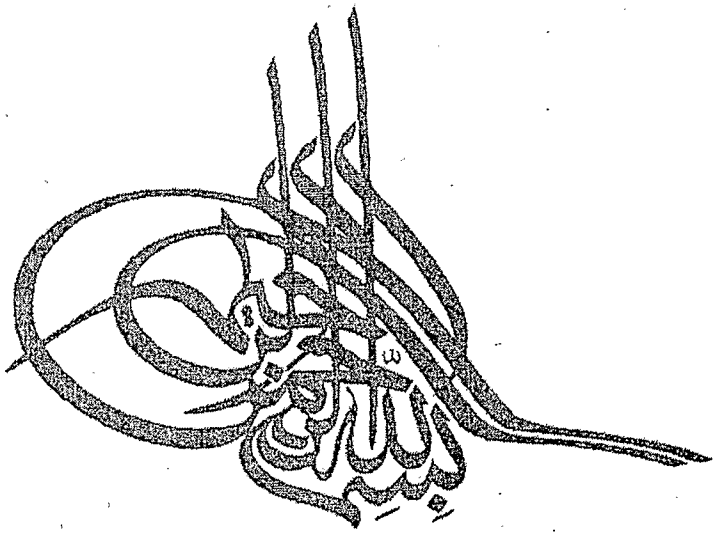

٩٦٦٤

دانشکده مهندسی

پایان نامه کارشناسی ارشد در رشته مهندسی برق(مخابرات)

بررسی ،تحلیل و شبیه سازی عملکرد تکنیک AFDMA دریک سیستم چندسلولی TDD-OFDM و مقایسه آن با تکنیکهای موجود

بوسیله :

علیرضا زارع

استاد راهنما:

دکتر علیرضا ذوالقدر اصلی

۱۳۸۷/۲/۲۹

مهرماه ۱۳۸۶

۹۶۱۶۴

به نام خدا

بررسی ، تحلیل و شبیه سازی عملکرد تکنیک AFDMA دریک سیستم چندسلولی TDD-OFDM و مقایسه آن با تکنیکهای موجود

بوسیلهٔ

علیرضا زارع

پایان نامه

ارائه شده به دانشکده تحصیلات تکمیلی به عنوان بخشی از فعالیت های تحصیلی لازم برای اخذ درجه کارشناسی ارشد

در رشتهٔ

مهندسی برق- مخابرات سیستم

از

دانشگاه شیراز

شیراز، ایران

ارزیابی و تصویب شده توسط کمیته پایان نامه با درجه: **عالی**

امضاء اعضای کمیته پایان نامه:

دکتر علیرضا ذوالقدر اصلی، دانشیار مهندسی برق (رئیس کمیته) . . .

دکتر محمد علی مسندی شیرازی، دانشیار مهندسی برق . . . . . .

دکتر مهرزاد بیغش، استادیار مهندسی برق . . . . . .

مهرماه ۱۳۸۶

تقدیم به همسر عزیز و مهربانم که با صبر و شکیبایی خود در طول انجام این پایان نامه ، در به پایان بردن موفقیت آمیز این اثر مرا یاری نمود.

سپاسگزاری

سپاس به درگاه ایزد منان که توفیقی نصیب کرد تا این اثر را به پایان برسانم . بر خود لازم می دانم از استاد بزرگوار جناب آقای دکتر علیرضا ذوالقدر اصلی که در مراحل مختلف تدوین این پایان نامه از راهنماییهای ارزشمندشان استفاده نمودم تشکر و قدردانی کنم . از اساتید مشاور محترم آقایان : دکتر محمدعلی مسندی و دکتر مهرزاد بیغش به خاطر راهنماییهای صمیمانه و نظرات هوشمندانه آنها سپاسگزارم . و از کلیه دوستان و عزیزانی که در مراحل مختلف انجام ای پایان نامه به هر نحو به من یاری رساندند کمال تشکر را دارم .

در پایان ، موفقیت همه این عزیزان را در تمامی مراحل زندگی ، از درگاه ایزد یکتا خواستارم.

توجه : این پایان نامه و تحقیق تحت حمایت مالی مرکز تحقیقات مخابرات ایران (ITRC) انجام شده است ، بدینوسیله از مسوولین محترم این مرکز علمی-تحقیقاتی سپاسگزاری و قدردانی به عمل می آید .

چکیده

بررسی ،تحلیل و شبیه سازی عملکرد تکنیک AFDMA دریک سیستم چندسلولی TDD-OFDM و مقایسه آن با تکنیکهای موجود

توسط:

علیرضا زارع

محدودیت منابع در سیستم های مخابراتی بی سیم یکی از مهمترین موانع بر سر راه افزایش تعداد مشترکان و نرخ ارسال اطلاعات (به شرط تامین QOS موردنیاز کاربران) می باشد . به همین خاطر مدیریت هوشمند منابع موجود ، به عنوان یکی از روشهای افزایش ظرفیت سیستمهای چندکاربری OFDM ، مورد توجه قرار گرفته است . مسئله تخصیص منابع (شامل زیرحامل ، بیت و توان) در سیستمهای سلولار با در نظر گرفتن محدودیتهای موجود از لحاظ دسترسی به منابع ، منجر به یک مسئله بهینه سازی IP می گردد ، که در این مسئله ، ایستگاه مرکزی (BS) با اطلاع از وضعیت کانال (CSI) و با استفاده از الگوریتمهای کنترلی مناسب ، وظیفه توزیع منابع را انجام می دهد . مسئله بهینه سازی مذکور از دو روش قابل بررسی و پیاده سازی است : ۱- روش تطبیق حاشیه (MA) : که در آن هدف از بهینه سازی ، بدست آوردن مینیمم توان کل ارسالی با در نظر گرفتن محدودیتهای نرخ داده کاربران می باشد . ۲- روش تطبیق نرخ (RA) : که در این روش ، ماکزیمم کردن ظرفیت کل کاربران ، مورد نظر است . اما با توجه به حجم سنگین محاسبات در الگوریتمهای IP ، که باعث افزایش زمان محاسبات و پیچیدگی گیرنده و فرستنده مخابراتی می گردد ، استفاده از این الگوریتمها که پاسخ بهینه را ارائه می دهند در مخابرات زمان واقعی (real time) ، غیرممکن است . بنابراین بایستی با استفاده از روشهای زیربهینه ، حجم محاسبات را کاهش داد . تکنیک دسترسی AFDMA می تواند با تخصیص زیرحاملها بصورت دینامیک ، بر خلاف FDMA که درآن زیرحاملها بصورت استاتیک و از پیش تعیین شده توزیع می گردند ، راندمان طیفی سیستم را به نحو چشمگیری افزایش دهد . در این تکنیک با توجه به اینکه به هر کاربر بر اساس الگوریتم تخصیص منابع، تعدادی زیرحامل اختصاص می یابد و هر زیرحامل پهنای باند مشخصی را اشغال می کند بنابراین در واقع به هر کاربر پهنای باند معینی بر اساس وضعیت کانال و QOS مورد نیاز آن کاربر اختصاص می یابد بنابراین در این تکنیک یک مدیریت هوشمند بر روی پهنای باند کل اعمال می گردد . در این پایان نامه هدف ، پیدا کردن راه حلهایی برای بهینه سازی RA می باشد . اما به لحاظ ارتباط مسائل RA و MA با یکدیگر ، تا حدودی مسئله MA نیز مورد بررسی قرار گرفته است ، تا از نتایج آن بتوان در ارائه جواب زیربهینه ، برای مسئله RA استفاده کرد .

فهرست مطالب

عنوان صفحه

فصل اول : مقدمه

۱-۱- مقدمه ۱
۱-۲- تاریخچه ۱
۱-۳- ساختار پایان نامه ۵

فصل دوم : مروری بر ساختار کلی سیستمهای OFDM

۲-۱- مقدمه ۶
۲-۲- انتشار چند مسیره ۶
۲-۲-۱- پارامترهای کانال چند مسیره ۱۰
۲-۳- ساختار سیستمهای چندحاملی ۱۵
۲-۴- تعامد حاملها ۱۹
۲-۵- پیاده سازی OFDM با استفاده از تبدیل فوریه گسسته ۲۰
۲-۶- تا ثیر فاصله زمانی محافظ ۲۴
۲-۷- تعدیل وتخمین کانال ۲۶
۲-۸- انتخاب پارامترهای اساسی در OFDM ۳۰
۲-۹- مقایسه OFDM با سیستمهای تک حاملی ۳۲
۲-۱۰- نتیجه گیری ۳۵

فصل سوم : آشنایی با روش برنامه نویسی عدد صحیح Branch & Bound جهت کاربرد در سیستم AFDMA

۳-۱- مقدمه ۳۶
۳-۲- اصطلاحات فنی اساسی ۳۶

عنوان

صفحه

۳-۳- بهینه سازی عدد صحیح ۳۸
۳-۴- روشهای برنامه نویسی عدد صحیح ۳۹
۳-۴-۱- مفهوم Branch & Bound ۳۹
۳-۴-۲- اصل Branch & Bound ۴۰
۳-۵- مسئله خطی عدد صحیح کلی ۴۲
۳-۵-۱- الگوریتم Doig , Land ۴۲
۳-۶- نتیجه گیری ۴۸

فصل چهارم : بررسی عملکرد تکنیک AFDMA

۴-۱- مقدمه ۵۰
۴-۲- تکنیکهای دسترسی چندگانه با OFDM ۵۱
۴-۳- بهینه سازی MA و RA – فرمول بندی کلی مسئله ۵۳
۴-۳-۱- بهینه سازی MA ۵۵
۴-۳-۲- بهینه سازی RA ۵۵
۴-۴- مدل سیستم ۵۶
۴-۵- تخصیص بیت و زیرحامل بصورت تطبیقی ۵۹
۴-۵-۱- فرمول بندی و خطی سازی مسئله در حالت تخصیص توان ثابت ۵۹
۴-۵-۲- الگوریتم ساده شده تخصیص زیرحامل ، بیت و توان ۶۱
۴-۶- ارتباط بین بهینه سازیهای MA و RA ۶۵
۴-۷- فرمول بندی و ویژگیهای آن ۶۶
۴-۷-۱- تبدیل به برنامه نویسی عدد صحیح (IP) ۶۶
۴-۸- الگوریتمهای زیربهینه بر اساس LP ۶۹
۴-۸-۱- تخصیص زیرحامل برای مسئله MA ۶۹
۴-۸-۱- تخصیص زیرحامل برای مسئله RA ۷۶
۴-۹- بارگذاری بیت ۸۱
۴-۹-۱- بارگذاری بیت در حالت تک کاربری ۸۱
۴-۹-۲- بارگذاری بیت برای زیرحاملهای داده شده (نوع MA) ۸۳
۴-۹-۳- بارگذاری بیت برای زیرحاملهای داده شده (نوع RA) ۸۴

عنوان | صفحه

۴-۱۰- نتیجه گیری ۸۵

فصل پنجم : انتخاب سلول

۵-۱- مقدمه ۸۶
۵-۲- سیستمهای ناحیه بزرگ و ناحیه کوچک ۸۶
۵-۳- مفهوم تخصیص کانال ۸۷
۵-۴- تخمین تعداد کانالهای موردنیاز ۸۸
۵-۵- روشهای تخصیص کانال ۸۹
۵-۶- انتخاب سلول بصورت تطبیقی ۹۰
۵-۶-۱- انتخاب سلول بصورت تطبیقی بر اساس توان متوسط دریافتی ۹۰
۵-۶-۲- الگوریتم تعمیم داده شده انتخاب سلول بصورت تطبیقی ۹۱
۵-۷- نتیجه گیری ۹۶

فصل ششم : نتایج شبیه سازی

۶-۱- مقدمه ۹۷
۶-۲- مقایسه الگوریتم بهینه IP و الگوریتم زیربهینه براساس توزیع مساوی توان ۹۷
۶-۳- شبیه سازی مسئله RA وMA بصورت بهینه با توزیع توان بصورت تطبیقی ۱۰۶
۶-۴- مقایسه الگوریتمهای زیربهینه براساس توزیع مساوی توان و تعداد بیت یکسان برای هر کاربر و الگوریتم بهینه ۱۰۸

فصل هفتم : نتیجه گیری و پیشنهادات

۷-۱- نتیجه گیری ۱۱۰
۷ -۲- پیشنهادات ۱۱۱

فهرست جداول

عنوان **صفحه**

جدول(۶-۱): پارامترهای سیستم چندکاربری OFDM شبیه سازی شده ۹۷
جدول(۶-۲): مقایسه حجم محاسبات لازم در دو الگوریتم بهینه و زیربهینه ۱۰۱
جدول(۶-۳) : تعداد زیرحاملهای تخصیص یافته به هر کاربر و تعداد بیتهای بارگذاری شده بر روی هر زیرحامل در مسئله MA با نرخ بیت 64 bits/symbol برای همه کاربران ۱۰۷
جدول(۶-۴) : تعداد زیرحاملهای تخصیص یافته به هر کاربر و تعداد بیتهای بارگذاری شده بر روی هر زیرحامل در مسئله RA ۱۰۷
جدول(۶-۵): احتمال تحقق اندازه منظومه ای غالب ۱۰۸

فهرست شکلها

عنوان **صفحه**

شکل(۲-۱): محیط انتشار چند مسیره ۷

شکل(۲-۲): پاسخ ضربه کانال چند مسیره متغیر با زمان ۸

شکل(۲-۳): رابطه بین $\varphi_h(\tau)$ و $\varphi_h(\Delta f)$ ۱۱

شکل(۲-۴): رابطه بین $\varphi_h(\Delta t)$ و $S_h(\lambda)$ ۱۳

شکل(۲-۵): مدل خط تاخیر وزن دار برای کانال فرکانس گزین ۱۴

شکل(۲-۶): مقایسه سیستمهای تک حاملی و چند حاملی ۱۶

شکل (۲-۷) : مقایسه پاسخ ضربه کانال چند مسیره با دوره زمانی سمبل در سیستمهای تک حاملی و چند حاملی ۱۷

شکل (۲-۸): چهار زیر حامل متعامد در حوزه زمان ۱۹

شکل(۲-۹): طیف چهار زیر حامل متعامد ۲۰

شکل(۲-۱۰): پیاده سازی OFDM با استفاده از تبدیل فوریه گسسته ۲۲

شکل(۲-۱۱): مثالی از سیگنال OFDM با سه زیر حامل درکانال دو مسیره ۲۵

شکل(۲-۱۲): دیاگرام منظومه ای 16-QAM سیگنال OFDM دریافتی با ۴۸ زیر حامل برای کانال دو مسیره ۲۶

شکل(۴-۱): تخصیص time slot و زیرحامل در روشهای OFDM-FDMA , OFDM-TDMA و OFDM-IFDMA ۵۲

شکل(۴-۲): ساختار سیستم OFDM با چند کاربر ۵۷

شکل(۴-۳): فلوچارت تخصیص دوباره زیرحامل ۶۴

شکل(۵-۱): تقاضاهای تماس و کانالهای قابل دسترسی ۸۷

شکل(۵-۲): روش فیکس شده و دینامیک تخصیص کانال ۸۹

شکل(۵-۳): تعداد بیت بر سمبل QAM در مقابل Ψ به ازاء $BER=10^{-4}$ ۹۳

شکل(۵-۴) : الگوریتم انتخاب سلول تطبیقی ۹۵

عنوان | صفحه

شکل(۶-۱): مقایسه میزان احتمال خطا برای دو الگوریتم بهینه و زیربهینه ۹۸
شکل(۶-۲): مقایسه راندمان طیفی برای دو الگوریتم بهینه و زیربهینه ونیزدر حالت حذف محدودیت بر روی حداقل نرخ داده هر کاربر ۹۹
شکل(۶-۳): مقایسه راندمان طیفی برای الگوریتم زیربهینه در دو حالت الف: با استفاده از الگوریتم greedy و ب: بدون استفاده از الگوریتم greedy ۱۰۰
شکل(۶-۴): مقایسه نرخ خطای بیت تکنیک دسترسی دینامیک با تکنیک دسترسی استاتیک OFDM-FDMA ۱۰۱
شکل(۶-۵): مقایسه راندمان طیفی تکنیک دسترسی دینامیک با تکنیک دسترسی استاتیک OFDM-TDMA ۱۰۲
شکل(۶-۶): مقایسه راندمان طیفی تکنیک دسترسی دینامیک با تکنیک دسترسی استاتیک OFDM-FDMA ۱۰۳
شکل(۶-۷): احتمال خروج شماتیک تخصیص دینامیک در مقایسه با تکنیک دسترسی OFDM-FDMA ۱۰۴
شکل(۶-۸): راندمان طیفی نسبت به تعداد کاربران در تکنیک دسترسی دینامیک با فرض SNR=20db ۱۰۶
شکل (۶-۹) : مقایسه راندمان طیفی الگوریتمهای بهینه سازی RA با روشهای زیربهینه ، با جواب بهینه...۱۰۹

فهرست اختصارات

علامت اختصاری	عنوان کامل
ABDMA	Adaptive Block Division Multiple Access
ADSL	Asymmetric Digital Subscriber Line
AFDMA	Adaptive Frequency Division Multiple Access
BER	Bit Error Rate
BS	Base Station
CP	Cyclic Prefix
DAB	Digital Audio Broadcasting
DSP	Digital Signal Processing
DVB-T	Digital Video Broadcasting-Terrestrial
FDMA	Frequency Division Multiple Access
FEC	Forward Error Correction
FFT	Fast Fourier Transform
ICI	Inter Channel Interference
IFDMA	Interleaved Frequency Division Multiple Access
IFFT	Inverse Fast Fourier Transform
IP	Integer Programming
ISI	Inter Symbol Interference
LP	Linear Programming
MA	Margin Adaptive
MAC	Medium Access Control
MMSE	Minimum Mean Square Error
MSC	Mobile Switching Center
OFDM	Orthogonal Frequency Division Multiplexing
PAPR	Peak to Average Power Ratio
QOS	Quality Of Service
RA	Rate Adaptive
RF	Radio Frequency

علامت اختصاری	عنوان کامل
SINR	Signal to Interference Pluse Noise Ratio
TDD	Time Division Duplex
TDMA	Time Division Multiple Access
WLAN	Wireless Local Area Networks
ZF	Zero Forcing

فصل اول : مقدمه

۱-۱- مقدمه

مخابرات بی سیم در دهه های اخیر یکی از سریعترین صنایع در حال رشد دنیا بوده است ، تعداد مشترکان موبایل از ۳۰۰ میلیون در سال ۱۹۹۷ به ۸۰۰ میلیون در سال ۲۰۰۱ افزایش یافته است [۱]. و پیش بینی می شود که این تعداد تا سال ۲۰۱۰ به ۱۷۰۰ میلیون برسد . توسعه سریع تقاضا برای انواع سرویسهای بی سیم ، شامل سرویسهای با نرخ دیتای پایین وصوتی ، تا کاربردهای با نرخ داده بالا و چند رسانه ای[۱] باعث تحول سیستمهای مخابراتی بی سیم از سیستمهای آنالوگ[۲] نسل اول به سیستمهای نسل سوم که مخابرات بی سیم چند بعدی[۳] با سرعت بالا را بوجود آورده اند شده است. سیستمهای نسل سوم می توانند نرخ داده ۲ Mb/s را برای محیطهای داخلی[۴] و ۱۴۴ kb/s را برای فضای غیرساکن[۵] فراهم کنند ، و این در حالی است که تقاضاها برای سرعتهای دسترسی بالا در مخابرات چند رسانه ای ، نامحدود است .[۲]

هم اکنون مخابرات بی سیم در حال حرکت به سمت نسل بعدی (نسل چهارم) می باشد که بر اساس اتصال یکپارچه[۶] , تحرک[۷] بالا و ارسال با نرخ داده بسیار بالا طراحی شده است . انتظار می رود سیستمهای مخابراتی نسل چهارم امکان طیف وسیعی از خدمات جدید از ارسال صوت با کیفیت بالا گرفته تا ارسال تصویر و داده را در کانالهای با نرخ داده بالا در هرجا و هر زمان و

---

۱ multimedia
۲ analog
۳ multidimentional
۴ indoor
۵ vehicular
۶ seamless
۷ mobility

برای هر کس در پایین ترین سطح قیمت فراهم آورد . برای نیل به این اهداف نسل چهارم باید قابلیتهای زیر را دارا باشد

۱- ارسال با نرخ بالا و کاهش قیمت ارسال داده بر بیت

۲- تحرک بالا

۳- ظرفیت بالای سیستم برای تامین نیازمندیهای کاربرانی که دارای نرخ بالای داده هستند

۴ - تامین کیفیت سرویس[۱] (QOS) بالا

برای بدست آوردن نیازمندیهای فوق الذکر تکنولوژیهای مورد توجه برای سیستمهای آینده شامل موارد زیر است :

۱ – انتخاب شماتیکهای ارسال سیگنال مناسب برای ایستادگی در برابر فیدینگ چند مسیره ، مانندOFDM FEC

۲ - مدولاسیون پر بهره[۲] و تطبیقی[۳] , کدینگ و تکنیکهای دسترسی چند گانه

۳- تکنیکهای چند آنتنی

۴ - مدیریت منبع هوشمند

۵ - معماری شبکه بطوریکه بتواند در نرخهای داده بالا ، QOS مناسب و بهینه را تامین کند [۳] .

۱-۲- تاریخچه

اندیشه مدولاسیون تطبیقی در زمینه OFDM اولین بار بوسیله kalet در سال ۱۹۸۹ پیشنهاد شد که بوسیله chow گسترش داده شد و برای لینکهای بی سیم دوپلکس[۴] تصحیح گردید . ایده اساسی چنین الگوریتمهایی اعمال سطوح مدولاسیون بالا برروی زیر حاملهای با شرایط

---

[۱] quality of service
[۲] efficient
[۳] adaptive
[۴] duplex

کانال مطلوب ، جهت بهبود راندمان طیفی و ارسال بیتهای کم بر روی زیرحاملهایی که در فیدینگ عمیق قرار دارند جهت جلوگیری از خطای بیت می باشد .[۳]

به تازگی توجه زیادی به سوی تکنیکهای مدولاسیون که می توانند ارسال پهن باند[۱] بر روی کانالهای بی سیم را تامین کنند جلب شده است یکی از نیازمندیهای اساسی در تکنیکهای مدولاسیون قابلیت غلبه بر تداخل بین سمبلی[۲] (ISI) می باشد که مسئله اصلی در مخابرات باند وسیع[۳] بر روی کانالهای چندمسیره دارای فیدینگ می باشد روشهای زیادی برای غلبه بر ISI پیشنهاد شده است [۳]-[۱] تکنیکهای مدولاسیون چند کاربری شامل OFDM از راه حل های اساسی برای این مسئله هستند .

با فرض اینکه فرستنده اطلاعات مربوط به توابع انتقال[۴] کانال لحظه ای همه کاربران را در اختیار دارد مقالات متعددی مانند [۷]-[۵] نشان داده اند که اگر از مدولاسیون تطبیقی همراه با OFDM استفاده شود بهبود قابل توجه ای در عملکرد سیستم حاصل خواهد شد بویژه اینکه زیرحاملهای با بهره های کانال زیاد مدولاسیونهای با رتبه بالاتری را بکار می برند تا تعداد بیت بر سمبل OFDM بیشتری را ارسال کنند در حالی که زیرحاملهایی که در فیدینگ عمیق قرار دارند تعداد کمی بیت برسمبل حمل می کنند و یا حتی هیچ بیتی از اطلاعات به آنها تعلق نمی گیرد طراحی جامعی از کد تصحیح خطای مستقیم[۵] (FEC) و مدولاسیون تطبیقی با استفاده از کد BCH و TCM در [۸] و [۹] صورت گرفته است .

با توجه به اینکه زیر حاملهای مختلف فیدینگهای مختلفی را تجربه می کنند و تعداد متفاوتی از بیتها را ارسال می کنند ، سطوح توان ارسالی بایستی متناظر با دو عامل ذکر شده متغیر باشد . مسئله تخصیص توان بهینه در [۱۰] مورد مطالعه قرار گرفته است .

وقتی مدولاسیون تطبیقی در یک کانال فیدینگ فرکانس گزین بکار گرفته می شود بخش قابل توجهی از زیر حاملها ممکن است برای یک کاربر خاص مورد استفاده قرار نگیرند این زیر حاملها نوعا آنهایی هستند که فیدینگ عمیقی را تجربه می کنند و از لحاظ بازدهی توان استفاده از آنها برای ارسال بیت مقرون به صرفه نمی باشد در سیستمهای چند کاربری که از تکنیکهای دسترسی استاتیک مانند TDMA یا FDMA استفاده می کنند به هر کاربر یک

---

[۱] broadband
[۲] Inter symbol interference
[۳] wideband
[۴] Transfer functions
[۵] Forward error correction

بازه زمانی یا باند فرکانسی از پیش تعیین شده اختصاص می یابد تا مدولاسیون تطبیقی با OFDM اعمال شود. در نتیجه زیر حاملهای استفاده نشده (که در نتیجه مدولاسیون تطبیقی بوجود آمده است) در بازه زمانی و یا باند فرکانسی تعیین شده برای یک کاربر تلف می شوند و بوسیله کاربران دیگر مورد استفاده قرار نمی گیرند در حالیکه زیرحاملهایی که برای یک کاربر در فیدینگ عمیق قرار می گیرند ممکن است برای کاربران دیگر در فیدینگ عمیق قرار نداشته باشند در حقیقت وقتی که پارامترهای فیدینگ برای کاربران مختلف مستقل از هم هستند بسیار بعید به نظر می رسد که یک زیرحامل برای تمام کاربران در فیدینگ عمیق قرار داشته باشد که این مسئله انگیزه بکارگیری روش تخصیص زیرحامل چندکاربری بصورت تطبیقی است که در آن زیرحاملها بر اساس اطلاعات لحظه ای کانال به کاربران تخصیص داده می شوند این روش باعث می شود از زیرحاملها به نحو مؤثرتری استفاده شود در حقیقت در اینجا از یک نوع دایورسیتی کانال[1] برای بهبود وضعیت نرخ ارسال داده و یا صرفه جویی در توان ارسالی استفاده می گردد برای اطلاع از وضعیت کانال ، ایستگاه پایه (BS) بر اساس اطلاعات دریافتی از لینکهای رو به بالا[2] که از لینکهای کاربران به BS بدست می آید می تواند وضعیت لحظه ای کانال را تخمین بزند و بر مبنای این اطلاعات و الگوریتمی که در اختیار دارد اقدام به تخصیص و تقسیم منابع نماید بنابراین می توان با این کار ظرفیت یک سیستم مخابراتی بی سیم TDD را بالا برد . البته مشخص است که جهت ارسال اطلاعات مربوط به منابع تخصیصی به هر کاربر شامل زیرحاملهای تعلق گرفته و تعداد بیتهای هر زیرحامل بایستی مقداری کد اضافی[3] به سیستم تحمیل کرد تا این اطلاعات در اختیار کاربران قرار گیرد اما اگر تغییرات کانال آهسته باشد (مثلا در یک محیط با تحرک پایین داخلی[4]) و تخصیص به ازاء هر چند سمبل OFDM انجام گیرد این کد اضافی می تواند کاهش یابد همچنین جهت کاهش کد اضافی می توان یک باند مجاور از زیرحاملها با ویژگیهای فیدینگ مشابه را به عنوان یک گروه ، تخصیص داد البته در اینجا ما در رابطه با چگونگی ارسال اطلاعات مربوط به تخصیصهای انجام گرفته در BS بحثی انجام نمی دهیم . بحث ما چگونگی تخصیص منابع می باشد و هدف از چنین تخصیص دینامیک منابع هم می تواند کاهش توان کل ارسالی ، افزایش

---

[1] Channel diversity
[2] Up link
[3] Overhead
[4] indoor

نرخ ارسال اطلاعات ، بهبود کیفیت سیستم (مانند کاهش BER) و یا حتی افزایش ناحیه تحت پوشش به ازاء مقدار محدودی از توان باشد .

۱-۳- ساختار پایان نامه

فصل دوم اختصاص به بررسی اصول سیستمهای چندحاملی OFDM و مشخصات کانالهای چندمسیره دارد و مباحثی مانند استفاده از تبدیل فوریه گسسته و فاصله زمانی محافظ در این فصل مطرح می شود . در فصل سوم کلیاتی درباره مسائل بهینه سازی و روشهای بهینه سازی IP ، مورد بررسی قرار می گیرد . در فصل چهارم عملکرد تکنیک دسترسی AFDMA و تخصیص زیرحامل ، بیت و توان بصورت تطبیقی ، با الگوریتمهای بهینه و زیربهینه مطرح می شود. در فصل پنجم دو روش انتخاب سلول تطبیقی با استفاده از دایورسیتی بین سلولی بررسی می گردد . و نتایج شبیه سازی الگوریتمهای بهینه و زیربهینه در سیستم OFDM و مقایسه آن با تکنیکهای استاتیک در فصل ششم ارائه می شود و در انتها نیز نتیجه گیری و پیشنهاداتی جهت ادامه تحقیق در فصل هفتم ذکر خواهد شد .

فصل دوم : مروری بر ساختار کلی سیستمهای OFDM

۲-۱ – مقدمه

در طول این فصل ساختار کلی سیستمهای چند حاملی و OFDM بررسی خواهد شد. می دانیم که انگیزه ی اصلی استفاده از تکنیک OFDM مقاومت آن یا کیفیت برتر آن در برابر کانالهای چند مسیره می باشد زیرا در این تکنیک به علت کاهش نرخ بیت مربوط به هر زیرحامل نسبت به نرخ بیت سیستم تک حاملی ، دوره زمانی سمبل افزایش می یابد ، در حالی که دوره زمانی سیگنال تداخل ، ثابت است بنابراین تداخل بین سمبلی یا ISI کاهش یافته و در نتیجه کارایی سیستم در کانالهای چند مسیره بهبود می یابد . از این رو قبل از ورود به بحث اصلی مناسب است مبحث انتشار چند مسیره و چگونگی پیاده سازی OFDM را بطور دقیق مورد بررسی قرار دهیم.

۲-۲- انتشار چند مسیره

مدل ریاضی انتشار امواج رادیویی در محیط واقعی پیچیده می باشد . به همین دلیل مدلهایی بر اساس مشاهدات تجربی ارائه شده است. رفتار امواج الکترومغناطیس در برخورد با موانع بر حسب جنس ، ابعاد مانع و طول موج آن متفاوت می باشد . در حالت کلی بر حسب روش انتشار ، امواج به سه گروه امواج زمینی ، امواج آسمانی و امواج مسیر مستقیم دسته بندی می شوند[۱۴].