



یکی از چالش‌های آینده بشر انرژی است. آن هم در بخش‌های مختلف؛ چه تولید انرژی، چه مصرف و چه شکل و ماهیت آن. انرژی‌های پاک و تجدیدپذیر توجه همگان را به خود جلب کردند. در صدر آن‌ها انرژی خورشیدی و انتقال آن به صنعت قرار دارد. یک ایده جالب هم تولید انرژی از زباله‌ها و گازهای گلخانه‌ای است. برخی از مراکز داده از حرارت و گرمای تولید شده توسط تجهیزات شبکه برای گرمایش یا تولید انرژی و کاهش مصرف انرژی استفاده کردند که باز هم ایده جذابی است. اما بیش از یک دهه است ایده دیگری برای تولید و انتقال انرژی وجود دارد و آن انرژی بی‌سیم یا انرژی مبتنی بر وای‌فای است. تصور کنید یک روتر بی‌سیم چندآنتنه امواج انرژی را به سوی دستگاه‌های همراه و حسگرهای بی‌سیم پرتاب کند و آن‌ها از راه دور و با اتصال به یک شبکه وای‌فای شارژ شوند. ایده‌ای که بسیار جذاب و دل‌فریب است و روی کاغذ امیدوارکننده به نظر می‌رسد، ولی در عمل شاید در آینده‌ای نزدیک خبری از آن نباشد.

ایده‌ای قدیمی

در هر خانه‌ای یک روتر بی‌سیم قرار دارد. این روزها روترها چندباند و چندآنتنه هستند و به‌مرور از سخت‌افزار قدرتمندتری مانند پردازنده‌های چند هسته‌ای سود می‌برند. آنتن‌های آن‌ها قوی‌تر می‌شود و می‌توانند مسافت‌های دورتری را زیر پوشش شبکه وای‌فای خود داشته باشند. پس اگر این روترها بتوانند در کنار اطلاعات، مقداری انرژی هم روی امواج رادیویی منتشر کنند، دستگاه‌های گیرنده با استفاده از آنتن‌های خاصی می‌توانند این امواج میکروویو را دریافت و از این طریق به طور بی‌سیم شارژ شوند. دقیقاً همانند پدهای شارژ بی‌سیم کنونی گوشی‌های هوشمند با این تفاوت که روتر جای پد می‌نشیند و دستگاه‌های دیگر هم علاوه بر گوشی‌های هوشمند شارژ می‌شوند. البته طبیعی است شارژ وای‌فای می‌تواند در مسافت‌های طولانی‌تری هم کار کند.

این ایده به طور جدی در سال 2015 مطرح شد و برخی محققان گفتند بهره‌وری آن صد برابر بیشتر از روش‌های معمولی است. در همان زمان هم تأکید شد که این نوع انتقال انرژی برای دستگاه‌های کم‌مصرف مانند حسگرهای بی‌سیم، دوربین‌های نظارتی کم‌مصرف و دستگاه‌های با مصرف انرژی بسیار پایین مناسب است و باید در مسافت‌های کوتاه پیاده‌سازی شود. ولی کاربران توجهی به این صحبت‌ها نکردند و سریعاً رؤیایی را در ذهنشان مجسم کردند که تنها با یک روتر بی‌سیم در اتاق یا خانه‌شان می‌توانند گوشی موبایل، هدفون بی‌سیم، تبلت و نوت‌بوک خود را جین کار، شارژ هم کنند و دیگر از دست شارژرهای کابلی یا شارژرهای در ظاهر بی‌سیم خلاص می‌شوند. طرز کار انرژی وای‌فای هم بسیار ساده و قدیمی است. کافی است در سمت گیرنده یک مدار یا آنتن داشته باشید که بتواند انرژی امواج میکروویو را دریافت کند. یک کابل کوکسیال ساده که برای تلویزیون‌ها استفاده می‌کنیم می‌تواند حامل انرژی میکروویو باشد. کابل کوکسیال از یک سیم مرکزی حامل تشکیل شده است که دور آن یک ماده دی‌الکتریک به صورت سیلندری قرار دارد و روی همه آن‌ها یک ماده هادی قرار می‌گیرد. انرژی میکروویو نه روی سیم مرکزی کابل کوکسیال، بلکه با استفاده از میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی درست شده در اطراف دی‌الکتریک

جریان پیدا خواهد کرد. این انرژی به صورت امواج در طول کابل به جلو هدایت می‌شوند و سرعت آن به ماده دی‌الکتریک بستگی دارد.

یکی از مشکلات کابل‌های کواکسیال در انتهای آن‌ها است. وقتی امواج میکروویو به انتهای کابل می‌رسند، در مرز میان دی‌الکتریک و هوا قرار می‌گیرند و باید از یک سرعت به سرعتی دیگر تغییر پیدا کنند. در واقع، موج شکسته می‌شود و برای انتقال تمام انرژی موجود در امواج میکروویو از کابل به روی هوا باید یک میدان الکتریکی بسیار قوی و دو برابری دی‌الکتریک کابل داشته باشیم که عملاً مقدور نیست. بنابراین، در اینجا شاهد برگشت موج به درون کابل و از بین رفتن بخشی از انرژی هستیم.

حالا در دستگاه‌های بی‌سیم، آنتن‌ها می‌توانند دقیقاً همانند کابل‌های کواکسیال پیاده‌سازی شوند و مدارهای انتهای آنتن نقش گیرندگی امواج میکروویو را داشته باشند.

ایده انرژی وای‌فای بر این واقعیت فیزیکی سوار شده است. امواج رادیویی روترهای بی‌سیم مقداری انرژی میکروویو دارد و اگر در سمت گیرنده یک آنتن و مدار مربوطه را قرار دهیم، می‌توانیم دریافت انرژی داشته باشیم. (شکل 1)



شکل 1
- روترها
امواج
رادیویی
با انرژی
میکروویو
و منتشر
می‌کنند.
اگر در
سمت
گیرنده
یک آنتن
و مدار
الکتریکی
مناسب
باشد،
می‌توان
انرژی
حامل
روی

امواج رادیویی را جذب کرد.

تلفات انرژی وای‌فای

انتقال انرژی با امواج وای‌فای و روترهای بی‌سیم با چندین محدودیت یا چالش روبه‌رو است که باعث شدند زیاد به چنین فناوری خوش‌بین نباشیم. نخست، تمام انرژی منتشر شده در محیط توسط یک آنتن گیرنده دریافت نمی‌شود. وقتی یک روتر بی‌سیم امواج انرژی را در فضا رها می‌کند، این امواج در همه جهت و محیط‌هایی منتشر می‌شوند و بخش بسیار کوچکی از آن‌ها توسط یک آنتن گیرنده دریافت خواهد شد.

اگر بتوانیم آنتن‌های گیرنده را در مکان‌های درست و مناسبی نصب کنیم، قادر خواهیم بود بخش زیادی از انرژی وای‌فای را جذب و بازیابی کنیم، ولی این اتفاق تقریباً غیرممکن است. چون باید آنتن‌ها در دیوارها یا وسط خانه‌ها نصب شوند. بنابراین، یکی از محدودیت‌های انرژی وای‌فای در تنظیم و نصب آنتن‌های گیرنده انرژی است. شاید بتوان یک گوشی تلفن همراه را در هر کجا قرار داد تا انرژی بیشتری دریافت کند، ولی برای انرژی دستگاه‌های دیگر خانه هوشمند چالش‌های جدی مطرح است. سیگنال‌های وای‌فای در هر جهتی حرکت می‌کنند و اصلاً قابل مهار نخواهند بود. شاید بتوان تا حدودی امواج حامل انرژی را به یک سو هدایت کرد، اما هم‌جهتی میدان الکتریکی تشکیل شده در آنتن فرستنده با میدان الکتریکی آنتن‌های گیرنده باید هم‌راستا باشد تا انرژی بیشتری جذب شود.

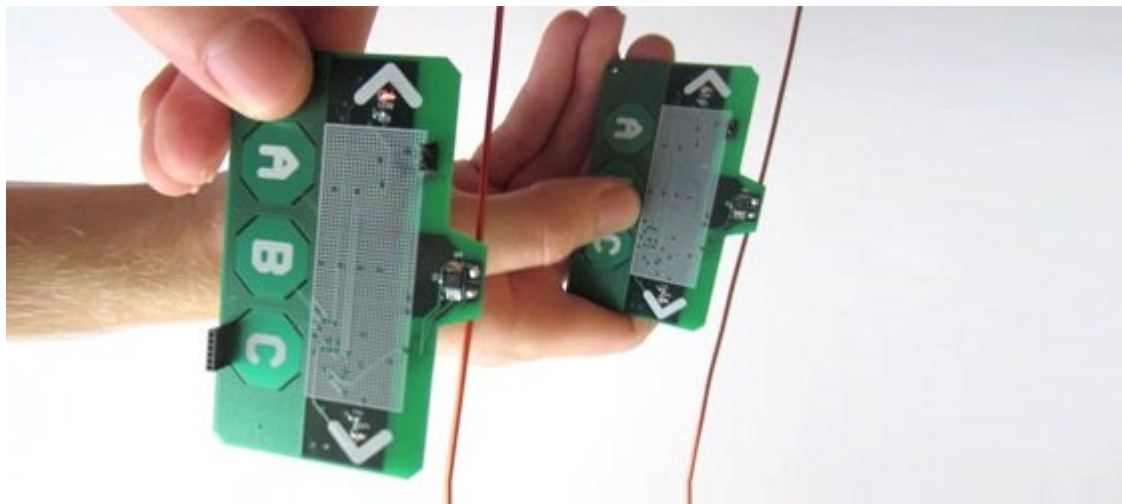
واقعیت بعدی این است که انرژی حامل روی امواج رادیویی چندان زیاد نیست. شاید یک روتر بی‌سیم یا هر فرستنده بی‌سیم دیگر بتواند انرژی معادل 10 میلی‌وات را در محیط منتشر کند. اما وقتی این امواج مسافتی 10 متری را طی و مثلاً از بدن شما و برخی موانع سخت دیگر عبور می‌کنند، به قدرتی 10 تا 20 میکرووات تقلیل می‌یابند. پس بخش قابل توجهی از انرژی هدر رفته است و اندازه بسیار ناچیزی برای جذب باقی می‌ماند. مسافت یک چالش و محدودیت جدید در انرژی بی‌سیم است. به همین دلیل، شارژرهای بی‌سیم کنونی که البته از فناوری و ایده‌های غیر از وای‌فای سود می‌برند، نمی‌توانند در مسافت‌های طولانی کار کنند و محدود به چند متر و غالب اوقات زیر 1 متر هستند.

دریافت انرژی 20 میکروواتی به شرطی است که آنتن شما به طور کامل دوقطبی شده باشد و بتواند تمام این انرژی را دریافت کند. در غیر این صورت، برخی از انرژی نیز در هنگام دریافت از بین می‌رود و بعد در مرحله تبدیل انرژی مایکروویو به انرژی DC شاهد مقداری افت خواهیم بود. این‌ها مشکلات پیش روی انرژی بی‌سیم هستند، مشکلاتی سخت و پیچیده که باید روزی حل شوند.

آنتن‌های جدید

همان طور که فهمیدیم، یکی از محدودیت‌ها در سمت آنتن‌های گیرنده است. آنتن‌ها اگر برای دریافت امواج عمودی تنظیم شده باشند، نمی‌توانند امواج افقی را دریافت کنند و اگر برای دریافت امواج افقی ساخته شده باشند، امواج عمودی از دست می‌روند. بنابراین، برای مشکل گیرندگی آنتن‌ها، یک تیم تحقیقاتی سه‌نفره گونه جدیدی از آنتن‌ها را ساخته است که هم می‌توانند امواج عمودی و هم امواج افقی را دریافت کنند. این آنتن کمترین هدررفتگی انرژی وای‌فای را دارد.

در این آنتن‌ها، ابتدا سعی شده است قابلیت دوقطبی در آنتن از بین برود. آنتن باید بتواند هم به امواج افقی و هم به امواج عمودی پاسخ بدهد و هر دو نوع مایکروویو را میزبانی کند. در واقع، اینجا براساس مکان فیزیکی آنتن فلزی و نوع سیم‌کشی درون آن می‌توان انرژی بی‌سیم را از روی امواج رادیویی دریافت کرد. مثلاً در نوک و بالای آنتن امواج عمودی و در بدنه آنتن امواج افقی دریافت می‌شوند. آنتن می‌تواند براساس کابل‌هایی که درونش است، دوقطبی‌های مختلفی را هم‌زمان و در بخش‌های مختلف خود تشکیل دهد تا بیشترین انرژی جذب شود. این کار با افزودن یک سری کابل‌های جدید به آنتن میسر می‌شود. کابل‌های جدید باید انرژی امواج رادیویی دریافت شده را به کابل‌های دیگر برسانند تا انرژی نوری به انرژی الکتریکی تبدیل شود. (شکل 2)



شکل 2 -
آزمایش نسل
جدیدی از
آنتن‌ها برای
دریافت انواع
امواج رادیویی
عمودی و
افقی با هدف
جذب بیشتر
انرژی

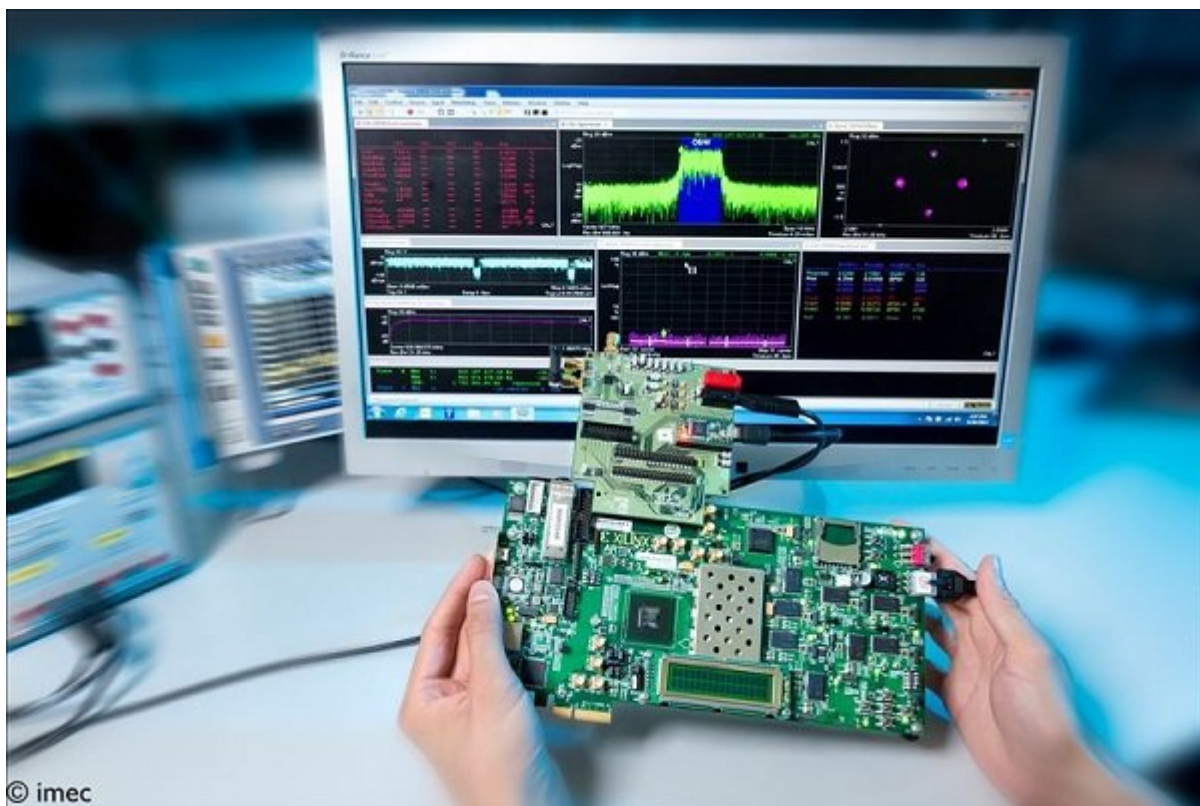
محققان برای استفاده از انرژی وای‌فای با این آنتن‌ها، شبکه‌ای گریدمانند از آنتن‌ها با شماره‌های مختلف طراحی کردند. آنتن‌های با شماره زوج به دریافت امواج عمودی و آنتن‌های با شماره فرد به دریافت امواج افقی تخصیص داده شده‌اند. شاید این ایده جالب به نظر نرسد و این تصور ایجاد شود که دوقطبی‌های زیاد تشکیل شده روی یکدیگر تأثیر می‌گذارند یا نیمی از قدرت آن‌ها از دست می‌روند، ولی این طور نیست. آنتن‌ها و کابل‌کشی‌ها طوری طراحی می‌شوند که روی هم تأثیر مثبت بگذارند و بتوانند با یکدیگر در ارتباط باشند. وقتی یک موج رادیویی مایکروویو دریافت می‌شود، اگر دوقطبی عمودی باشد، به سوی نوک و بالای آنتن هدایت می‌شود و اگر یک مایکروویو افقی دریافت شود، به سمت کنارها و وسط آنتن گیرنده خواهد رفت. در این صورت، با یک طراحی مناسب آنتن گیرنده می‌توان میزان انرژی بیشتری دریافت کرد.

در آینده، تغییر ساختار آنتن‌ها و استفاده از مواد دی‌الکتریک بهتر یک ضرورت است. آنتن‌ها باید از تعداد زیادی تکه‌های فلزی دی‌الکتریک کوچک، شاید 100 برابر کوچک‌تر از آنتن‌های کنونی استفاده کنند. آزمایشگاه‌ها و تیم‌های تحقیقاتی زیادی دارند روی این موضوع کار می‌کنند و در پی تغییر معماری آنتن‌های شبکه برای دریافت و جذب امواج رادیویی بیشتر و در نتیجه جلوگیری از هدر رفتن انرژی کمتری هستند.

از خیال تا واقعیت

تصور کنیم ساختار آنتن‌های شبکه‌های بی‌سیم را تغییر دادیم و از مدل‌های جدید استفاده کردیم، چقدر در جذب انرژی موفق خواهیم بود؟ اگر تصور کنیم یک شبکه وای‌فای روی فرکانس 2.4 گیگاهرتز داریم، با آنتن‌های جدید موفق به جذب صددرصد امواج رادیویی هم‌سو با آنتن می‌شویم، اما در واقعیت چطور است؟ اگر انرژی حامل روی این امواج رادیویی را اندازه‌گیری کنیم، قابلیت جذب حدود 97 درصد آن‌ها وجود دارد که بسیار بهتر از وضعیت گذشته است. 97 درصد انرژی امواج رادیویی جذب می‌شود، ولی چه میزان انرژی تولید شده و توسط دستگاه‌های دیگر قابل استفاده است؟ در تحقیقات انجام شده، حدود 5 درصد انرژی نیز در خود آنتن و توسط سیم‌ها به انرژی گرمایی تبدیل می‌شود. اما ائتلاف انرژی اصلی هنگامی است که انرژی مایکروویوها به سیگنال‌های الکتریکی تبدیل خواهد شد. باز هم محققان با ارزیابی‌های گسترده‌ای که انجام دادند، به 80 درصد انرژی دسترسی پیدا کردند و به طور عملی و واقعی حدود 70 درصد انرژی قابل استفاده است. یعنی یک کاربر می‌تواند 70 درصد انرژی امواج مایکروویو را با آنتن‌های جدید دریافت کند.

محققان در شرایط آزمایشگاهی ارزیابی‌هایی انجام دادند و انرژی‌های 1 تا 10 میلی‌وات را در فضا منتشر کردند تا مقدار انرژی جذب شده با آنتن‌های مدل جدید را محاسبه کنند. برای انرژی 1 میلی‌وات انرژی مؤثر به دست آمده تنها 30 درصد است و برای توان خروجی 10 میلی‌وات، انرژی به دست آمده با فرض طی مسافت 10 متری به حد میکرووات می‌رسد که اصلاً خوب نیست. یعنی مشکل جدید در مصرف انرژی بی‌سیم جای دیگری بروز می‌کند و در دنیای واقعی انرژی بسیار کمتری حاصل می‌شود. در واقع، فقط 5 درصد کل انرژی به طور عملی قابل استفاده است. (شکل 3)



شکل 3
تحقیقات آزمایشگاهی نشان می‌دهد مقدار زیادی از انرژی امواج مایکروویو در زمان انتقال یا دریافت و تبدیل به سیگنال‌های

الکتریکی از بین می‌رود.

یک دلیل آن واضح است. هرچه از منبع انرژی دورتر می‌شویم، امواج مایکروویو ضعیف‌تر می‌شوند و دامنه بیشتری خواهند یافت. بخش قابل توجه دیگری هم در هنگام تبدیل مستقیم انرژی مایکروویو به انرژی سیگنال‌های الکتریکی و

در دیودها از بین می‌رود. دیودها فقط اجازه می‌دهند یک جریان الکتریکی در یک جهت حرکت کند و نیاز به ولتاژ خاصی دارند تا اجازه انتقال جریانی از سیگنال‌های الکتریکی را بدهند. بنابراین، بخش زیادی از انرژی به صورت گرما تلف می‌شود بدون اینکه به انرژی الکتریکی تبدیل شود.

شاید تصور شود با بزرگ‌تر کردن آنتن‌ها و ساختن یک شبکه از آنتن‌ها در اندازه بسیار بیشتر از این آزمایش‌ها، هرچقدر هدررفت انرژی داشته باشیم، باز هم می‌توان یک انرژی قابل قبول به دست آورد. یعنی اگر انرژی صادر شده از منبع افزایش یابد و آنتن‌های گیرنده نیز بیشتر شوند، انرژی قابل استفاده بیشتری به دست می‌آید. ممکن است این فرضیه درست باشد، به شرطی که یک شبکه از آنتن‌ها به اندازه یک دیوار بزرگ داخل خانه استفاده کنیم. محققان این وضعیت را هم بررسی کردند و به انرژی 40 درصد رسیدند، اما کدام شرکت، ساختمان و خانه است که دوست دارد دیواری از آنتن‌های شبکه داشته باشد؟

نتیجه می‌گیریم هنوز باید روی مدل آنتن‌ها و نوع کار آن‌ها متمرکز شویم. همچنین، باید محدودیت‌ها و چالش‌های هدررفت انرژی میکروویو در هنگام تبدیل به انرژی الکتریکی و مشکل دیودها را حل کنیم. شاید دیودها به خوبی کار می‌کنند و بهتر است به ساختار آن‌ها دست نزنیم، در عوض به دنبال راهکار دیگری برای تبدیل انرژی باشیم. برخی از مشکلات به آنتن‌ها و درون آن‌ها برمی‌گردد و برخی دیگر از مشکلات هیچ ارتباطی به آنتن‌ها ندارد و مشکل اجزای دیگر متصل شده به آنتن است.

ارزشش را ندارد

اجازه بدهید بررسی کنیم اگر یک روتر بی‌سیم امروزی داشته باشیم، یک شبکه وای‌فای چقدر انرژی به ما می‌دهد و آیا رضایت‌بخش است؟

تصور کنید یک روتر بی‌سیم دوپانده و یک اکسس‌پوینت سه‌پانده در خانه داریم. اگر شما فقط یک روتر تک‌پانده یا دوپانده دارید، بهتر است به فکر استفاده از انرژی وای‌فای نباشید. با در نظر گرفتن این موضوع که روی هر باند رادیویی می‌توان حداکثر انرژی 100 تا 200 میلی‌وات را منتقل کرد، هر دو دستگاه بی‌سیم می‌توانند حدود 800 میلی‌وات انرژی را جمعاً منتقل کنند. در ماه حدوداً 0.02 کیلووات ساعت انرژی بی‌سیم داریم. توجه داشته باشید که از حداکثر انرژی قابل انتقال صحبت می‌کنیم، چون در دنیای واقعی مطمئناً به‌خاطر نویز و دیگر عوامل محیطی، روی هر باند رادیویی 2.4 یا 5 گیگاهرتز انرژی کمتری منتقل می‌شود. (شکل 4)



شکل 4
- اگر قوی‌ترین روترهای بی‌سیم امروزی را برای تولید انرژی وای‌فای استفاده کنید، تأثیر قابل توجهی در مصرف انرژی خانه شما رخ

نمی‌دهد، چون انرژی دریافت شده از امواج وای‌فای بسیار ناچیز است.

با توجه به صحبت‌های گفته شده در بخش‌های قبلی و با احتساب این موضوع که لپ‌تاپ من در فاصله‌ای است که قدرت سیگنال‌ها حدود 54- دسی‌بل هستند، دریافت انرژی آن به زیر 4 میکرووات می‌رسد. البته باز هم اگر فرض کنیم تمام این انرژی دریافت می‌شود و چیزی به هدر نمی‌رود. بنابراین، انرژی بی‌سیم جذب شده از شبکه‌های وای‌فای در طول یک سال بسیار کم خواهد بود. برخی خانه‌های هوشمند در زمستان نیاز به 19 کیلووات ساعت انرژی طی یک روز دارند. حالا این حجم از انرژی را با 0.02 کیلووات ساعت انرژی بی‌سیم در طول یک ماه کنید. تقریباً صرفه‌جویی مالی برای من و شما نخواهد داشت و رقم قابل توجهی از روی قبض برق کاسته نمی‌شود. از تمام صحبت‌های بالا می‌توان یک نتیجه گرفت. انرژی وای‌فای فعلاً برای محیط‌های بسیار کوچک و محدود مثل یک اتاق کوچک و جهت استفاده در حسگرها و دستگاه‌های اینترنت اشیا بسیار کم‌مصرف قابل استفاده است. برخی از حسگرها یا دستگاه‌ها نیاز به انرژی در حد چند میلی‌وات دارند. این دستگاه‌ها می‌توانند امواج مایکروویو منتشر شده از روترهای بی‌سیم را دریافت و انرژی حامل روی آن‌ها را جذب کنند. شرط آن هم نزدیکی زیادی روتر بی‌سیم با این دستگاه‌ها است. مثلاً فقط 4 تا 5 متر از یکدیگر دور باشند. آزمایش‌ها نشان می‌دهد که قدرت انرژی امواج رادیویی در مسافت‌های بالای 10 متر تقریباً برابر صفر است.

یک کاربرد دیگر انرژی وای‌فای برای تقویت شبکه‌های بی‌سیم است. در سال‌های اخیر، به‌علت افزایش تعداد دستگاه‌های بی‌سیم و اتصال آن‌ها به وای‌فای، شاهد تداخل و هم‌پوشانی در شبکه‌های بی‌سیم و امواج رادیویی هستیم. راهکارهایی مانند روترهای مش وای‌فای به‌دنبال حل این مشکل هستند. این روترها در بسته‌های چندتایی به فروش می‌روند و هر یک در گوشه‌ای از ساختمان قرار می‌گیرند تا امواج روتر اصلی را تقویت کنند. در اینجا، امواج مایکروویو می‌توانند باعث جلوگیری از ورود امواج رادیویی دیگر به محیط شوند و مناطق فیزیکی مؤثرتری برای استفاده از وای‌فای بسازند.

درنهایت، آیا انگیزه و دلایل کافی برای توسعه سیستم‌های انتقال انرژی مبتنی بر وای‌فای وجود دارد؟ آیا آزمایشگاه‌ها هنوز تمایل دارند روی آنتن‌هایی با ساختارهای جدید کار کنند و به‌دنبال کشف تکنیک‌هایی برای جلوگیری از هدررفت انرژی روی وای‌فای باشند؟ کسی پاسخ این پرسش‌ها را نمی‌داند. انتقال انرژی با روترهای بی‌سیم یک ایده بسیار زیبا و خلاقانه است که شاید به فراموشی سپرده شود و شاید هم چند ده بعد دوباره سر زبان‌ها بیافتد.

منبع:

نشانی منبع:

<https://www.shabakeh-mag.com/networking-technology/12504/%D8%A7%D8%B2-%D9%88%D8%A7%DB%8C%E2%80%8C%D9%81%D8%A7%DB%8C-%D8%A7%D9%86%D8%B1%DA%98%DB%8C-%D8%A8%DA%AF%DB%8C%D8%B1>