



پروتکل‌های بی‌سیم که به‌طور گسترده در اینترنت اشیا مورد استفاده قرار می‌گیرند، ویژگی‌های مشترک زیادی دارند. چندپروتکلی‌های سیستم روی تراشه (SoC) (سرنام System-on-Chips) قادرند با ساده‌تر کردن انواع مختلفی از طراحی‌های بی‌سیم آن‌ها را اجرا کنند. با گسترش فناوری، توقعات ما نیز برای کنترل انواع و اقسام دستگاه‌ها و سیستم‌های به کار گرفته شده در زندگی روزمره بالاتر رفته است. تا همین اواخر، وقتی وارد یک اتاق در خانه یا محل کار خود می‌شدیم، انتظار داشتیم بتوانیم با یک کلید لامپ‌ها را کنترل کنیم. وقتی خانه را ترک می‌کردیم، انتظار داشتیم سیستم هشدار امنیتی را فعال و در ورودی را قفل کنیم. خیلی از این سیستم‌ها از قبل آماده شده‌اند و زیرساخت مرتبط با بخش‌های دیگر نیز در حال کامل شدن است.

این مطلب یکی از مجموعه مقالات پرونده ویژه «**اینترنت اشیا صنعتی**» شماره 194 ماهنامه شبکه است. علاقه‌مندان می‌توانند کل این پرونده ویژه را از روی [سایت شبکه](#) دانلود کنند.

امروزه، اینترنت اشیا و به‌ویژه اینترنت اشیا صنعتی وعده داده‌اند که تغییراتی به‌مراتب فراتر از نیازهای ما را به ارمغان آورند. حالا دیگر ما انتظار داریم بتوانیم وضعیت دمای خانه خود را از راه دور و با استفاده از تلفن هوشمند خود تحت نظر داشته باشیم و کنترل کنیم. انتظار داریم ساختمان‌های اداری ما بتوانند با کنترل مصرف انرژی به‌وسیله خاموش کردن لامپ‌ها در زمان‌هایی که کسی حضور ندارد، بتوانند در هزینه‌ها صرفه‌جویی کنند. همچنین، ساختمان بتواند «تشخیص دهد» چه زمانی ما حضور داریم و محیط پیرامون را برای ما دلپذیر و امن کند. برای فراهم ساختن شرایط لازم برای دنیای متصل پیرامون ما، سیستم‌ها و دستگاه‌های اینترنت اشیا با چنان سرعتی در حال رشد هستند که خود ما از آن بی‌اطلاعیم. سیستم‌های امنیت بی‌سیم، کارت‌های دسترسی، حسگرهای نصب شده در همه جا، حسگرهای از راه دور دما و بسیاری دیگر از دستگاه‌های متصل در همه جای خانه‌ها، دفاتر کار، کارخانه‌ها و زیرساخت‌های درون‌شهری حضور دارند.

شبکه پیچیده و به‌هم پیوسته‌ای از حسگرهای باسیم و بی‌سیم وجود دارند که اینترنت اشیا را توسعه و شکل می‌دهند. برای جایگزینی این حسگرهای به‌هم پیوسته به هزینه و امکانات گسترده‌ای نیاز است. وعده‌های صنعت اینترنت اشیا نیز بار آن را افزایش می‌دهد. استقرار حسگرهای بی‌سیم جدید در حال حاضر با ظهور فناوری چندپروتکلی بسیار راحت‌تر شده است. این فناوری شامل سخت‌افزار و نرم‌افزاری است که یک دستگاه SoC را قادر می‌سازد تا از چند پروتکل بی‌سیم از قبیل بلوتوث کم‌مصرف Zigbee، (BLE و Thread) پشتیبانی کند و چند فرکانس مختلف از باندهای زیرگیگاهرتز تا 2.4 گیگاهرتز را تحت پوشش قرار دهد. اما از آنجا که زیرساخت‌های اینترنت اشیا بر اساس سیستم‌های قدیمی بنا شده است، باید چالش اضافه کردن فناوری‌های بی‌سیم 802.15.4 به زیرساخت‌های جدید اینترنت اشیا را نیز در نظر داشته باشیم. پشتیبانی از سیستم‌های قدیمی تنها چالش پیش رو نیست. علاوه بر این،

پیچیدگی‌هایی وجود دارد که از رقابت استانداردهای پروتکل که اغلب برای رفع چالش‌های اتصالی مشابه استفاده می‌شده است ناشی می‌شود.

## مطلب پیشنهادی



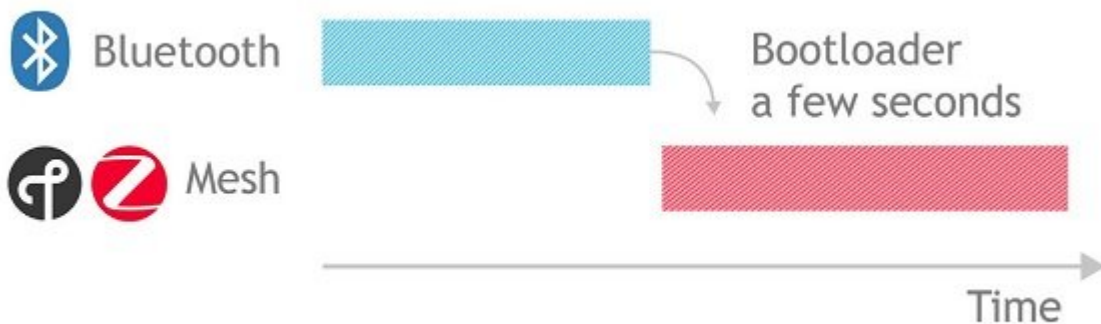
اینترنت اشیا یا اینترنت اشیا ...

### یک گره معمولی اینترنت اشیا

اولین موضوعی که برای درک بهتر شبکه گسترده‌ای از حسگرهای پیرامون ما باید به آن توجه کرد این است که آن‌ها مبتنی بر فناوری میکروکنترلر (MCU) هستند که با نوعی عنصر سنجش ترکیب شده‌اند. این‌ها با یکدیگر سیستم آنالوگ محیطی را به بسته‌های دیجیتال تبدیل می‌کنند. داده‌ها اغلب بعد از اندازه‌گیری باید برای پردازش بعدی به کلاد فرستاده شوند. شیوه انتخابی برای این جابه‌جایی در بسیاری از موارد بی‌سیم است. بسته‌های داده‌ای حسگرهای بی‌سیم در اغلب موارد اندازه کوچکی دارند و گره‌های بی‌سیم خود باید اندازه، هزینه و انرژی مناسب را فراهم کنند.

در گذشته برای دستیابی به چنین اتصالی خیلی از تأمین‌کنندگان از فرکانس‌های رادیویی زیرمگاهرتزی و همین‌طور پروتکل‌های بسیار سبک بهینه‌سازی شده برای طول عمر باتری استفاده می‌کردند. آن‌ها مجبور بودند پروتکل‌های غیرضروری اختصاصی خود را ایجاد کنند، زیرا گزینه‌های موجود یا انرژی زیادی مصرف می‌کردند یا به محدوده مورد نظر گسترش پیدا نمی‌کردند. اما حالا گزینه‌های مبتنی بر استاندارد باثبات و کم‌مصرفی همچون Thread، Zigbee و Bluetooth low energy (BLE) در اختیار توسعه‌دهندگان وجود دارند. (شکل 1)

شکل 1-  
طرح  
سونیج  
چندپروتکل  
لی به  
دستگاه  
ای  
متصل  
شده  
امکان  
می‌دهد



پروتکل بی‌سیم را که اجرا می‌کنند به وسیله بوت لودینگ ایمج یک میان‌افزار در زمان استقرار دستگاه در مدار تغییر دهند. برای مثال، این تکنیک ممکن است از قابلیت اتصال تلفن هوشمند برای جابه‌جایی از بلوتوث کم‌مصرف به Thread و Zigbee یا سایر شبکه‌های بی‌سیم استفاده کند.

طراحان دستگاه‌های اینترنت اشیا اغلب با معضلاتی در طراحی یک محصول واحد مواجه هستند. این معضلات باعث شده است تا در عمل دستگاه‌های اینترنت اشیا این توانایی را نداشته باشند تا با همه استانداردهای بی‌سیم موجود کار کنند. تعداد کمی از سازندگان دستگاه‌های اینترنت اشیا منابع و زمان کافی در اختیار دارند تا به منظور ساخت طرح‌های خاصی که می‌تواند از تمام استانداردهای بی‌سیم ممکن استفاده کنند به کار گرفته شوند. وقتی دو پشته با سخت‌افزار مشترک در یک SOC یکسان اجرا می‌شوند، پیاده‌سازی باید به گونه‌ای صورت گیرد که یکپارچگی شبکه حفظ شود. پیاده‌سازی چنین طرح سخت‌افزاری فرآیندی بسیار پیچیده است.



ویدیو: سونامی اینترنت اشیا - مصاحبه با رئیس کمیسیون اینترنت اشیا و داده‌های عظیم

## سامانه‌های چندپروتکلی / چندباندی

سیستم‌های چندپروتکلی/ چندباندی نشان داده‌اند که برای طیف گسترده‌ای از کاربردها مفید هستند. اتصالات چندپروتکلی به واسطه برنامه‌پذیر بودن به شکل ساده‌ای قابل پیاده‌سازی هستند. مسئولان بخش مهندسی سازمان‌ها به این موضوع پی برده‌اند که وقتی یک دستگاه واحد می‌تواند در بین خیلی از محصولات نهایی مستقر شود، استفاده مجدد از بسیاری از کدها را امکان‌پذیر می‌سازد و بهره‌وری را تا حد زیادی افزایش می‌دهد. مهندسان می‌توانند یک شماره قطعه SoC واحد را که می‌تواند Zigbee، Thread و BLE را اجرا کند مشخص کنند. در ادامه مهندسان می‌توانند در زمان تولید محصول تصمیم بگیرند که آیا این محصول بهتر است بلوتوث را اجرا یا به‌عنوان یک محصول زیرگیاهازتری عمل کند. این رویکرد تولیدکنندگان را قادر می‌سازد تا در حالی که انعطاف‌پذیری محصول را به حداکثر می‌رسانند، فشار مالی را هم به حداقل برسانند.

سیستم چندپروتکلی قابل سوئیچ کردن برای مصرف‌کننده نهایی نیز فواید زیادی دارد. این فناوری به عنوان مثال به متصدیان واحدهای ارائه‌کننده خدمات این امکان را می‌دهد تا محصولات را از طریق اپلیکیشن‌های تلفن هوشمند عرضه و پیکربندی کنند. با وجود این، پیاده‌سازی چنین مکانیسمی برای طیف گسترده‌ای از شبکه‌ها می‌تواند دشوار باشد. در چنین شرایطی است که فناوری چندپروتکلی قابل سوئیچ این فرآیند را بیش از پیش ساده می‌کند.

**مهندسان می‌توانند یک شماره قطعه SoC واحد را که می‌تواند Zigbee، Thread و BLE را اجرا کند مشخص کنند. در ادامه می‌توانند در زمان تولید محصول تصمیم بگیرند که آیا این محصول بهتر است بلوتوث را اجرا یا به‌عنوان یک محصول زیرگیاهازتری عمل کند. این رویکرد تولیدکنندگان را قادر می‌سازد تا در حالی که انعطاف‌پذیری محصول را به حداکثر می‌رسانند، فشار مالی را هم به حداقل برسانند.**

SoC چندپروتکلی/ چندباندی با پشتیبانی از فرکانس‌های اختصاصی زیرگیاهازتری و همچنین پروتکل‌های استاندارد در باند 2.4 گیگاهرتز که تنها در یک دستگاه مجتمع شده‌اند، توسعه‌دهندگان را از معضل طراحی نجات می‌دهند. در حالت ایده‌آل یک SoC چندپروتکلی/ چندباندی از یک فرستنده گیرنده بی‌سیم با دو خط رادیویی تشکیل شده است؛ یکی برای زیرگیاهازتر و دیگری برای نقل و انتقال 2.4 گیگاهرتز. این معماری تجمیع رادیویی به توسعه‌دهندگان اینترنت اشیا این امکان را می‌دهد تا در اجرای پروژه‌های خود آزادی عمل بیشتری داشته باشند. سیگنالی از یک فرستنده/ گیرنده چندمنظوره معمولی که به SoC بی‌سیم متصل است را در نظر بگیرید. بعضی از اجزای این فرستنده/ گیرنده رادیویی را می‌توان به اشتراک گذاشت، در حالی که بعضی از مؤلفه‌های آن را باید تفکیک کرد. برای مثال، بخش RF باید اجزای جداگانه‌ای داشته باشد تا بتواند به درخواست‌های مختلف فرکانس پاسخ دهد. یک مودم نیز (که شامل مدولاتور، دمدولاتور و چند سخت‌افزار کدگذاری می‌شود) می‌تواند بین هر دو فرکانس رادیویی به اشتراک گذاشته شود.

این معماری رادیویی رویکردی کاملاً بهینه‌سازی شده، منسجم و مقرون به صرفه به طراحی SoC چندپروتکلی/ چندباندی دارد. بخش‌های مختلف این پروتکل می‌تواند برای پیاده‌سازی استانداردهای ارتباطاتی مختلف مودم را به اشتراک بگذارد. خود مودم نیز بین بخش RF برای دریافت و ارسال بسته‌ها تقسیم شده است. این معماری به اشتراک گذاشته شده نیز به خوبی برای توسعه نرم‌افزاری بهینه شده است، زیرا می‌تواند یک رابط کاربری عمومی را برای کاربردهای رادیویی فراهم کند. به همین دلیل، توسعه‌دهندگان می‌توانند یک لایه پیکربندی رادیویی که می‌توان آن را بین پروتکل‌های مختلف به اشتراک گذاشت ایجاد کنند.



## راهکارهای بهینه جمع‌آوری داده‌ها از گجت‌های هوشمند این 15 ابزار اینترنت اشیا متصل به رزبری پای جادو می‌کنند

با وجود این، برای پیاده‌سازی یک سیستم چندپروتکلی/ چندباندی به نرم‌افزار بسیار پیچیده‌ای نیاز است. پشته‌های پروتکل بی‌سیم باید به اندازه‌ای کارآمد باشند تا بتوانند با مجموعه گسترده‌ای از محصولات سخت‌افزاری کار کنند. آن‌ها باید بتوانند در محیط‌های چنדרشته‌ای با سیستم عامل‌های بی‌درنگ (RTOS) کار کنند. در یک کاربرد چندپروتکلی، پشته‌ها باید به‌طور یکپارچه با هم یا به‌وسیله فعال شدن یک محصول اینترنت اشیا کار کنند تا چرخه حیاتشان با استفاده از BLE آغاز و عرضه شود. مزیت تکنیک چندپروتکلی سوئیچ شونده نسبت به چندپروتکلی پویا در این است که دستگاه‌ها به منبع کمتری نیاز دارند، زیرا نیازی به منابع ذخیره‌سازی فیزیکی وجود ندارد و چند پروتکل در بین چند دستگاه بی‌سیم اجرا می‌شود. با چندپروتکلی دینامیک این امکان وجود دارد که با یک SoC از طریق تقسیم زمان بین منابع فیزیکی از دو (یا تعداد بیشتری) پروتکل پشتیبانی کرد. چندپروتکلی‌های پویا به‌طور معمول بخش اعظمی از منابع دستگاه‌ها همچون حافظه را مورد استفاده قرار می‌دهند و از ساختار نرم‌افزاری پیچیده‌تری نیز برخوردار هستند. این پروتکل به طراحی رادیویی دقیق برای به اشتراک‌گذاری منابع رادیویی در بین پروتکل‌های غیرمشابه نیاز دارد. جدول 1 کاربردهای مختلف سیستم چندپروتکلی را نشان می‌دهد.

نوع	پیچیدگی	شرح	نمونه کاربرد
قابل برنامه‌ریزی	کم	پروتکل در زمان تولید برنامه‌ریزی می‌شود	ساخت یک طرح واحد که می‌تواند هم برای BLE و هم Zigbee پیکربندی شود
سوئیچ شونده	متوسط	موارد کاربردی را می‌توان از طریق بوت لودر بین دو پروتکل سوئیچ کرد	ساده کردن نصب حسگر Zigbee با راهاندازی BLE
دینامیک	زیاد	در موقع برش زمانی بین ۲ پروتکل مورد استفاده قرار می‌گیرد	ترکیب BLE beacon و کنترل محلی از طریق تلفن هوشمند با یک چراغ Zigbee متصل
مقارن	زیاد	موارد کاربردی در دو شبکه با استفاده از سیستم چندپروتکلی و یک فرکانس رادیویی (کانال RF یکسان)	گیت‌وی خانگی با پشتیبانی از Thread و Zigbee

### جدول 1- موارد به‌کارگیری سیستم چندپروتکلی

مصرف‌های On-Resistance Ultra-Junction این صنعت در نمونه‌های 650V و 850V						
Part Number	V <sub>DS</sub> (V)	R <sub>DS(on)</sub> max, T <sub>J</sub> =25°C (mΩ)	Q <sub>g</sub> typ. (nC)	E <sub>AS</sub> (J)	dV/dt (V/ns)	Package Type
IXFB150N65X2	650	17	355	4	50	PLUS264™
IXFN150N65X2	650	17	355	4	50	SOT-227
IXFN170N65X2	650	13	434	5	50	SOT-227
IXFB90N85X	850	41	340	4	50	PLUS264™
IXFN90N85X	850	41	340	4	50	SOT-227
IXFN110N85X	850	33	425	3	50	SOT-227

کاربردها:

- منابع تغذیه با ولتاژمان یا لا در حالت سوئیچ و حالت رزونانس
- شارژر باتری وسایل نقلیه الکتریکی
- موتور AC و DC
- مبدل‌های DC-DC
- کنترل سروو و روباتیک
- مدارهای اصلاح ضریب توان (PFC)
- پنورتر انرژی‌های تجدید پذیر

قابلیت‌ها:

- gate charge , on-resistance RDS(on)
- Qg بسیار پایین
- Fast body diode
- dV/dt فوق مستحکم
- قابلیت نزول ناگهانی
- Low package inductance



اگر چه در طرح‌های چند پروتکلی پویا از منابع سخت‌افزاری بیشتری استفاده می‌شود، اما هدف این است که اندازه کوچک‌تر شود و راندمان بالاتری به دست آید. در خیلی از موارد، تکنیک‌های چند پروتکلی پویا پیچیدگی طراحی را کم می‌کنند و هزینه‌های کلی سیستم را به میزان 50% کاهش می‌دهند. این صرفه‌جویی تنها با استفاده از یک دستگاه SOC به جای دو یا بیشتر مدار مجتمع حاصل می‌شود. ترکیب یک SOC چندپروتکلی با یک سیستم عامل بی‌درنگ نیرومند، پشته‌های بی‌سیم خوش‌ساخت و برنامه‌های محلی می‌تواند به راحتی یک طرح اینترنت اشیا که به چند شیوه از اتصال نیاز دارد، به شکل مطلوبی پیاده‌سازی کند.

چندپروتکلی متقارن نیز بیشتر در طراحی شبکه‌های Thread و Zigbee مورد استفاده قرار می‌گیرد. در اینجا خیلی از منابع نرم‌افزاری و سخت‌افزاری را به دلیل یکسان بودن پروتکل‌ها و پیکربندی رادیویی می‌توان به همان شیوه معمول مورد استفاده مجدد قرار داد. برای مثال، Thread و Zigbee لایه‌های مشابهی از PHY و MAC را به اشتراک می‌گذارند و نیاز به پیکربندی مجدد فرستنده/گیرنده را به حداقل می‌رسانند. (شکل 2)

علاوه بر این، Thread و Zigbee این اجزای متعارف را به اشتراک می‌گذارند که باعث می‌شود منابع کارآمدتر به اشتراک گذاشته شوند تا راحت‌تر بتوان آن‌ها را مدیریت کرد. در نتیجه، دستگاه‌هایی که از ردپای حافظه کوچک‌تری استفاده می‌کنند، می‌توانند به کمتر شدن هزینه نهایی تولید یک محصول کمک کنند.

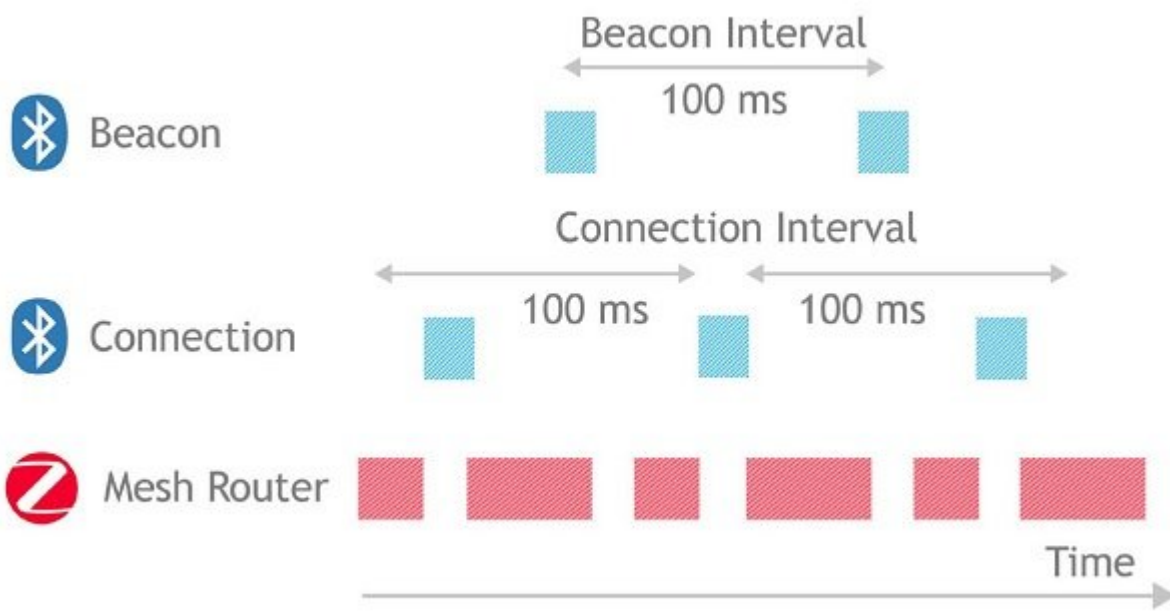
## مطلب پیشنهادی



توسعه سیستم‌های بهینه برای افزایش تعداد برنامه‌های کاربردی اینترنت اشیا  
 کیت‌های سخت‌افزاری/نرم‌افزاری ویژه اینترنت اشیا در راهند

### شکل 2-

توصیفی  
 از اتصال  
 چندپروتکلی  
 لی  
 دینامیک  
 با سه  
 پشته  
 ارتباطی  
 اجرا  
 شده در  
 یک  
 سیگنال  
 رادیویی  
 واحد، با  
 یک  
 مکانیسم  
 تقسیم



زمانی، امواج رادیویی بین پروتکل‌ها به اشتراک گذاشته می‌شود. این راهکار پویا امکان استفاده از بلوتوث کم‌مصرف را با سایر پروتکل‌های بی‌سیم فراهم می‌کند. در این تصویر یک دستگاه که به طور عادی در Zigbee کار و در فواصل معین از Bluetooth beacon استفاده می‌کند را نشان می‌دهد.

## ترکیب همه این فناوری‌ها با یکدیگر

در حال حاضر، تنها تعداد انگشت‌شماری از تأمین‌کنندگان SOC محصولات چندپروتکلی مبتنی بر SOC یکپارچه و نرم‌افزار بهینه‌سازی شده را عرضه می‌کنند. حتی تعداد کمتری از آن‌ها هستند که ابزارهای توسعه لازم برای ساده کردن پیچیدگی‌های طراحی بی‌سیم چندپروتکلی را ارائه می‌کنند.

چیزی که باعث دشوارتر شدن موضوع می‌شود این است که بعضی اوقات گروه‌های طراحی بی‌سیم در گوشه و کنار جهان پراکنده هستند و اهداف طراحی متفاوتی را دنبال می‌کنند یا ممکن است از بخش‌های تجاری متفاوتی آمده باشند. وقتی چند پشته از چند شرکت یا منبع مختلف آمده باشد، رسیدن به یک سیستم قابل قبول در بین آن‌ها که از انرژی و حافظه محدود استفاده می‌کنند ممکن است سخت باشد. پروتکل‌ها باید در یک سیستم محدود از سخت‌افزارهای کارآمدی استفاده کنند تا از به هدر رفتن چرخه‌های پردازنده و منابع حافظه جلوگیری شود. این کار به‌ویژه زمانی اهمیت پیدا می‌کند که جابه‌جایی بین پشته‌های پروتکل بتوانند راندمان بالایی ایجاد کنند. در غیر این صورت، یا تداخلات بروز خواهند کرد یا انرژی به هدر می‌رود.

## **نیاز به راهکارهای چندپروتکلی/ چندباندی رو به افزایش است، زیرا هیچ پروتکل بی‌سیم واحدی نیست که برای کاربردهای اینترنت اشیا ایده‌آل باشد**

به هدر رفتن چرخه‌های پردازنده می‌تواند روی عمر باتری نیز تأثیرات مخربی داشته باشد. ناکارآمدی در پشته‌ها نیز می‌تواند نیاز به حافظه بیشتر و در نتیجه افزایش هزینه سیستم را به دنبال داشته باشد. برای دستیابی به یک پروژه موفق توسعه‌دهندگان باید هرکدام از این اجزا همچون سخت‌افزار دستگاه (SoC یا ماژول)، زمان‌بندی‌های رادیویی، پشته‌ها و سیستم عامل‌های بی‌درنگ را با دقت مد نظر داشته باشند. نیاز به راهکارهای چندپروتکلی/ چندباندی رو به افزایش است، زیرا هیچ پروتکل بی‌سیم واحدی نیست که برای کاربردهای اینترنت اشیا ایده‌آل باشد. در دنیای امروز که نیاز به اتصال همه چیز به هم اجتناب‌ناپذیر شده است، شاهد اتصال دستگاه‌هایی به یکدیگر خواهیم بود که به همراه نرم‌افزار تعبیه شده در آن‌ها به شکل کاملاً پیچیده‌تری نیازهای متنوع اینترنت اشیا را پوشش می‌دهند.

**منبع:**

نشانی منبع:

<https://www.shabakeh-mag.com/information-feature/iot/9080/%D8%A7%D8%AA%D8%B5%D8%A7%D9%84%D8%A7%D8%AA-%DA%86%D9%86%D8%AF%D9%BE%D8%B1%D9%88%D8%AA%DA%A9%D9%84%DB%8C-%DA%86%D9%86%D8%AF%D8%A8%D8%A7%D9%86%D8%AF%DB%8C-%D9%81%D8%B1%D8%A2%DB%8C%D9%86%D8%AF-%D8%B7%D8%B1%D8%A7%D8%AD%DB%8C-%D8%A8%DB%8C%E2%80%8E%D8%B3%DB%8C%D9%85-%E2%80%8E%D8%B1%D8%A7-%D8%B3%D8%A7%D8%AF%D9%87-%D9%85%DB%8C%E2%80%8E%DA%A9%D9%86%D9%86%D8%AF>