



مقایسه و بررسی شبکه های NB-IOT و LTE-M مورد کاربرد در اینترنت اشیا

مقایسه و بررسی شبکه های NB-IOT و LTE-M مورد کاربرد در اینترنت اشیا



<https://blog.microele.com>

تاریخ انتشار ۱۴ دی، ۱۴۰۱ توسط سید حسین سلطانی

سلام و درود خدمت همراهان همیشگی مایکروالکام. در مطالب قبلی از سری مطالب مربوط به بحث اینترنت اشیا (IoT) به دسته بندی های مختلف LTE در اینترنت اشیا پرداخته شد. در این مطلب به بررسی و مقایسه دو شبکه پر کاربرد آن یعنی NB-IoT و LTE-M (Cat-M1) پرداخته خواهد شد. پس با من تا انتهای مطلب همراه باشید. همچنین شما میتونید سایر مطالب من رو از این قسمت دنبال کنید.



مقدمه

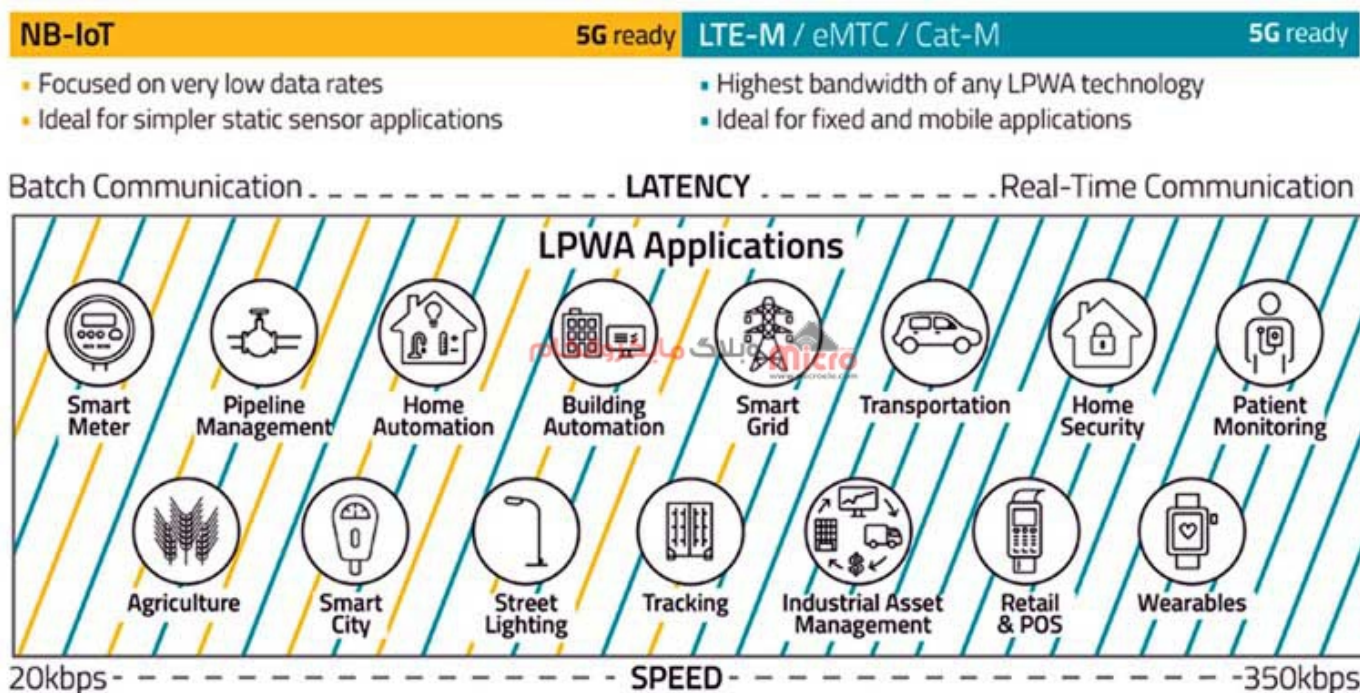
دو شبکه LTE-M یا Cat-M1 و NB-IoT در زمره تکنولوژی LPWAN قرار می‌گیرد که برای بکارگیری در اینترنت اشیا (IoT) ارائه شده است. در این مطلب این دو شبکه پر کاربرد با یکدیگر مقایسه و بررسی می‌شوند. لذا با استفاده از آنچه که در ادامه به آن پرداخته خواهد شد می‌توانید متناسب با نیاز خود تصمیم خود را نهایی کنید و از یکی از آنها استفاده نمایید.

بررسی NB-IoT و LTE-M

LTE-M مخفف عبارت Long Term Evolution for Machines و اصطلاح ساده شده برای تکنولوژی ارتباطات ماشین پیشرفته با توان کم یا eMTC LPWA می‌باشد.

NB-IoT مخفف عبارت NarrowBand-Internet of Things بوده و مشابه Cat-M1 (LTE-M)، یک فناوری کم مصرف و مورد کاربرد در اینترنت اشیا می‌باشد. در جدول زیر ویژگی‌های اصلی این دو فناوری بر مبنای اطلاعات مندرج در [برنامه 3GPP نسخه 13](#) بیان شده است. همچنین برای مطالعه سایر نسخ موجود، از [این لینک](#) استفاده نمایید.

ویژگی	NB-IoT	LTE-M
سرعت	26 kbit/s	1 Mbit/s
حداکثر سرعت آپلود	66 kbit/s	1 Mbit/s
پهنای باند	1.4 MHz	180 kHz
توان	20 / 23 dBm	20 / 23 dBm
تاخیر	1.6-10 s	10-15 ms



کاربرد شبکه های NB-IoT و LTE-M

اطلاعاتی که در بالا مطرح شد با اینکه مختصر است اما خود راه گشا بوده و برای شروع انتخاب یکی از این دو شبکه مفید خواهد بود. با بررسی اجمالی صورت گرفته، در تصاویر زیر به خصوصیات LTE-M و NB-IoT اشاره شده است. همچنین در ادامه بطور دقیق تر مسئله را بررسی خواهیم کرد.



وبلاگ مایکروالکام **Micro**





مزایای NB-IoT



مزایای LTE-M

دسی بل

برای بررسی و اندازه گیری میزان نفوذ باید به برخی از پارامترها نظیر دسی بل، حساسیت گیرنده، پیوند و حداکثر تلفات اتصال آشنا باشیم. از دسی بل- میلی وات (dBm) برای اندازه گیری قدرت سیگنال سلولی استفاده می شود. این واحد لگاریتمی بوده و عموماً دارای محدوده -50dBm تا -110dBm می باشد. توان با این واحد از معادله زیر بدست می آید.

$$P(\text{dBm}) = 10 \log_{10} (P(W) / 1\text{mW}) \quad (\text{لگاریتم در پایه 10 می باشد})$$

بطور کلی هر 3dBm افزایش باعث تقریباً دو برابر کردن قدرت سیگنال می شود و تقریباً هر 6dBm افزایش باعث دو برابر شدن پوشش از برج یا دکل آنتن خواهد شد.

حساسیت گیرنده

میزان حساسیت گیرنده رادیویی بیانگر توانایی دستگاه در بازسازی و استخراج اطلاعات از یک سیگنال ضعیف بوده و مشخص کننده کمترین سیگنال مفید می باشد. از همین رو هر چه عدد حساسیت کمتر باشد به معنی بهتر بودن گیرنده بوده و حساسیت آن بیشتر است. بعنوان مثال -73dBm بهتر از -70dBm می باشد.



Link Budget

Link Budget نیز نشان می‌دهد بین سیگنال ارسالی فرستنده و گیرنده چه اتفاقی می‌افتد. به تعبیری دیگر این پارامتر نشان دهنده تغییر توان بین فرستنده و گیرنده است.

حداکثر تلفات کوپلینگ (MCL)

MCL یا Maximum Coupling Loss به معنی حداکثر تلفات کوپلینگ می‌باشد. مقدار بیشتر این پارامتر به معنی پیوند قوی تر بین فرستنده و گیرنده می‌باشد.

MCL برای NB-IoT و LTE-M

وبسایت 3GPP به عنوان منبعی برای اطلاعات بیشتر در خصوص NB-IoT و LTE-M به **این کتاب** اشاره می‌کند. با استناد به این کتاب MCL برای دو شبکه LTE-M برابر 160.7dB و برای NB-IoT برابر 164dB می‌باشد. در فناوری مخابراتی 5G، مقدار MCL برای LTE-M و NB-IoT باید 164dB (با نیاز به پشتیبانی از تراکم اتصال 1.000.000 دستگاه در هر کیلومتر مربع) باشد.

با توجه به این MCL ها، دو شبکه NB-IoT و LTE-M دارای میزان عمق نفوذ برابر برای استاندارد 5G می‌باشد. برای استاندارد های 4G، نوع LTE-M از NB-IoT با 3.3dB (160.7dB) عقب تر است. به این معنی که NB-IoT ممکن است عمق نفوذ بهتری نسبت به LTE-M در شبکه های 4G داشته باشد.

پوشش LTE-M

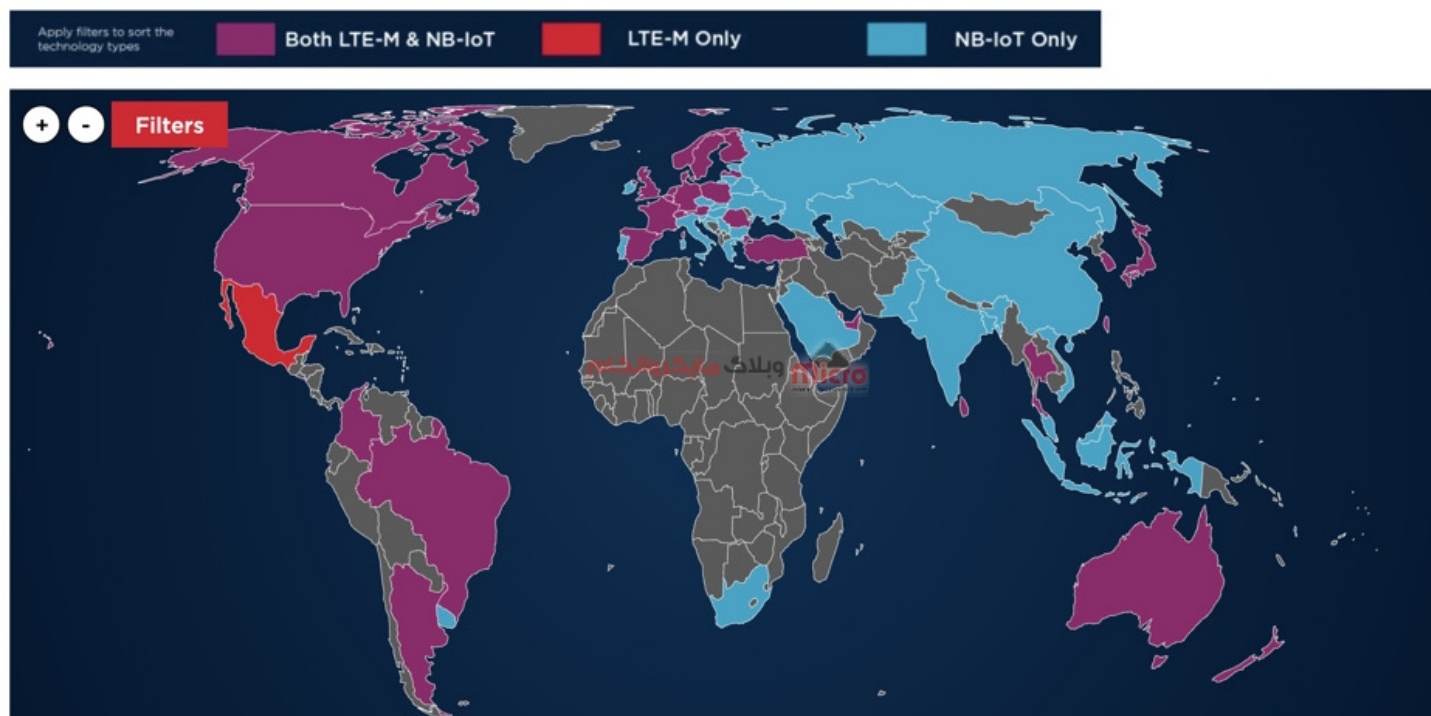
شرکت های بزرگ و مطرح در صنعت مخابرات، شبیه سازی هایی را بر اساس فرضیات 3GPP انجام داده اند. طبق تحقیقات به عمل آمده توسط آنها برای کاربرد IoT، دریافتند که LTE-M قابلیت نفوذ بسیار مشابهی با سایر فناوری های LPWA دارد.

اعداد زیر برای محاسبه MCL برای NB-IoT و LTE-M در استاندارد های 3GPP می‌باشد. محققان با بررسی دقیق و محاسبات MCL با استفاده از فرضیات LTE-M معمولی برای Noise Figure (عدد نویز) گیرنده و توان ارسال پرداختند و دریافتند که نفوذ LTE-M یکسان یا بهتر از NB-IoT می‌باشد.



LTE-M		NB-IoT		مشخصات
Uplink	Downlink	Uplink	Downlink	
23dBm	43dBm	23dBm	46dBm	توان انتقال
3dB	5dB	5dB	9dB	Noise Figure

هر دو NB-IoT و LTE-M دارای نفوذ سیگنال قابل قبولی می‌باشند. نتایج تحقیقات به عمل آمده نشان می‌دهد LTE-M می‌تواند به نفوذ NB-IoT برسد. بهرحال مهم است که حتما این نکته را بخاطر بسپاریم که پارامترهای مورد بررسی در آزمایش و شبیه سازی ها در مورد قابلیت نفوذ می‌تواند دستگاه به دستگاه و دکل مخابراتی به دکل متفاوت باشند.



گسترده‌گی NB-IoT و LTE-M

اپراتور ها LTE-M را در ابتدا در کشور هایی که قبلا پوشش LTE داشتند مستقر کردند. ارتقا یک دکل مخابراتی با قابلیت LTE برای پشتیبانی از LTE-M به مراتب ساده تر از راه اندازی و استقرار NB-IoT می‌باشد. با این وجود، چنانچه LTE بیشتر تحت پوشش نبود، نصب و فراهم کردن زیر ساخت های جدید NB-IoT مقرون بصرفه تر خواهد بود.



رومینگ

اگر دستگاه خود را بجایی صادر می‌کنیم، استقرار و شرایط وجودی آن چیزی است که باید در نظر بگیریم. حال اگر آن دستگاه جوری نیست که در یک منطقه ثابت مستقر شود، بایستی تفاوت‌ها و ظرفیت رومینگ NB-IoT و LTE-M را حتما در نظر گرفت. LTE-M از مزیت داشتن قرارداد و قابلیت رومینگ تلفن همراه در حال حاضر برخوردار است. این در حالی است که NB-IoT یک گام عقب‌تر مانده است. لذا رومینگ برای NB-IoT نسبتاً محدود‌تر خواهد شد.

تصمیم‌گیری انتخاب کدام یک به شرایط قرارگیری و نیاز یا عدم نیاز دستگاه به رومینگ بستگی دارد. طبیعتاً اگر دستگاه تولیدی نیاز به رومینگ داشته باشد LTE-M گزینه مناسب‌تری خواهد بود. چنانچه دستگاه در یک منطقه ثابت خواهد بود، استفاده از NB-IoT انتخاب مناسبی خواهد بود.

مصرف توان

استاندارد های سنتی تلفن همراه برای عملکرد فعالیت‌هایی مانند صوت و پیام کوتاه طراحی شده بود و همیشه برای تماس دریافتی آماده و گوش به زنگ بود. اما خیل عظیمی از پروژه‌های IoT نیازی به گوش دادن دستگاه‌ها ندارند. به این معنی که استاندارد های پیشین (2G, 3G, 4G) دارای مصرف انرژی بیشتری نسبت به NB-IoT و LTE-M می‌باشند.

بیشتر پروژه‌های IoT بر روی کم مصرف بودن توان تمرکز دارند. راندمان انرژی و طول عمر بیشتر باتری از ضرورات اصلی می‌باشد. برای درک بهتر این موارد، به کاربرد هایی نظیر شهر هوشمند، خدمات حمل و نقل هوشمند و نظیر آن فکر کنید.

NB-IoT و LTE-M نشان دهنده بهبود قابل توجه در مصرف انرژی در مقایسه با سایر استانداردهای سلولی می‌باشد. با این حال مقایسه دو راه حل ارتباطی اینترنت اشیا (IoT) به دلیل عوامل زیاد دخیل در مصرف توان و طول عمر باتری، کمی دشوار می‌باشد.

ویژگی صرفه جویی در مصرف انرژی در NB-IoT و LTE-M

هر دو تکنولوژی یاد شده دارای قابلیت PSM یا Power Saving Mode یا حالت مصرف کم و eDRX یا Extended Discontinuous Reception که موجب افزایش عمر باتری می‌باشد هستند.

مصرف توان در ارسال

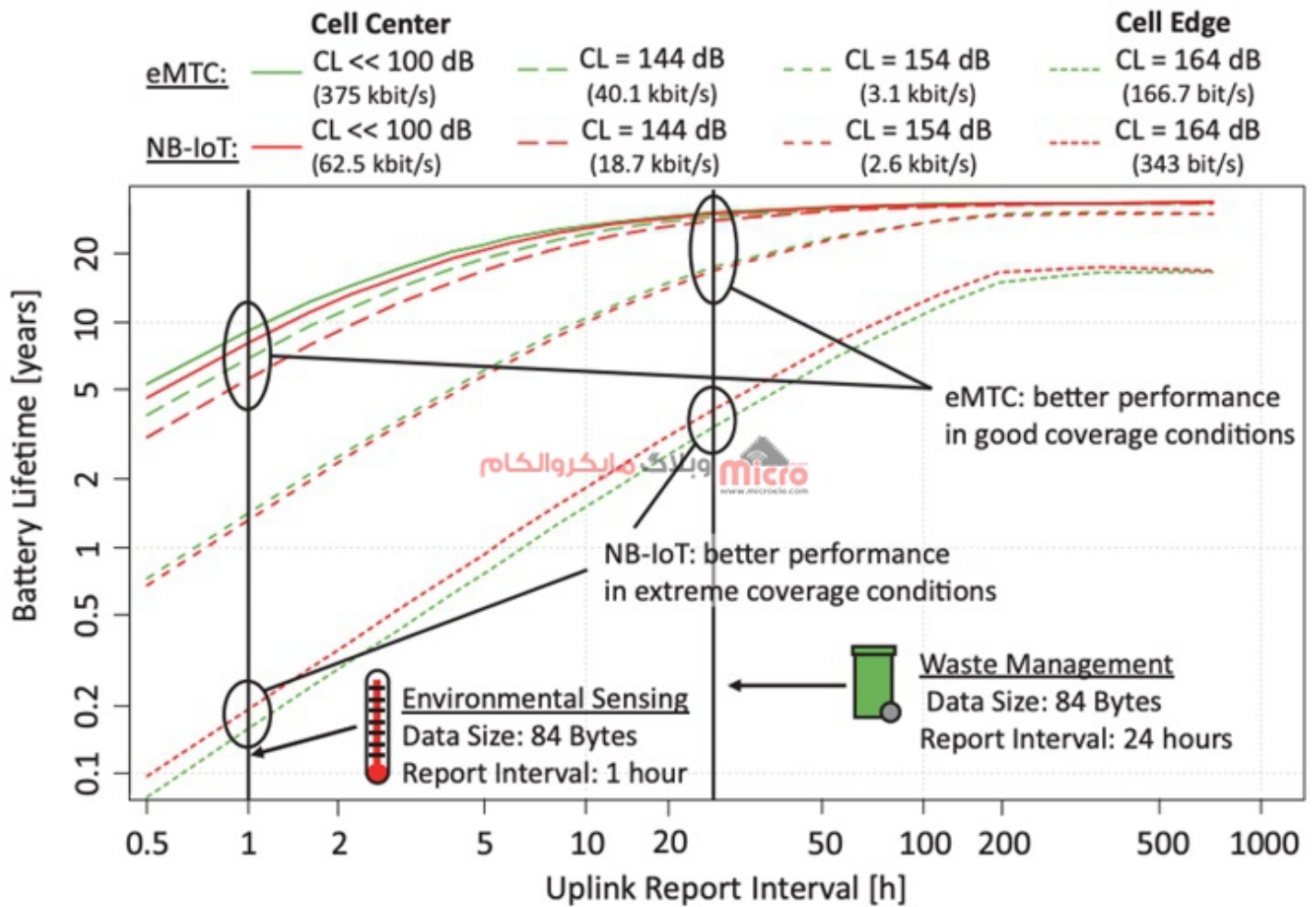
میانگین جریان مصرفی انتقال نوع LTE-M طبق 3GPP 36.888 و 3GPP 45.820 تقریباً بیشتر از NB-IoT می‌باشد. البته این



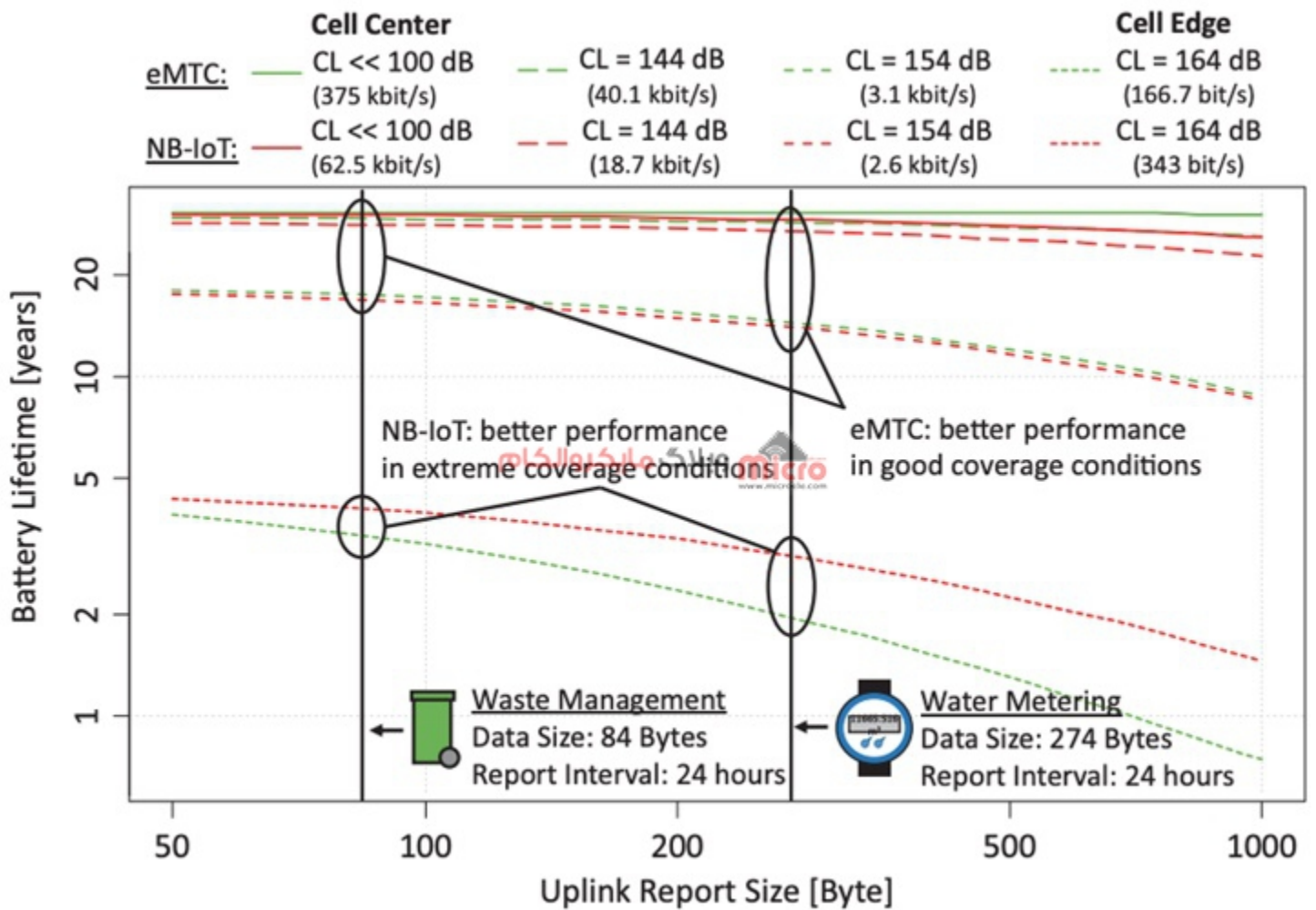
مصرف بیشتر جریان بدلیل سرعت بیشتر uplink و downlink به لطف پهنای باند بالاتری است که مدل LTE-M در مقایسه با NB-IoT دارد.

LTE-M		NB-IoT		مشخصات
Uplink	Downlink	Uplink	Downlink	
23dBm	43dBm	23dBm	46dBm	توان انتقال
1Mbit/s	1Mbit/s	66kbit/s	26kbit/s	حداکثر سرعت

فاکتور هایی مانند تلفات کوپلینگ (شرایط پوشش) تاثیر بسزایی در سرعت Uplink/downlink دارد. می توان اینگونه بیان کرد در شرایط خوب، نوع LTE-M از مزیت سرعت دیتا بهره می برد. از طرفی دیگر در شرایط بد، نوع NB-IoT ممکن است سرعت داده سریعتری داشته باشد. تصاویر زیر بیانگر مصرف توان NB-IoT و LTE-M (eMTC) می باشد [\[لینک\]](#).



مقایسه طول عمر باتری NB-IoT و eMTC با Uplink مختلف متناسب با فواصل زمانی



مقایسه طول عمر باتری NB-IoT و eMTC با Uplink مختلف متناسب با حجم دیتا

شرکت Nordic Semiconductor طی یک **آزمایش عملی بین NB-IoT و LTE-M** با **nRF9160** که خود یک SiP (System in Package) می باشد و دارای حالت چند وضعیت است و هر دو NB-IoT و LTE-M را دارد نتیجه جالبی کسب کرده است. طبق نتیجه بدست آمده در شرایط عادی، LTE-M بطور متوسط مصرف توان کمتری نسبت به NB-IoT دارد. اما اگر دستگاه به گونه ای است که در فاصله زیاد از eNB بوده یا دارای موانع زیادی است، نوع NB-IoT ترجیح داده خواهد شد.



قابلیت انتقال

هنگام حرکت، دستگاه‌ها باید بطور مکرر بین ایستگاه‌های پایه یا همان برج‌های سلولی متصل شوند تا ارتباط حفظ شود. در تصویر زیر که مربوط به **تحقیق Fabien Sanglard** است نشان می‌دهد به هنگام حرکت در مسیر مشخص شده، چگونه تلفن همراه او بین ایستگاه‌های پایه متصل و جابجا شده است.



تست جابجایی بین ایستگاه‌های پایه

همانطور که در تصویر مشخص است در یک مسیر کوتاه تبادل و جابجایی زیادی بین ایستگاه‌ها وجود دارد. این جابجایی‌ها بصورت یکپارچه بین یک ایستگاه به ایستگاه دیگر وجود دارد. NB-IoT گزینه مناسبی برای این جابجایی‌ها نیست. همانطور که یک دستگاه از محدوده یک برج مخابراتی خارج می‌شود، دستگاه قدرت Tx را افزایش می‌دهد تا همواره اتصال خود را باقی نگاه دارد. پس از قطع شدن باید مجدداً در شبکه رجیستر شود که خود باعث افت اتصال و افزایش مصرف توان خواهد شد.



خلاصه

بنابر آنچه که در این مطلب ذکر شد، می‌توان اینگونه نتیجه گرفت که هر دو NB-IoT و LTE-M تکنولوژی های قوی و پر کاربردی در اینترنت اشیا (IoT) هستند. در ادامه بصورت تیتروار برخی پارامتر های اصلی مقایسه شده است.

پوشش/نفوذ سیگنال: LTE-M احتمالا به خوبی NB-IoT است.

استقرار جهانی و رومینگ: رومینگ با LTE-M بهتر خواهد بود. هرچند مهم است که در دسترس بودن و تحت پوشش بودن آن در منطقه مورد استفاده آن نیز بررسی شود.

توان مصرفی: بیان این مورد کمی سخت است. بنظر می‌آید در شرایط پوشش خوب و متوسط LTE-M بهتر است و NB-IoT در شرایطی که پوشش ضعیف تری داشته باشیم بهتر عمل می‌کند.

جابجایی: LTE-M برای دستگاه های ثابت و موبایل (دستگاه ای که در یک جا ثابت نبوده و جابجا می‌شود) مناسب بوده در حالیکه NB-IoT فقط برای دستگاه های ثابت و مستقر در یک محل مناسب خواهد بود.

نتیجه گیری

در این مطلب به بررسی و بیان آنچه در استفاده از شبکه های NB-IoT و LTE-M در کاربرد اینترنت اشیا (IoT) نیاز است پرداخته شد. با دانستن ایت نکات هر یک از دو شبکه رایج و پر کاربرد براحتی می‌توان مناسب ترین آن را برای پروژه خود انتخاب کرد. به نظر می‌رسد LTE-M بطور کلی گزینه قوی تر و بهتری برای IoT باشد.

امیدوارم از این آموزش کمال بهره را برده باشید. در صورتی که هرگونه نظر یا سوال داشتید درباره این آموزش لطفا اون رو در انتهای همین صفحه در قسمت دیدگاه ها قرار بدید. در کوتاه ترین زمان ممکن به اون ها پاسخ خواهم داد. اگر این مطلب براتون مفید بود، اون رو حتما به اشتراک بگذارید. همینطور میتونید این آموزش را پس از اجرای عملی توی اینستاگرام با هشتگ #microelecom به اشتراک بگذارید و **پیج مایکروالکام** (@microelecom) رو هم منشن کنید.