

## آشنایی با ساختار شبکه های تلفن همراه

### تلفن همراه

امروزه میلیون‌ها نفر در سراسر جهان از تلفن‌های سلولی (همراه) استفاده می‌کنند. در واقع تلفن‌های همراه نوع پیشرفته رادیو تلفن‌های دهه 1880 هستند که در آن زمان روی خودروها نصب و استفاده می‌شد. این سامانه دارای یک یا چند دکل آنتن مرکزی برای هر شهر بود و هر دکل می‌توانست تا 25 کانال ارتباطی را تا شعاع 40 الی 50 مایل پوشش دهد. اما به علت محدودیت کانال‌های ارتباطی امکان مشترک شدن برای همه وجود نداشت. تلفن همراه سامانه ای سلولی است زیرا مناطق تحت پوشش آن به سلول‌های تقریباً 6 گوش تقسیم بندی می‌شود. بدین ترتیب کل فضای مورد نظر تحت پوشش سلول‌های مختلف قرار می‌گیرند. در مرکز هر سلول یک دکل آنتن به نام (BTS) نصب می‌شود و بر حسب ظرفیت هر سلول تعداد مشترکان تغییر می‌کند. معمولاً هر سلول آنالوگ قادر است تا 56 کانال رادیویی را پشتیبانی کند به عبارت دیگر هر سلول می‌تواند همزمان مکالمه‌ی 56 نفر با تلفن همراه را در محدوده‌ی تحت پوشش خود اداره نماید. اما این ظرفیت در روش‌های ارتباطی دیجیتال امروزه افزایش یافته است. برای مثال در سامانه ی دیجیتال TDMA می‌توان تا سه برابر ظرفیت آنالوگ یعنی تقریباً 168 کانال را پوشش داد.

تلفن همراه یک سامانه ی کم توان رادیویی است. اکثر تلفن‌های همراه دارای دو سطح توان خروجی 0.6 وات و 0.3 وات هستند. به همین ترتیب ایستگاه‌های مبنای هر سلول نیز با توان کم کار می‌کنند. عملکرد با توان کم دارای دو مزیت است:

1- تبادل سیگنال در محدوده‌ی هر سلول بین ایستگاه و گوشی با آنتن همان سلول انجام می‌پذیرد و سیگنال‌ها از حیطه‌ی سلول فراتر نرفته بنابر این هر گوشی فقط با یک دکل آنتن ارتباط برقرار می‌سازد و از این جهت کانال‌های BTS های دیگر برای یک نفر اشغال نخواهد شد.

2- مصرف انرژی باتری گوشی تلفن بهینه و نسبتاً کم می‌شود.

شبکه‌ی سلولی همچنان که گفته شد نیازمند نصب دکل‌های زیادی است. یعنی یک شهر بزرگ ممکن است دارای هزاران دکل جهت پوشش سرتاسری باشد و هزینه‌ی سنگینی را در بر دارد، ولی از جهتی که امکان استفاده از این سامانه برای تعداد زیادی از مردم را فراهم می‌آورد هزینه‌ی لازم به مرور جبران خواهد شد.

### جابجایی سلولی

هر تلفن یک کد شناسه‌ی مختص خود دارد. این کدها جهت شناسایی مالک تلفن و شرکت خدمات دهنده است. هنگامی که گوشی روشن می‌شود، منتظر دریافت سیگنال از یک کانال کنترل می‌ماند. این کانال یک کانال ارتباطی مخصوص جهت ارتباط گوشی و نزدیک‌ترین ایستگاه BTS است. اگر تلفن به هر دلیلی نتواند چنین سیگنالی را دریافت و شناسایی نماید، پیغام خارج از محدوده «No Service» خواهد داد. در صورت دریافت این سیگنال گوشی آماده‌ی برقراری ارتباط می‌شود. کاربر چه در حال صحبت و چه در حال آماده باش حرکت و جابجایی داشته باشد، ممکن است از حیطه‌ی یک سلول خارج و وارد محدوده‌ی سلول دیگر شوید. سامانه‌های سلولی می‌توانند بدون قطع ارتباط تلفنی، آن را از سلولی به سلول دیگر هدایت نماید.

سامانه های آنالوگ اولیه در سال 1983 با عنوان (سامانه پیشرفته تلفن متحرک Ams) (مجوز ایجاد خود را از کمیسیون فدرال ارتباطات آمریکا دریافت نموده و با بسامد 824 الی 894 مگاهرتز آغاز به کار کردند. این تلفن‌ها دارای 832 کانال به صورت جفت بودند، 790 کانال برای انتقال صوت و 42 کانال جهت تبادل داده، در واقع هر جفت بسامد (یکی جهت ارسال و دیگری جهت دریافت) در این سامانه ها تشکیل یک کانال ارتباطی را می‌دادند که پهنای باند هر کانال نیز برابر 30 کیلوهرتز تعیین شده بود.

## نسل جدید

تلفن‌های سلولی دیجیتالی مشابه نوع آنالوگ اما متفاوت از آن کار می‌کنند و قادر به ایجاد کانال‌های ارتباطی بیشتر و با کیفیت مطلوب‌تری هستند. این سامانه ها اطلاعات مورد تبادل را به صورت 0 و 1 و فشرده شده ارسال و دریافت میکنند به این دلیل حجم سیگنال اشغالی در شبکه‌ی دیجیتالی توسط هر گوشی برابر 3/1 تا 10/1 سامانه آنالوگ است.

## فناوری دسترسی سلولی

سه نوع روش معمول جهت انتقال اطلاعات توسط شبکه‌های تلفن سلولی عبارتند از:

-دسترسی چندگانه‌ی تقسیم بسامدی (FDMA): که هر تماس را بر روی یک بسامد مجزا قرار می‌دهد.

-دسترسی چندگانه‌ی تقسیم زمانی (TDMA): هر تماس را به بخشی از یک زمان روی یک بسامد واگذار می‌کند.

-دسترسی چندگانه‌ی تقسیم کدی (CDMA): که به هر تماس یک کد منحصر اختصاص داده و به کل طیف پخش می‌کند. در قسمت اول هر یک از این سه روش عبارت «دسترسی چندگانه» را می‌بینیم، این بدین مفهوم است که هر سلول امکان برقراری ارتباط بیش از یک نفر را در یک زمان فراهم می‌آورد.

1-FDMA: در این روش کل طیف بسامد به چندین کانال تقسیم می‌شود، این روش اکثراً جهت سامانه‌های آنالوگ به کار می‌رود ولی قابلیت طراحی به صورت دیجیتال را نیز دارد، اما جهت سامانه های دیجیتالی کارایی موثر نخواهد داشت.

2 - TDMA: از یک پهنای باند نازک 30 khz کیلوهرتز و به طول 6.7 میلی‌ثانیه جهت تقسیم زمان به سه بخش استفاده می‌کند. هر مکالمه 3/1 حجم زمانی معمول را در این حالت اشغال نموده و موجب فشرده‌سازی و افزایش بهره‌وری می‌گردد و باعث افزایش تعداد کانال‌های هر سلول خواهد شد. این سامانه در باندهای 900 و 1800 مگاهرتز در اروپا و آسیا و نیز 1900 مگاهرتز در آمریکا مورد استفاده قرار دارد. متأسفانه باند 1900 GSM)) که در آمریکا کاربرد دارد با سامانه های جهانی همساز نیست.

3- CDMA: یک تفاوت کلی با سامانه TDMA دارد. در این روش بعد از تبدیل سیگنال‌ها به دیجیتال آن‌ها را بر روی کل پهنای باند موجود انتشار می‌دهند و همچنین به هر تماس و سیگنال یک کد منحصر به فرد اختصاص می‌دهند. در این حالت گیرنده نیز جهت بازیابی اطلاعات از کد مشابه مختص هر تلفن استفاده می‌نماید. بازدهی این سامانه 8 الی 10 برابر سامانه های آنالوگ (AMPS) است و ظرفیت را به میزان چشم‌گیری افزایش خواهد داد.

**شبکه موبایل چگونه کار می‌کند؟**

در تلفن ثابت "هویت" مشترک مشخص است از کجا؟ از آنجایی که مخابرات با کشیدن دو رشته سیم مسی تا در منزل یا محل کار و دادن بوق این کار برای مشترک کرده است. پس مرحله اول در شبکه مخابرات "هویت" یا شناسایی معتبر بودن مشترک است.

"مکان" مشترک نیز دقیقا مشخص است و این دیگر نیاز به توضیح ندارد یعنی سویچ هنگامی که کسی با این مشترک کار دارد راحت آن را پیدا کرده و به آن زنگ می زند. قسمت بعدی "محل ثبت charging" است یعنی مشترک هرچقدر با تلفن خود به دیگران زنگ بزند هزینه آن در کجا ثبت می شود؟ جواب مشخص است - در سویچی که به آن متصل است. قسمت بعدی "ارائه سرویسهای جانبی" است مثل نمایشگر شماره تلفن و انتقال مکالمه و ... که این هم در سویچی که تلفن به آن متصل شده است انجام می گیرد.

پس به طور خلاصه شبکه تلفن ثابت مشخصات زیر را دارا می باشد:

- 1- هویت یا شناسایی مشترک
- 2- مکان مشخص جهت تماس گرفته شدن با آن
- 3- محل ثبت charging
- 4- ارائه سرویسهای جانبی

در شبکه موبایل ما یک وسیله به نام گوشی موبایل داریم که بدون سیم است و از لحاظ فیزیکی به جایی متصل نیست و هرلحظه مکان خود را تغییر می دهد و ممکن در یک روز در نقاط مختلف کشور (و حتی جهان) حرکت کند. حالا سوال این است که چگونه باید چهار مشخصه بالا را برای آن پیاده کنیم؟ قبل از هر چیز ذکر این مورد ضروری است که گوشی موبایل با روش بدون سیم (wireless) از طریق امواج الکترو مغناطیسی با آنتنی که به آن BTS گفته می شود (در آینده مفصل در باره آن صحبت خواهیم کرد) ارتباط دارد و از طریق آن به شبکه موبایل وصل می شود (به جای دو رشته سیم مسی).

### 1- تعیین هویت:

در موبایل به علت تغییر مکان مشترک (مستقل از مکان بودن) نیاز به مرکزی داریم که اطلاعات تمام مشترکین یک کشور و یا یک شرکت ارائه دهنده سرویس موبایل در آن ثبت شود تا هر وقت شبکه نیاز داشت در اختیار شبکه قرار گیرد (این کار در تلفن ثابت در همان مرکز سرویس دهنده به شما انجام می گیرد) به این مرکز HLR گفته می شود (Home Location Register) این مرکزها به صورت متمرکز در یک یا بعضا در نقاط محدودی از یک کشور ایجاد می شود.

و برای اینکه یک مشترک امکان استفاده از شبکه را داشته باشد به مشترک کارتی به نام SIM (Subscriber Identity Module) کارت داده می شود که این کارت وسیله شناسایی مشترک در شبکه است - پس اگر SIM

کارت در گوشی موبایل قرا رگیرد و تعاریف مخصوص آن در HLR ثبت گردد مشترک می تواند هر کجا از کشور که برود امکان تماس گرفتن و یا تماس گرفته شدن را دارا می باشد.

## 2- مکان مشترک در شبکه موبایل

هنگامی که یک مشترک در شبکه حرکت می کند با تکنیکهایی که در آینده در باره آن صحبت خواهیم کرد آخرین مکان آن در HLR ثبت می شود بنابراین هر کس بخواهد به یک موبایل زنگ بزند آخرین مکان آن از HLR پرسیده می شود و بعد به موبایل زنگ می خورد.

## 3- ثبت charging

ثبت مقدار هزینه مکالمه موبایل در آخرین سویچی که به موبایل سرویس می دهد انجام می گیرد . مثلا مشترکی از تهران به سمت مازندران رفته و از آنجا به مشهد می رود در طی مسیر چندین بار به نقاط مختلف تماس گرفته است هنگامی که در محدوده تهران بوده در سویچهای تهران charging ثبت شده و در مازندران در سویچ مازندران و در مشهد هم در سویچ مشهد ثبت می شود.

در آخر کلیه هزینه مکالمات از سراسر کشور به مرکزی در تهران که مرکز صورتحساب است ارسال می شود و بعد از جمع بندی و محاسبه برای مشترک صورتحساب ارسال می شود(در تلفن ثابت تمام هزینه های مکالمه در مرکز سرویس دهنده ثبت می شود)

## 4- ارائه سرویسهای جانبی

این سرویسها توسط آخرین سویچ سرویس دهنده به موبایل از طریق HLR سوال می شود که چه سرویسهایی باید در اختیار مشترک گذاشته شود مثل انتقال مکالمه - انتظار مکالمه - نمایشگر شماره و .. و سپس آن سرویس ها توسط آخرین سویچ سرویس دهنده در اختیار مشترک قرار می گیرد.(در تلفن ثابت همان سویچ محلی که تلفن به آن وصل است این کار را انجام می دهد).