



مؤسسه فرهنگی هنری  
دیبگران تهران

**به نام خدا**



مؤسسه فرهنگی هنری  
دیبگران تهران

# معرفی نسل پنجم تلفن همراه مشخصات و ملزومات

گردآوری و ترجمه:

**دکتر جهانگیر دادخواه چیمه**



هرگونه چاپ و تکثیر از محتویات این کتاب بدون اجازه کتبی ناشر ممنوع است. متخلفان به موجب قانون حمایت حقوق مؤلفان، مصنفان و هنرمندان تحت پیگرد قانونی قرار می گیرند.

## ◀ عنوان کتاب: معرفی نسل پنجم تلفن همراه مشخصات و ملزومات

◀ مولف: دکتر جهانگیر دادخواه چیمه

◀ ناشر: موسسه فرهنگی هنری دیباگران تهران

◀ ویراستار: زهرا خانیانی

◀ صفحه آرای: فرنوش عبدالهی

◀ طراح جلد: داریوش فرسای

◀ نوبت چاپ: اول

◀ تاریخ نشر: ۱۳۹۸

◀ چاپ و صحافی: صدف

◀ تیراژ: ۱۰۰۰ جلد

◀ قیمت: ۵۰۰۰۰۰ ریال

◀ شابک: ۹۷۸-۶۲۲-۲۱۸-۲۳۴-۲

نشانی واحد فروش: تهران، میدان انقلاب،

خ کارگر جنوبی، روبروی پاساژ مهستان،

پلاک ۱۲۵۱

تلفن: ۲۲۰۸۵۱۱۱-۶۶۴۱۰۰۴۶

فروشگاههای اینترنتی دیباگران تهران:

[WWW.MFTBOOK.IR](http://WWW.MFTBOOK.IR)

[www.dibbook.ir](http://www.dibbook.ir)

[www.dibagarantehran.com](http://www.dibagarantehran.com)

نشانی تلگرام: @mftbook      نشانی اینستاگرام دیبا: [dibagaran\\_publishing](https://www.instagram.com/dibagaran_publishing)

هر کتاب دیباگران، یک فرصت جدید شغلی.

هر گوشی همراه، یک فروشگاه کتاب دیباگران تهران.

از طریق سایتها و اپ دیباگران، در هر جای ایران به کتابهای ما دسترسی دارید.

# فهرست مطالب

## فصل اول : معرفی ارتباطات سیار نسل پنجم و پروژه‌های فعال و تجربه کشورها ..... ۸

- ۹ ..... مقدمه
- ۱-۱- حرکت از نسل چهارم به نسل پنجم ..... ۱۰
- ۲-۱- بازار خدمات در چشم‌انداز ۲۰۲۰ ..... ۱۳
- ۳-۱- خصوصیات و قابلیت‌های فنی نسل پنجم ..... ۱۴
- ۴-۱- ضروریات شبکه نسل پنجم از دید نیازمندی‌های فنی ..... ۱۶
- ۱-۴-۱- ضروریات نسل پنجم از دیدگاه‌های نیازمندی‌های آینده بازار در بخش‌های خدمات و کیفیت سرویس، هسته و دسترسی و کاربردها ..... ۱۷
- ۵-۱- وضعیت حاضر دنیا در نسل پنجم تلفن همراه ..... ۲۰
- ۶-۱- طیف پیش‌بینی شده در 5G ..... ۲۲
- ۷-۱- تکنولوژی دسترسی رادیویی چندگانه ..... ۲۴
- ۸-۱- نسل پنجم و رشد اقتصادی ..... ۲۶
- ۱-۸-۱- مقایسه چشم‌انداز رشد مشترکان در کشورهای توسعه‌یافته و در حال توسعه ..... ۲۷

## فصل دوم : معماری پیشنهادی هسته در شبکه نسل پنجم ..... ۳۱

- ۳۲ ..... مقدمه
- ۱-۲- فناوری‌های فنی و قابلیت‌های شبکه هسته ..... ۳۳
- ۲-۲- چالش‌های پیشرو در بخش هسته نسل پنجم تلفن همراه ..... ۳۵
- ۳-۲- بررسی فناوری‌های پیشنهاد شده در شبکه هسته ..... ۳۶
- ۱-۳-۲- شبکه تماماً IP ..... ۳۷
- ۲-۳-۲- IP6 ..... ۳۹
- ۳-۳-۲- ارتباط شبکه‌های ناهمگون با یکدیگر ..... ۴۱
- ۴-۳-۲- مجازی‌سازی هسته [در قسمت Data Plane و Control Plane] ..... ۴۲
- ۵-۳-۲- برش شبکه ..... ۴۴
- ۶-۳-۲- رایانش ابری ..... ۴۵
- ۷-۳-۲- فناوری نانو ..... ۴۷
- ۸-۳-۲- تجمیع کننده حامل یا داده ..... ۴۹
- ۹-۳-۲- معماری دستگاه‌محور ..... ۵۰
- ۴-۲- معماری‌های پیشنهاد شده شبکه هسته ..... ۵۰

۵۰	..... مدل اول ۱-۴-۲
۵۲	..... مدل دوم ۲-۴-۲
۵۳	..... مدل سوم ۳-۴-۲
۵۵	..... مدل چهارم توسط DoCoMo ۴-۴-۲
۵۶	..... معماری هسته در استاندارد 3GPP ۵-۴-۲
۵۸	..... معماری بخش بک‌هال و ترمینال ۵-۲

### فصل سوم : معماری شبکه دسترسی رادیویی 5G ..... ۵۹

۶۰	..... مقدمه
۶۱	..... ۱-۳- ضرورت نسل پنجم از دیدگاه لایه دسترسی
۶۱	..... ۲-۳- خصوصیات و قابلیت‌های فنی لایه دسترسی 5G
۶۲	..... ۳-۳- بررسی فناوری‌های پیشنهاد شده
۶۲	..... ۱-۳-۳- فناوری سلول کوچک
۶۲	..... ۲-۳-۳- فناوری دستگاه به دستگاه D2D
۷۸	..... ۴-۳- شبکه دسترسی رادیویی ابری
۷۹	..... ۵-۳- روش‌های دسترسی بی‌سیم پیشنهاد شده در نسل پنجم
۸۵	..... ۶-۳- معماری پیشنهادی شبکه به‌منظور افزایش بازدهی انرژی

### فصل چهارم : سیستم‌های چند ورودی چند خروجی گسترده ..... ۸۸

۸۹	..... مقدمه
۹۰	..... ۱-۴- مروری بر کانال‌های فیدینگ و سیستم‌های OFDM
۹۰	..... ۱-۱-۴- پدیده محوشوندگی (فیدینگ)
۹۱	..... ۲-۱-۴- انواع کانال فیدینگ
۹۲	..... ۳-۱-۴- گستردگی داپلر
۹۳	..... ۴-۱-۴- ساختار مالتی پلکسینگ فرکانسی متعامد
۹۵	..... ۵-۱-۴- باند محافظ (استفاده از پیشوند چرخشی)
۹۸	..... ۶-۱-۴- سیستم مخابراتی مبتنی بر مدولاسیون OFDM
۹۹	..... ۷-۱-۴- پیاده‌سازی OFDM با استفاده از تبدیل فوریه گسترده
۱۰۰	..... ۲-۴- آرایه‌های آنتنی
۱۰۳	..... ۱-۲-۴- آرایه‌های دیجیتال
۱۰۴	..... ۲-۲-۴- آرایه‌های آنالوگ
۱۰۶	..... ۳-۲-۴- آرایه‌های مختلط
۱۰۷	..... ۳-۴- فناوری چند ورودی چند خروجی انبوه
۱۱۱	..... ۴-۴- توسعه فناوری چند ورودی چند خروجی انبوه
۱۱۴	..... ۱-۴-۴- مزایای سیستم‌های چند ورودی چند خروجی گسترده

۲-۴-۴- تفاوت سیستمهای چند ورودی چند خروجی گسترده در نسل چهارم و پنجم..... ۱۱۶

### فصل پنجم : موج میلی متری و کاربرد آن در نسل پنجم ..... ۱۱۸

مقدمه .....	۱۱۹
۱-۵- چالش های سخت افزاری MMWAVE .....	۱۲۲
۲-۵- طراحی آنتن و تعداد آنتن های مورد نیاز .....	۱۲۴
۳-۵- طراحی PHY و RFIC .....	۱۲۴
۴-۵- MMWAVE PLATFORMS .....	۱۲۷
۱-۴-۵- سیستم Analog Devices با همکاری Xilinx .....	۱۲۸
۲-۴-۵- سیستم Nokia با استفاده از پلتفرم National Instruments .....	۱۲۹
۳-۴-۵- پیکربندی های قابل پشتیبانی .....	۱۳۴
۵-۵- مدارات مجتمع در موج میلی متری .....	۱۳۶
۱-۵-۵- محصول شرکت Qualcomm .....	۱۳۶
۲-۵-۵- چیپ ست های 5G دیگر شرکت ها .....	۱۳۷

### فصل ششم : چشم انداز خدمات و کاربردهای نسل پنجم تلفن همراه و شاخص های ارزیابی ..... ۱۳۹

مقدمه .....	۱۴۰
۱-۶- ارائه خدمات با کیفیت سرویس مطلوب در نسل پنجم .....	۱۴۰
۱-۶-۱- خدمات در نسل پنجم .....	۱۴۱
۱-۶-۲- ضرورت نسل پنجم از دیدگاه شاخص های کیفیت سرویس .....	۱۴۳
۲-۶- قابلیت های فنی شبکه از دیدگاه خدمات و شاخص های کیفیت سرویس .....	۱۴۵
۳-۶- بررسی خدمات، شاخص ها و مقادیر آستانه آنها .....	۱۴۶
۳-۶-۱- خدمات پزشکی از راه دور .....	۱۴۶
۳-۶-۲- ساختار سیستم سلامت الکترونیک .....	۱۴۶
۴-۶- خدمات حمل و نقل هوشمند .....	۱۵۲
۴-۶-۱- خدمات خودرو هوشمند در خصوص ایمنی و کارایی در زمان ترافیک .....	۱۵۵
۴-۶-۲- خدمات حمل و نقل هوشمند بلادرنگ در خصوص وسایل نقلیه با سرعت بالا .....	۱۵۷
۴-۶-۳- خدمات ماشین هوشمند در محیط های فشرده شهری .....	۱۵۸
۵-۶- خدمات جریان ویدئویی واقع نما .....	۱۶۲
۶-۶- خدمات پایه وب، بارگیری، و ویدئوی شریانی در موقعیت های مختلف .....	۱۶۲
۷-۶- خدمات اورژانسی VOIP و SMS در زمان وقوع بلایای طبیعی .....	۱۶۲
۸-۶- شاخص های کیفیت سرویس و مقادیر آستانه نسل پنجم و مقایسه آنها با نسل پیشین .....	۱۶۳



## ❖ مقدمه مولف

امروزه تحقیق و توسعه در زمینه مخابرات وسعت زیادی یافته و این رشته، حوزه های متفاوتی را پوشش داده است. می توان گفت مخابرات بیسیم و سیار در نوک پیکان توسعه مخابرات می باشد، یعنی مخابرات بیسیم و سیار شامل دو بخش رادیویی و ثابت با استفاده از فناوری های متفاوتی مانند رادیوها، سرورها و خطوط انتقال پرسرعت با شتاب در حال توسعه و گسترش می باشد. هم اکنون نسل پنجم مخابرات سیار آخرین مراحل اجرایی شدن خود را سپری کرده و به عنوان شبکه ای جامع و جذاب در بسیاری از کشورها مراحل عملیاتی شدن خود را طی می کند. در کنار آن، 5G به عنوان موضوعی جذاب در دو حوزه علمی و فنی نظر بسیاری از دانشجویان و اساتید را به خود جلب نموده است. اینجانب با تیم همراه از سال ۱۳۹۲ اولین پروژه تحقیقاتی را در حوزه 5G در پژوهشگاه ارتباطات و فناوری اطلاعات آغاز نمودم. کتاب حاضر جلد اول از کتابی با موضوع 5G می باشد که در آن سعی شده است مشخصات و نیازمندی های نسل پنجم با زبانی دقیق، فنی و ساده بیان گردد. امید است این کتاب مورد توجه جامعه علمی قرار گیرد و خوانندگان کتاب، اینجانب را از بازخورد نظرات خود محروم نفرمایند.

در اینجا لازم می دانم از همه دوستان و همکاران خود در پژوهشگاه ارتباطات و فناوری اطلاعات، مخصوصا همکاران خود در پروژ های نسل پنجم صمیمانه تشکر نمایم.