xc8, 0xdd, 0xda, 0xd3, 0xd4,
        0x69, 0x6e, 0x67, 0x60, 0x75, 0x72,
        0x7b, 0x7c,
    0x51, 0x56, 0x5f, 0x58, 0x4d, 0x4a, 0x43, 0x44,
    0x19, 0x1e, 0x17, 0x10, 0x05, 0x02, 0x0b, 0x0c,
    0x21, 0x26, 0x2f, 0x28, 0x3d, 0x3a, 0x33, 0x34,
    0x4e, 0x49, 0x40, 0x47, 0x52, 0x55, 0x5c, 0x5b,
    0x76, 0x71, 0x78, 0x7f, 0x6a, 0x6d, 0x64, 0x63,
    0x3e, 0x39, 0x30, 0x37, 0x22, 0x25, 0x2c, 0x2b,
    0x06, 0x01, 0x08, 0x0f, 0x1a, 0x1d, 0x14, 0x13,
        0xae, 0xa9, 0xa0, 0xa7, 0xb2, 0xb5,
        0xbc, 0xbb, 0x96, 0x91, 0x98, 0x9f,
        0x8a, 0x8d, 0x84, 0x83,
    0xde, 0xd9, 0xd0, 0xd7, 0xc2, 0xc5,
    0xcc, 0xcb, 0xe6, 0xe1, 0xe8, 0xef,
        0xfa, 0xfd, 0xf4, 0xf3
    };
unsigned char CRC (unsigned char *str, unsigned char n)
{
    unsigned char
    data = 0; do
    {
        data = crc8[data^(*str++)];
    }
    while(--
    n);
    return
    (data);
}

```

شکل الف-۱ برنامه کد C

کتابنامه

- [1] ISO/IEC 14543-2-1, Information technology – Home electronic system (HES) architecture – Part 2-1: Introduction and device modularity
- [2] ISO/IEC 14543-3-1, Information technology – Home electronic system (HES) architecture – Part 3-1: Communication layers – Application layer for HES Class 1
- [3] ISO/IEC 14543-3-2, Information technology – Home electronic system (HES) architecture – Part 3-2: Communication layers – Transport, network and general parts of data link layer for HES Class 1
- [4] ISO/IEC 14543-3-3, Information technology – Home electronic system (HES) architecture – Part 3-3: User process for network based control of HES Class 1
- [5] ISO/IEC 14543-3-4, Information technology – Home electronic system (HES) architecture – Part 3-4: System management – Management procedures for network based control of HES Class 1 I
- [6] ISO/IEC 14543-3-5, Information technology – Home electronic system (HES) architecture – Part 3-5: Media and media dependent layers – Power line for network based control of HES Class 1
- [7] ISO/IEC 14543-3-6, Information technology – Home electronic system (HES) architecture – Part 3-6: Media and media dependent layers – Twisted pair for network based control of HES Class 1
- [8] ISO/IEC 14543-3-7, Information technology – Home electronic system (HES) architecture – Part 3-7: Media and media dependent layers – Radio frequency for network based control of HES Class 1
- [9] ISO/IEC 14543-3-10, Information technology – Home electronic system (HES) architecture – Part 3-10: Wireless short-packet (WSP) protocol optimised for energy harvesting – Architecture and lower layer protocols
- [10] ISO/IEC TR 14543-4, Information technology – Home electronic system (HES) architecture – Part 4: Home and building automation in a mixed-use building
- [11] ISO/IEC 14543-4-1, Information technology – Home electronic system (HES) architecture – Part 4-1: Communications layers – Application layer for network enhanced control devices of HES Class 1
- [12] ISO/IEC 14543-4-2, Information technology – Home electronic system (HES) architecture – Part 4-2: Communication layers – Transport, network and general parts of data link layer for network enhanced control devices of HES Class 1
- [13] ISO/IEC 14543-5-1, Information technology – Home electronic system (HES) architecture – Part 5-1: Intelligent grouping and resource sharing for HES Class 2 and Class 3 – Core protocol
- [14] ISO/IEC 14543-5-22, Information technology – Home electronic system (HES) architecture – Part 5-22: Intelligent grouping and resource sharing for HES Class 2 and Class 3 – Application profile – File profile
- [15] ITU-T I.432.1, Series I, Integrated services digital network – B-ISDN user-network interface – Physical layer specification: General characteristics



- [16] IEEE 194-1977, IEEE Standard Pulse Terms and Definitions, July 26, 1977