



5G در حال ظهور است و گزارش‌ها و تحلیل رفتار بازار این اتفاق بزرگ را تأیید می‌کند، اما 5G قرار است چه کمبودها و مشکلاتی از نسل قبلی خود را برطرف کند؟

این مطلب یکی از مقالات چاپ شده در پرونده ویژه «**نسل پنجم شبکه‌های موبایل**» است. برای دانلود کل پرونده ویژه [اینجا](#) کلیک کنید.

### گشت‌وگذار در فناوری‌های امواج میلی‌متری

در حالی که به نظر می‌رسد بحث میرایی امواج میلی‌متری جدی و قابل توجه است، اما به طور قطع می‌توان گفت نسل بعدی شبکه‌های موبایل روی امواج میلی‌متری کار خواهد کرد. اخبار و شایعه‌های منتشر درباره شبکه‌های موبایلی آینده از این موضوع حکایت می‌کنند که چند گروه تحقیقاتی به طور خاص روی اصول اولیه استفاده از امواج میلی‌متری در حال مطالعه و فعالیت هستند. در این تحقیقات موضوع‌هایی مانند مدل کانال‌ها، مدل انتشار، چگونگی آنتن‌های امواج میلی‌متری، شکل طراحی گوشی‌های تلفن همراه، تأثیر طراحی‌های خاص گوشی و آنتن روی تقویت امواج و تأثیر این امواج روی بدن انسان و... مطرح هستند. مانند هر فناوری جدید نیازمند ساختن یک اکوسیستم در اطراف این امواج و فناوری‌های مرتبط با آن هستیم. شرکت‌های سازنده تجهیزات شبکه باید دست به کار شوند و شروع به ساخت کیت‌های شبکه مناسب استفاده از این امواج کنند و از سوی دیگر گوشی‌های تلفن همراه مناسب برای کار با این کیت‌های شبکه ساخته شوند.

همه این صحبت‌ها به این معنا است که ما پنج تا ده سال تا تجاری شدن این فناوری‌ها و استفاده از امواج میلی‌متری فاصله داریم. گزارش‌های نوکیا نیز چنین فاصله زمانی را تأیید می‌کنند. با این حال، آزمایش‌های اولیه امیدوارکننده است و شرکت‌های مختلفی توانستند اطلاعات را با سرعت 115 گیگابایت بر ثانیه در فاصله‌ای 15 متری روی طیف فرکانسی 70 گیگاهرتز منتقل کنند. چند شرکت بزرگ فناوری نیز وارد حوزه کار روی امواج میلی‌متری شده‌اند. از جمله این شرکت‌ها می‌توان از سامسونگ نام برد که مدعی است نخستین سخت‌افزار امواج میلی‌متری را ساخته است؛ یک گیرنده-فرستنده 64 بیتی. این دستگاه روی فرکانس 28 گیگاهرتز کار می‌کند و می‌تواند انتقال اطلاعات با سرعت بیش از یک گیگابایت بر ثانیه را در طول مسافتی دو کیلومتری انجام دهد. به گفته سامسونگ، آن‌ها امیدوار هستند این فناوری تا قبل از تاریخ مهم 2020 تجاری‌سازی شود.

«**115** گیگابایت بر ثانیه در فاصله 15 متری»  
**70** گیگاهرتز فرکانس

همچنین، ظاهراً شرکت گوگل نیز آزمایشگاه‌هایی را روی چند باند کاری امواج میلی‌متری FCC انجام داده است. این شرکت اوایل امسال یکی از موفق‌ترین شرکت‌های فعال و تحقیق‌کننده روی امواج میلی‌متری به نام Alpentel Technologies را تصاحب کرد. آزمایش‌های غول جست‌وجوی دنیا بعد از این خرید شروع شده‌اند. این فعالیت‌های گوگل از پی این ایده برخاسته‌اند که امواج رادیویی میلی‌متری می‌توانند جایگزینی برای کابل فیبر نوری و اینترنت پرسرعت باشند. ممکن است در کوتاه‌مدت چنین چیزی امکان‌پذیر باشد، ولی در نهایت شاهد فعالیت گوشی‌های موبایل و شبکه‌های سلولی روی امواج میلی‌متری خواهیم بود. یک فرضیه دیگر هم مطرح است؛ گوگل ایده اینترنت باندهای بی‌سیم و شبکه‌های موبایل را با یکدیگر ادغام کند و همراه هم روی امواج میلی‌متری ارائه دهد. این فرضیه پس از ارائه آزمایشی پروژه Fi این شرکت برای ترکیب و ادغام دو شبکه موبایل و اینترنت بی‌سیم در بیش از 120 کشور جهان بیشتر قوت می‌گیرد. شرکت‌های دیگری هم هستند که چنین رؤیایی را در سر دارند و می‌خواهند دو نوع شبکه بی‌سیم روی موبایل را به یکدیگر پیوند بزنند و یک شبکه سراسری ارائه بدهند.

## 5G و سلول‌های کوچک

به‌طور سنتی، صنعت موبایل سه روش پیش روی خود برای افزایش ظرفیت شبکه‌های موبایل دارد؛ اضافه کردن طیف بیشتر، بهبود در طیف‌های فرکانسی موجود برای بهره‌وری بیشتر و اجرای زیرساخت‌های بیشتر. همان‌طور که در بخش‌های قبلی گفتیم، نمی‌توانیم مطمئن باشیم از طریق طیف‌های فرکانسی می‌شود شبکه‌های موبایل را توسعه داد. درباره بهبود طیف‌های فرکانسی موجود برای بهره‌وری بیشتر ولکر زیگلر، معمار ارشد فناوری و نوآوری شبکه‌های نوکیا، می‌گوید هر نسل از شبکه‌های موبایل قابلیت و ظرفیت بهبودسازی سه‌برابری را برای دستیابی به بهره‌وری بیشتر دارد. یعنی، شما می‌توانید هر بخش از یک طیف را حداکثر سه برابر بهبود ببخشید. حالا ممکن است این قاعده کلی را بشکنید و بتوانید یک فناوری یا تکنیک موبایل را 5، 10 یا 20 برابر بهبود دهید، ولی ظرفیت و سرعت مورد نیاز شبکه‌های 5G فاصله بسیار زیادی با ظرفیت‌های موجود دارد و این بهبودهای جهشی نمی‌تواند یک نسل شبکه‌های موبایل جدید به دست دهد و به سرعت‌های چند گیگابیتی دست پیدا کنید. بنابراین، از سه راه‌کار پیش رو، فقط توسعه زیرساخت‌های مخابراتی موبایل باقی مانده است. راه‌اندازی و ساخت ایستگاه‌های بزرگ مخابراتی با توجه به این‌که نیازمند مساحت‌های زیادی هستند، چندان خوشایند شهرها و مکان‌های پرجمعیت نیستند و محدودیت‌های فراوانی دارند. راه‌اندازی سلول‌های کوچک که نوعی از ایستگاه‌های پایه جمع‌وجور هستند، بیشتر مورد استقبال مدیران شهری و اپراتورها قرار می‌گیرند. سلول‌های کوچک می‌توانند شکاف میان ایستگاه‌های پایه کامل و بزرگ برای پشتیبانی از ماکروسلول‌های موبایلی را پر کنند.

این ایده استفاده از شبکه‌های بسیار متراکم جالب و قابل توجه است، ولی با چالش مصرف انرژی نیز روبه‌رو است و یکی دیگر از مشکلات پیش پای 5G محسوب می‌شود. این گفته صحیح است که سلول‌های کوچک مصرف انرژی خیلی کم‌تری نسبت به ماکروسلول‌ها دارند، ولی وقتی تعداد بسیار زیادی از آن‌ها را در یک مساحت کوچک در کنار هم قرار می‌دهید، مصرف انرژی به‌شدت افزایش خواهد یافت و نسبت به حالتی که از آن‌ها استفاده نمی‌کنید، چند برابر مصرف انرژی دارند. پس چگونه می‌توان مصرف انرژی را به حداقل رساند، در حالی که از این سلول‌های کوچک استفاده می‌کنیم؟ یک پیشنهاد می‌تواند ایجاد تغییر اساسی در معماری تلفن‌های همراه باشد، به طوری که بخش کنترل شبکه (بخشی که تعیین می‌کند اطلاعات چگونه باید منتقل شوند) از بخش اطلاعات (بسترهای انتقال اطلاعات به همراه خود اطلاعات) مجزا شود. ایده‌ای که در شبکه‌های نرم‌افزارمحور (SDN) مطرح می‌شود.

این ایده استفاده از شبکه‌های بسیار متراکم جالب و قابل توجه است، ولی با چالش مصرف انرژی نیز روبه‌رو است و یکی دیگر از مشکلات پیش پای 5G محسوب می‌شود. این گفته صحیح است که سلول‌های کوچک مصرف انرژی خیلی کم‌تری نسبت به ماکروسلول‌ها دارند، ولی وقتی تعداد بسیار زیادی از آن‌ها را در یک مساحت کوچک در کنار هم قرار می‌دهید، مصرف انرژی به‌شدت افزایش خواهد یافت و نسبت به حالتی که از آن‌ها استفاده نمی‌کنید، چند برابر مصرف انرژی دارند. پس چگونه می‌توان مصرف انرژی را به حداقل رساند، در حالی که از این سلول‌های کوچک استفاده می‌کنیم؟ یک پیشنهاد می‌تواند ایجاد تغییر اساسی در معماری تلفن‌های همراه باشد، به طوری که بخش کنترل شبکه (بخشی که تعیین می‌کند اطلاعات چگونه باید منتقل شوند) از بخش اطلاعات (بسترهای انتقال اطلاعات به همراه خود اطلاعات) مجزا شود. ایده‌ای که در شبکه‌های نرم‌افزارمحور (SDN) مطرح می‌شود.

کددی از اینتل می‌گوید: «هنگامی که شما بخش کنترل اطلاعات را از خود بخش اطلاعات جدا می‌کنید، دست شما باز خواهد شد تا هر کاری که فکر می‌کنید، انجام دهید؛ از جمله بهینه‌سازی مصرف انرژی. می‌توانید سلول‌ها را روشن یا خاموش کنید، به نحوی که تماس‌ها از دست نروند، ولی مصرف انرژی کاهش یابد. ممکن است به خاموش کردن یک ایستگاه پایه برای تعمیرات، بهبودسازی و به‌روزرسانی نیاز داشته باشید، ولی با مشکلاتی روبه‌رو هستید. با جداسازی بخش کنترل اطلاعات می‌توانید در حالی که شبکه را فعال نگه می‌دارید، بخش‌هایی از ایستگاه پایه را خاموش و مشغول تعمیر یا به‌روزرسانی آن شوید. حتی می‌توانید سلول‌های برخی از مناطق خاص را خاموش یا روشن کنید و دیگر نیازی نیست کل شبکه را از کار بیاندازید.»

گاهی این ایده طراحی Ultra-Lean نیز نامیده می‌شود که تغییری عمده روی شبکه‌های غیرمترجم فعلی است. در حال حاضر، سیستم‌های سلولی همیشه در حال تبادل اطلاعات هستند. در حالی که امروزه بر تعداد فرستنده‌ها افزوده می‌شود، هر روز تعداد نیز بیشتر و بیشتر می‌شود، اما روی شبکه‌های 5G می‌توان با روشن نگه داشتن بخش ایستگاه پایه شبکه سلول‌های کوچک را برای بازه‌های زمانی بسیار کوتاه و کوچک خاموش کرد. شرکت اریکسون می‌گوید: «تغییر وضعیت فرستنده‌های همیشه روشن به حالتی که فقط برای زمان‌های بسیار کوتاه انتقال اطلاعات و پاسخ‌گویی به درخواست‌ها روشن باشند، موجب می‌شود شما یک شبکه همیشه فعال برای انتقال اطلاعات و تماس‌ها (حتی در حد چند میلی‌ثانیه) داشته باشید و بعد به حالت خاموش و انتظار بروید.» این به این معنا است که مصرف انرژی کم‌تری دارید و تداخل پایین‌تری هم رخ خواهد داد.

## MIMO

به احتمال زیاد تکنیک MIMO (سرنام Multiple Input Multiple Output) یکی دیگر از فناوری‌های شاخصی خواهد بود که به مسیر بزرگ منتهی به 5G وارد می‌شود. این فناوری می‌گوید به جای داشتن یک آنتن در فرستنده و یک آنتن در گیرنده برای تبادل اطلاعات، از ده‌ها یا صدها آنتن در گیرنده - فرستنده استفاده شود تا سرعت انتقال اطلاعات برای کاربران افزایش یابد و در طیف‌های فرکانسی و انرژی نیز امکان بهینه‌سازی وجود داشته باشد که در نهایت برای اپراتورها بهتر خواهد بود. MIMO با امواج میلی‌متری و سلول‌های کوچک بهتر کار خواهد کرد. در مقاله‌های منتشر شده از آکادمی NYU آمده است: «ایستگاه‌های پایه بزرگ مبتنی بر MIMO و سلول‌های کوچک نقاط دسترسی دو رویکرد امیدوارکننده برای آینده تلفن همراه و شبکه‌های سلولی هستند. ایستگاه‌های پایه بزرگ مبتنی بر MIMO آرایه‌ای از آنتن‌ها را به ایستگاه‌های پایه ماکرو موجود اختصاص می‌دهند تا بتوانند با حداکثر دقت و تمرکز انرژی را به دستگاه‌های کاربران نهایی منتقل کنند. سلول‌های کوچک نقاط دسترسی نیز در عمل فاصله میان فرستنده‌ها و کاربران را کاهش می‌دهند که نتیجه آن کاهش گم شدن بسته‌ها و اطلاعات پخش شده در فضا در کنار افزایش سرعت تبادل اطلاعات و بهینه‌سازی مصرف انرژی است.»

این فناوری‌ها به سادگی قابل پشتیبانی هستند. در واقع، با حرکت به سوی امواج میلی‌متری این امر تسهیل شده است و طول موج‌های کوچک اجازه می‌دهند صدها آنتن به صورت آرایه‌ای در یک پلتفرم فیزیکی ایستگاه پایه یا نقاط دسترسی قرار گیرند و تضمین کنند فرکانس‌های امواج رادیویی میلی‌متری بر اثر بارش باران میرایی ندارند و به‌طور کامل توسط سلول‌های کوچک جذب می‌شوند.» موضوع قابل توجه دیگر، گسترش فناوری MIMO یا ترکیب آن با فناوری Beamforming است که به جای پخش فراگیر یک سیگنال در همه جهات، سیگنال را فقط در یک جهت مشخص و مستقیم به سوی تجهیزات گیرنده هدف ارسال می‌کنیم. حال فرض کنید چند سیگنال را به‌طور هم‌زمان به سوی تجهیزات گیرنده ارسال کنیم؛ چه فوایدی خواهد داشت؟ زیگنر از نوکیا می‌گوید: «چیزی که واقعاً شما می‌توانید انجام دهید، مجتمع‌سازی المان‌های کنترل و بهبود الگوهای پرتوافکنی با روش‌های تابش انرژی است. این یک تکنیک پردازشی است که امواج الکترومغناطیسی را روی گیرنده - فرستنده بهبود می‌دهد. این تکنیک نیازمند ترکیب هم‌زمان

چند المان اساسی در فاز اولیه است، مانند راه‌اندازی و استفاده از چند آنتن. « نتیجه این تکنیک پوشش‌دهی بهتر، توان خروجی بهتر و کاهش تداخل و پارازیت است. در حالی که MIMO و Beamforming فناوری‌های تازه مطرح شده‌ای نیستند، بسیاری از تجهیزات سخت‌افزاری شبکه‌های وای‌فای از آن‌ها بهره گرفته‌اند و سرعت‌های چند گیگابیتی ارائه می‌دهند یا برخی اپراتورهای مخابراتی روی سرویس‌های 4G/LTE خود از این فناوری‌ها استفاده می‌کنند. این وضعیت تا حدود زیادی راه ورود این فناوری‌ها را به 5G تسهیل می‌کند و احتمالاً به نتایج گسترده‌ای در آینده نزدیک منجر می‌شود.

**منبع:**

تک‌ریابلیک  
**تاریخ انتشار:**  
08 تیر 1394

---

نشانی منبع: <https://www.shabakeh-mag.com/cover-story/951>