

با اصطلاحات و عبارات‌های فنی 5G آشنا شوید



فناوری **5G** اصطلاحات فنی مختلفی دارد که هر کدام نشان‌دهنده‌ی بخشی از مشخصات شبکه است و آشنایی با این اصطلاحات در آستانه‌ی اوج‌گیری آن، خالی از لطف نیست.

امروزه اغلب عاشقان دنیای فناوری با جدیت به دنبال اخبار توسعه‌ی فناوری **5G** هستند و اهمیت آن را در آینده‌ی تمامی صنایع مهم و حیاتی می‌دانند. البته شیوع همه‌گیری ویروس کرونا و بحران‌های آن نیز از توسعه‌ی فناوری مانع نشد و پیاده‌سازی زیرساخت‌های **5G** با سرعت چشمگیری در حال انجام است؛ در نتیجه، می‌توان پیش‌بینی کرد در آینده‌ی نه‌چندان دور، نسل جدید ارتباط‌های مخابراتی به فناوری مرسوم در میان مردم تبدیل شود.

فناوری **5G** اصطلاحات فنی متعددی دارد که جزئیات و قابلیت‌های بخش‌های متنوع آن را نشان می‌دهد و آشنایی با این اصطلاحات برای کاربران جالب خواهد بود. به‌رحال، وقتی درک کلی از عبارات‌های مرسوم فناوری داشته باشید، در استفاده‌ی روزمره نیز با آگاهی بیشتری عمل خواهید کرد. در ادامه‌ی این مطلب زومیت، معنای عبارات‌های مصطلحی را بررسی می‌کنیم که درباره‌ی فناوری **5G** شکل گرفته‌اند.

## 4G

پیش از شرح معانی و اصطلاح‌های نسل پنجم ارتباط‌های مخابراتی، بد نیست باردیگر نسل کنونی را بررسی کنیم **4G** - یا نسل چهارم ارتباط موبایلی امروزه به‌عنوان مرسوم‌ترین نوع اتصال داده‌ی کاربران موبایلی شناخته می‌شود. این فناوری در سال ۲۰۱۰ معرفی شد. نسل سوم یا **3G** با تمرکز روی بهبود تماس‌های صوتی و پیام‌رسانی معرفی شد؛ اما **4G** اولین بار با تمرکز روی اتصال داده افزایش سرعت را هدف قرار داده بود و ارتباطی سریع‌تر از اتصال‌های مرسوم پهن‌بند خانگی را ارائه کرد. همین تمرکز روی سرعت داده باعث شد اقتصاد جدیدی حول اپلیکیشن‌های نیازمند به اینترنت شکل بگیرد. سرویس‌های محبوبی همچون اوبر حاصل اوج‌گیری سرعت اتصالی بودند که با **4G** ممکن شده بود. از دستاوردهای دیگر **4G** می‌توان به اوج‌گیری خدمات آنلاین دیگر همچون پخش زنده‌ی اینترنتی و بازی‌های سنگین آنلاین اشاره کرد.

## 5G

همان‌طور که می‌دانید، نسل پنجم فناوری بی‌سیم موبایلی به‌نام **5G** شناخته می‌شود. اگر **4G** روی افزایش سرعت متمرکز شده بود، **5G** تلاش می‌کند سرعت کنونی را چندبرابر کند و اتصال دستگاه‌های بیشتری با استفاده از آن ممکن خواهد شد. بهبود کیفیت اتصال مخابراتی و ارائه‌ی سرعت‌های متنوع بسته به نیاز گجت‌های متصل به شبکه از دستاوردهای دیگر **5G** محسوب می‌شود. به‌عنوان مثال، گوشی هوشمند متصل به شبکه‌ی **5G** به پهنای باند زیادی نیاز دارد تا فعالیت‌هایی همچون بازی آنلاین یا استریم زنده به‌خوبی در آن انجام شود؛ درحالی که دستگاه **ATM** به پهنای باند زیادی نیاز ندارد و تنها اتصال دائمی و پایدار برای آن اهمیت پیدا می‌کند.

## 5G NR

اضافه‌شدن عبارت **NR** به **5G**، استاندارد آن را نشان می‌دهد **NR** یا **New Radio** به توضیح خاصی نیاز ندارد و تنها باید بدانید به استاندارد **NR** می‌گویند که کل صنعت خدمات بی‌سیم طبق آن فعالیت می‌کند. اهمیت استاندارد آنجا مشخص می‌شود که همه را در مسیری هم‌گرا در توسعه‌ی **5G** قرار می‌دهد. اپراتورهایی همچون **AT&T** و **T-Mobile** امروز از **5G NR** پیروی می‌کنند. اپراتور مشهور دیگر، وایزن، پیش از تدوین استاندارد، توسعه و پیاده‌سازی **5G** را شروع کرده بود؛ به‌همین دلیل، ابتدا از **5G NR** پیروی نمی‌کرد؛ اما اکنون تمامی فرایندهای جایگزینی اینترنت پهن‌بند و شبکه‌ی موبایلی خود را با **NR** هماهنگ کرده است.

**5G NR** استاندارد است که توسعه‌ی کل فناوری **5G** طبق آن انجام می‌شود

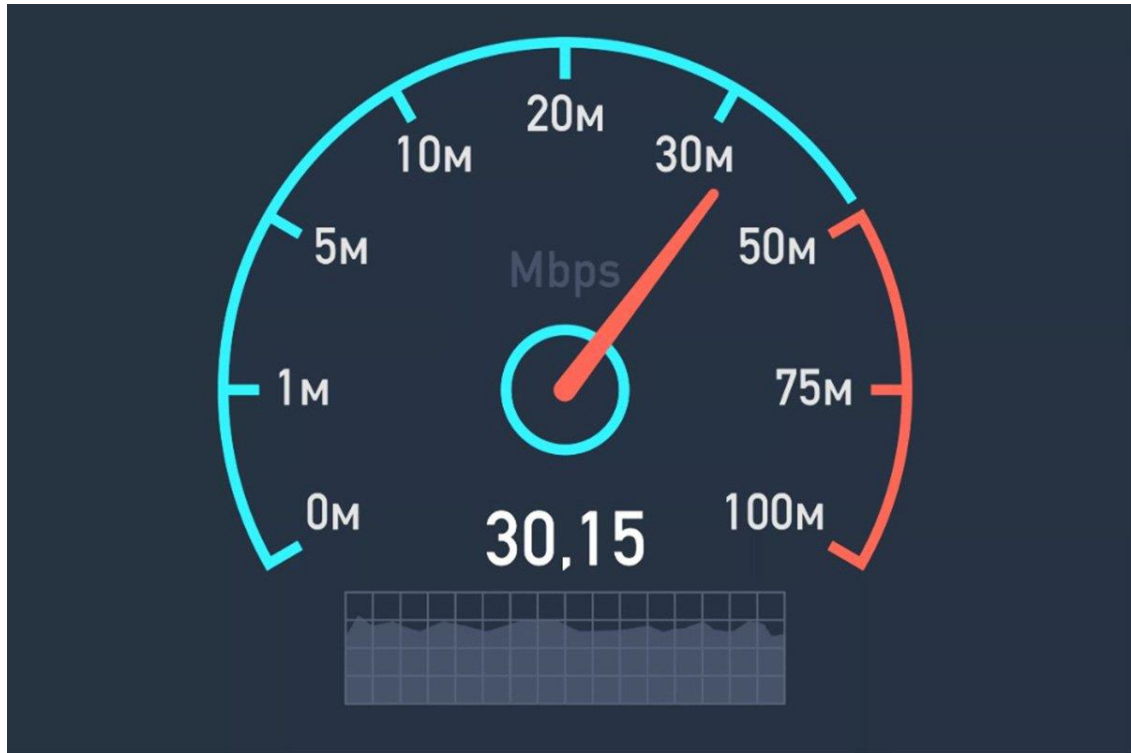
از آنجاکه تقریباً تمامی فعالان صنعت از همین استاندارد استفاده می‌کنند، احتمالاً اصطلاح **NR** را به اندازه‌ی **5G** در مقاله‌ها و اخبار نمی‌بینید. به‌رحال، **5G NR** به‌عنوان فناوری پایه‌ای مشترک توسعه‌ی **5G** شناخته می‌شود.

## Latency

اگر سرعت را به‌عنوان مشهورترین مزیت شبکه‌ی جدید در نظر بگیریم، به‌گواه بسیاری از کارشناسان، کاهش تأخیر (**Latency**) آینده‌ی فناوری خواهد بود که نوآوری‌های متعددی قطعاً در آن صورت خواهد گرفت. تأخیر را می‌توان همان زمان لگ دانست که از زمان کلیک‌کردن روی لینک یا شلیک‌کردن در بازی آنلاین رخ می‌دهد. پینگ یا همان فاصله‌ی زمانی ارسال داده به سرور و دریافت پاسخ نیز با کاهش تأخیر بهبود پیدا می‌کند. قطعاً در گفت‌وگوهای آنلاین متوجه تأخیر در ارسال و دریافت پیام‌ها شده‌اید. این زمان به‌دلیل جابه‌جایی فیزیکی رخ می‌دهد که سیگنال‌ها تجربه می‌کند.

زمان تأخیر در شبکه‌های کنونی حداقل ۲۰ میلی‌ثانیه گزارش می‌شود. شاید این زمان بسیار ناچیز به‌نظر برسد؛ اما در رخدادهایی که به واکنش و پاسخ سریع نیاز دارید، قطعاً تأثیرگذار خواهد بود. به‌عنوان مثال، گیمر آنلاین در بازی حساسی همچون فورتنایت تمایل دارد هر فعالیتش با واکنش سریع شخصیت همراه شود. کارشناسان ادعا می‌کنند با همه‌گیر شدن **5G**، زمان تأخیر به یک میلی‌ثانیه کاهش پیدا می‌کند. به‌رحال تأخیر در ارتباط با اشخاص و سرورهایی با فاصله‌ی بسیار زیاد، همچنان به‌عنوان مشکل وجود خواهد داشت.





## Spectrum

طیف موج (Spectrum) را می‌توان نکته‌ی حیاتی صنعت خدمات بی‌سیم دانست. امواج رادیویی همان‌طور که ارسال و دریافت سیگنال را در شبکه‌های رادیویی ممکن می‌کند، برای اتصال داده‌ی موبایل هم استفاده می‌شود. البته قطعاً شما در گوشی هوشمند به تنظیم موج برای دریافت سیگنال داده نیازی ندارید؛ زیرا گوشی هوشمند به‌صورت خودکار به‌گونه‌ای تنظیم شده است که در فرکانس مناسب فعالیت کند. اپراتورهای خدمات بی‌سیم با استفاده از طیف موج، داده‌ها را از طریق هوا منتقل می‌کنند. آن‌ها در طول دوران فعالیت، پیشرفت‌های درخور توجهی کرده‌اند و استفاده از طیف، روز به روز بهینه‌تر می‌شود.

اپراتورهای خدمات بی‌سیم طیف اختصاصی خود را در شبکه‌های **3G** و **4G** دارند و همه‌ی آن‌ها تلاش می‌کنند طیف بیشتری برای عرضه‌ی وسیع‌تر **5G** به‌دست آورند. به‌طور کلی، هرچه باند یا فرکانس بیشتر باشد، سرعت بیشتری در دسترس اپراتور قرار می‌گیرد. البته افزایش فرکانس با کاهش دامنه‌ی دسترسی نیز همراه می‌شود و باید مقدار بهینه را انتخاب کرد. در مقابل، با کاهش فرکانس دامنه‌ی دسترسی بزرگ‌تری خواهید داشت؛ اما حداکثر سرعت در دسترس کاهش پیدا می‌کند.



## Millimeter Wave

اصطلاح موج میلی متری (**Millimeter Wave**) یکی از طیف های موجی با فرکانس زیاد محسوب می شود که در گستره ی ۲۴ تا ۱۰۰ گیگاهرتز قرار می گیرد. هرگاه اخبار و اطلاعاتی درباره ی سرعت بسیار زیاد اتصال **5G** می شنوید، احتمالاً اتصال در این طیف موجی مدنظر بوده است. از مشکلات طیف موج با فرکانس زیاد علاوه بر پوشش کوتاه، ظرفیت و حساسیت بسیار زیاد آن خواهد بود؛ به طوری که حتی کوچک ترین اختلال ها هم در عملکرد این اتصال مزاحمت ایجاد می کنند. شرکت هایی همچون ورایزن تلاش می کنند با راهکارهای نرم افزاری، مشکلات موجود بر سر راه طیف موج میلی متری را حل کنند. در نهایت، می توان طیف موج میلی متری را مانند اتصال های وای فای با سرعت بسیار سریع دانست که تنها در محیط داخلی کاربرد دارد و منطقه ی چندان بزرگی را پوشش نمی دهد.

## Low Band

از سال ها پیش، اپراتورها برای راه اندازی شبکه های **3G** و **4G** از طیف باند پایین استفاده می کنند. به عنوان مثال، سهم عمده ای از شبکه ی **4G** روی طیف موج ۷۰۰ مگاهرتز فعالیت می کند. فعالان صنعت طیف موج هایی با باند پایین را بیش از سایر طیف موج ها می پسندند؛ چون قابلیت دسترسی در فواصل بسیار دور و عبور از موانعی مانند دیوار را دارد. دسترسی در فواصل دور در اتصال باند پایین با ضعف هایی همراه می شود. برای مثال، اگر موج میلی متری را در سمتی با لوله ی پهنای باند بزرگ در نظر بگیریم، طیف باند پایین در سمت مقابل قرار دارد که حداکثر سرعت محدودی به کاربر نهایی ارائه می کند.

## Midband

طیف باند میانی همان طور که از نامش برمی آید، بین دو باند قبلی قرار می گیرد. این باند به عنوان انتخاب متعادل و عالی شناخته می شود؛ چون ترکیبی از سرعت و منطقه ی زیرپوشش مناسب را در اختیار کاربر قرار می دهد. امروزه، اکثر اپراتورهای بین المللی از طیف باند میانی استفاده می کنند. گفتنی است اپراتورهای ایالات متحده به این طیف از امواج هوایی دسترسی ندارند؛ در نتیجه، آن ها تصمیم گرفتند روی فناوری سریع تر باند میلی متری سرمایه گذاری کنند.



در ایالات متحده، تنها **T-Mobile** به طیف موج میانی ۵/۲ گیگاهرتز دسترسی دارد که آن را از **Sprint** خریداری کرده است. در واقع، همین طیف یکی از دلایلی بود که **T-Mobile** را برای خرید رقیب تشویق کرد. هیچ باند طیفی را نمی‌توان کاملاً برتر از دیگران در نظر گرفت و اپراتورها می‌دانند برای ارائه خدمات متنوع، به هر سه باند نیاز دارند.

### Sub-6 GHz

این اصطلاح عموماً برای ترکیب باندهای پایین و میانی استفاده می‌شود. زمانی که برخی از اپراتورهای پیش‌گام مشغول بررسی باندهای میلی‌متری بودند، اصطلاح **Sub-6** متولد شد تا استفاده از طیف‌های کنونی (میانی و پایین) را برای پیاده‌سازی اتصال **5G** شرح دهد.

### 5G E

اپراتور **AT&T** اصطلاحی به نام **5G E**، مخفف **5G Evolution**، دارد که به نوعی نسخه‌ی ارتقایافته‌ی **4G LTE** همان شرکت محسوب می‌شود و در مسیر توسعه‌ی **5G** است. اصطلاحی که اپراتور مطرح کرد، در گوشی‌های هوشمند ابتدای سال ۲۰۱۹ به دفعات دیده شد. همین رویکرد باعث شد برخی مصرف‌کنندگان با ابهام و سردرگمی درباره‌ی قابلیت‌های گوشی هوشمند روبه‌رو شوند؛ به گونه‌ای که برخی از آن‌ها تصور می‌کردند اتصال کامل **5G** را در گوشی هوشمند در اختیار دارند. در واقع، **5G E** تفاوت کاملاً مشهودی با **5G** دارد و بسیاری از کاربران به دلیل ابهام‌زایی از **AT&T** شکایت می‌کردند.



## 5G Plus یا 5G UW یا 5G UWB

این‌ها عبارت‌هایی هستند که اپراتورها برای مشخص کردن اتصال **5G** در طیف میلی‌متری به کار می‌برند. شرکت‌های ورایزن و **AT&T** هر کدام اصطلاح فنی خود را دارند که با وجود مجزا کردن سرویس‌ها و کاربردهای بازاریابی خاص برای خود شرکت‌ها، شاید موجب سردرگمی کاربران شود.

## DSS

اشتراک‌گذاری پویای طیف (**Dynamic Spectrum Sharing**) به اپراتور امکان می‌دهد از طیف کنونی که برای **4G** استفاده می‌شود، برای نسل پنجم ارتباط‌های مخابراتی هم استفاده کند. اگر شبکه‌ی بی‌سیم را مانند آزادهای چندلایه تصور کنید، **DSS** به اپراتور امکان می‌دهد هنگام استفاده از نسل‌های ارتباطی، خطوط متنوع را به **4G** یا **5G** اختصاص دهد.

**DSS** به اپراتورهایی همچون **AT&T** و ورایزن که طیف موج کافی را در باندهای میانی و پایین در اختیار ندارند، امکان می‌دهد انواع گوناگونی از اتصال **5G** را به کاربران ارائه کنند. در نهایت، اگرچه فناوری مذکور به **T-Mobile** هم کمک شایانی می‌کند، آن‌ها با خرید اسپرینت در ماه آوریل، طیف موج‌های بسیار زیادی در باند میانی و پایین به دست آوردند.

## 5G SA

این عبارت که خلاصه‌ی **5G Standalone** است، به شبکه‌ی **4G LTE** به‌عنوان پشت‌صحنه‌ی عملیاتی نیازی ندارد. چنین اتصالی به‌عنوان «**5G واقعی**» هم شناخته می‌شود و قطعاً تأخیر کمتر به‌همراه سرعت بیشتر را برای اپراتور به‌همراه دارد.



## 5G NSA

این عبارتی است که در مقابل اصطلاح قبلی قرار می‌گیرد ( **5G non-standalone** ) و از پشت‌صحنه‌ی **4G** برای ارائه‌ی نسل جدید ارتباطی استفاده می‌کند. اپراتورها با بهره‌برداری از شبکه‌ی موجود، می‌توانند خدمات و بهبودهای جدید به دستگاه‌های کنونی متصل به شبکه ارائه کنند.

## Small Cell

پوشش ارتباط سلولی سنتی با استفاده از برج‌های مخابراتی عظیم ممکن می‌شد که رادیوها و آنتن‌های متعددی روی آن‌ها نصب بود. این آنتن‌ها می‌توانند سیگنال را تا فواصل بسیار دور ارسال کنند؛ در نتیجه، شرکت‌های زیرساختی مخابراتی به نصب و استفاده از تعداد زیادی از آن‌ها نیازی نخواهند داشت **Small Cell** . در سمت دیگر رویه قرار می‌گیرد و همان‌طور که از نامش برمی‌آید، با سلول‌های مخابراتی کوچک روبه‌رو خواهیم بود. این رادیوهای کوچک ابعادی به‌اندازه‌ی کوله‌پشتی دارند و می‌توان آن‌ها را در مکان‌های متعدد از لامپ‌های خیابانی تا دیرک‌ها و ستون‌ها مرسوم و حتی روی سقف خانه‌ها نصب کرد.

سلول‌های کوچک دامنه‌ی پوشش کمتری دارد و باید تعداد زیادی از آن‌ها در شبکه استفاده شود سلول‌های جدید به‌دلیل ابعاد کوچک می‌توانند سیگنال را تا فاصله‌ای محدود ارسال کنند و برای بهره‌برداری از قابلیت ارتباطی آن‌ها، باید تعداد زیادی سلول در شبکه موجود باشد. برخی از شهرها برای پیاده‌سازی شبکه‌ی مخابراتی از سلول‌های کوچک استفاده می‌کنند؛ اما در محیط‌های خارج از شهر، سلول‌های کوچک مشکل‌زا خواهند بود.

## MIMO

اصطلاح **MIMO** مخفف عبارت **Multiple Input Multiple Output** است. به‌طور کلی، می‌توان معنای عبارت را با اضافه کردن آنتن‌های بیشتر به گوشی هوشمند و برج‌های سلولی مخابراتی تفسیر کرد. اضافه کردن آنتن فرایند چندان دشواری برای تولیدکنندگان نخواهد بود و شرکت‌های تولیدکننده فناوری موسوم به **4x4 MIMO** را در نظر دارند تا از چهار آنتن در گوشی هوشمند استفاده کنند.

## Carrier Aggregation

اپراتورهای خدمات بی‌سیم می‌توانند چند باند فرکانس رادیویی را باهم ترکیب کنند؛ در نتیجه گوشی‌های هوشمند امکان خواهد داشت سریع‌ترین و خلوت‌ترین باند را برای اتصال انتخاب کند. این مفهوم را می‌توان به آزادهای سه‌لاینه تشبیه کرد که خودروها بسته به خلوت بودن لاین‌ها، یکی را برای حرکت انتخاب می‌کند. برای شرح اصطلاح مذکور، عبارت فرکانس دوگانه (**Dual Frequency**) هم استفاده می‌شود.



## QAM

یکی از عبارتهای فنی است که به عنوان مخفف **Quadrature Amplitude Modulation** استفاده می شود. این اصطلاح توضیحات تخصصی پیچیده ای دارد که در حوصله ی مقاله ی حاضر نمی گنجد. به عنوان کاربر، تنها باید بدانیم **QAM** حرکت سریع تر ترافیک را در مقایسه با دو فناوری قبلی ممکن می کند. مثال آزادراه را به یاد بیاورید. با استفاده از مفهومی همچون **QAM256**، به جای استفاده از خودروهای کوچک برای جابه جایی داده، از تریلهایی با ظرفیت چشمگیر بهره می برید. سه اصطلاح آخر هم اکنون هم در شبکه های **4G** استفاده می شوند؛ اما در **5G** نقشی حیاتی تر و مهم تر ایفا خواهند کرد.

## LTE Advanced یا Gigabit LTE

**Gigabit LTE** را به طور خلاصه می توان پیش زمینه ای برای **5G** دانست. این نوع شبکه اتصالی سریع تر از **5G** مرسوم ارائه می کند؛ اما به زیرساخت های **5G** نیاز دارد. تجهیزات سخت افزاری همچون مودم داده ی **X24** از کوالکام توانایی استفاده از **Carrier Aggregation** و فناوری های دیگر را دارد تا حداکثر سرعت دانلود را به دو گیگابیت بر ثانیه برسانند. چنین سرعت دانلودی برای دریافت یک فصل کامل سریال در هشت ثانیه کافی خواهد بود! البته در دنیای واقعی، **Gigabit LTE** سرعت دانلود ۲۰۰ تا ۶۰۰ مگابیت بر ثانیه ارائه می کند که باز هم از سرعت دانلود **4G** مرسوم (۱۰۰ تا ۳۰۰ مگابیت بر ثانیه) بیشتر خواهد بود. همان طور که گفته شد، اتصال **5G E** از شرکت **AT&T**، نوعی **Gigabit LTE** بود.





## Beam Forming

این عبارت نشان دهنده‌ی روشی است که برای هدایت سیگنال‌های 5G به جهت‌ی خاص استفاده می‌شود. با استفاده از فناوری مذکور، می‌توان اتصال اختصاصی موردنیاز را به‌دست آورد. به‌عنوان مثال، ورایزن با استفاده از همین فناوری، مشکلاتی همچون عبور از موانع مانند دیوار را در شبکه‌ی میلی‌متری خود حل می‌کند.

## Unlicensed Spectrum

شبکه‌های مخابراتی سلولی همگی از مفهومی به‌نام طیف تحت‌مجاز استفاده می‌کنند و برای استفاده از هر طیف، باید آن را از دولت خرید. با اوج‌گیری پیاده‌سازی شبکه‌ی نسل پنجم، شرکت‌ها به این نتیجه رسیدند طیف تحت‌مجاز کافی برای پوشش مناسب در اختیار آن‌ها قرار ندارد. امروزه اپراتورها برای پیاده‌سازی شبکه‌های خود از طیف‌هایی خارج از سیستم مجوزدهی دولتی هم استفاده می‌کنند.

از میان طیف‌های مذکور می‌توان به موج‌های رادیویی عمومی استفاده کرد که شبکه‌های وای‌فای طبق آن‌ها عمل می‌کند. چنین عملکردی البته انتقادهایی نیز به‌همراه دارد؛ چون اصولاً طیف‌های خارج از مجوز امنیتی کمتر از طیف‌های تحت‌کنترل و حفاظت‌شده دارند.

## Network Slicing

این اصطلاح به توانایی اپراتور در استفاده از برش‌های خاصی از طیف موج گفته می‌شود که برای ارائه‌ی اتصال مناسب به همه‌ی دستگاه‌های موجود در شبکه کاربرد دارد. به‌عنوان مثال، برج مخابراتی می‌تواند با به‌کارگیری فناوری برشی، اتصالی با قدرت و سرعت کمتر را به حسگر **IOT** و در همان زمان، اتصالی سریع‌تر با تأخیر کمتر به خودرو خودرانی در نزدیکی خود ارائه کند.

اصطلاحات ذکرشده در این مقاله، اصطلاح‌های مرسوم‌ی است که برای شرح مشخصات و قابلیت‌های شبکه‌ی 5G استفاده می‌شود. قطعاً اصطلاح‌های فنی متعدد دیگری هم وجود دارد که متخصصان شبکه برای توسعه‌ی فناوری‌ها به‌کار می‌گیرند. آشنایی کاربران عادی با اصطلاح‌های مرسوم می‌تواند در انتخاب شبکه‌ی ارتباطی و تجهیزات متصل به نسل پنجم ارتباط مخابراتی سودمند باشد.