



دانشگاه زنجان

دانشکده مهندسی

گروه برق

پایان نامه کارشناسی

مهندسی برق - گرایش الکترونیک

طراحی و مدل سازی کدکندهی LDPC استاندارد

IEEE ۸۰۲.۱۶

استاد راهنما: آقای دکتر آذریبوند

نگارش: پگاه جلیلی

زمستان ۸۹

## فهرست مطالب

۱. مقدمه ..... ۱

۲. استاندارد IEEE ۸۰۲.۱۶e ..... ۶

۱-۲-۱. تاریخچه ی استاندارد ۸۰۲.۱۶ ..... ۷

۲-۲. فناوری Wimax ..... ۱۰

۱-۲-۲. لایه ی MAC ..... ۱۳

۲-۲-۲. لایه ی فیزیکی ..... ۱۵

۱-۲-۲-۲. لایه ی فیزیکی مبتنی بر OFDMA ..... ۱۶

۳-۲. نظریه ی کد گذاری و کدینگ کانال ..... ۱۸

۴-۲. برخی از پژوهشهای انجام شده بر روی کدینگ LDPC در

استاندارد IEEE ۸۰۲.۱۶.e ..... ۲۰

۱-۴-۲. بررسی عملکرد، مدل سازی و شبیه سازی ..... ۲۰

۲-۴-۲. پیاده سازی سخت افزاری ..... ۲۱

۳. کد LDPC ..... ۲۲

۱-۳. مقدمه ای بر کدینگ LDPC ..... ۲۳

۲-۳. شرح کد LDPC ..... ۲۳

۳-۳. کد LDPC در استاندارد IEEE ۸۰۲.۱۶e ..... ۲۶

۱-۳-۳. توصیف کد ..... ۲۶

۲-۳-۳. تنظیمات اندازه ی بلوک و سرعت انتقال ..... ۳۲

۴. مدل سازی با نرم افزار MATLAB ..... ۳۴

۱-۴. توضیح الگوریتم ..... ۳۵

۲-۴. روش حذفی گوس ..... ۳۶

۳-۴. توابع Matlab استفاده شده در برنامه ..... ۳۷

۴-۴. برنامه ی LDPC encoder در Matlab ..... ۴۱

۵. نتیجه گیری و پیشنهادات ..... ۴۵

فهرست شکل ..... ۴۷

فهرست جدول ..... ۴۸

مراجع ..... ۴۹

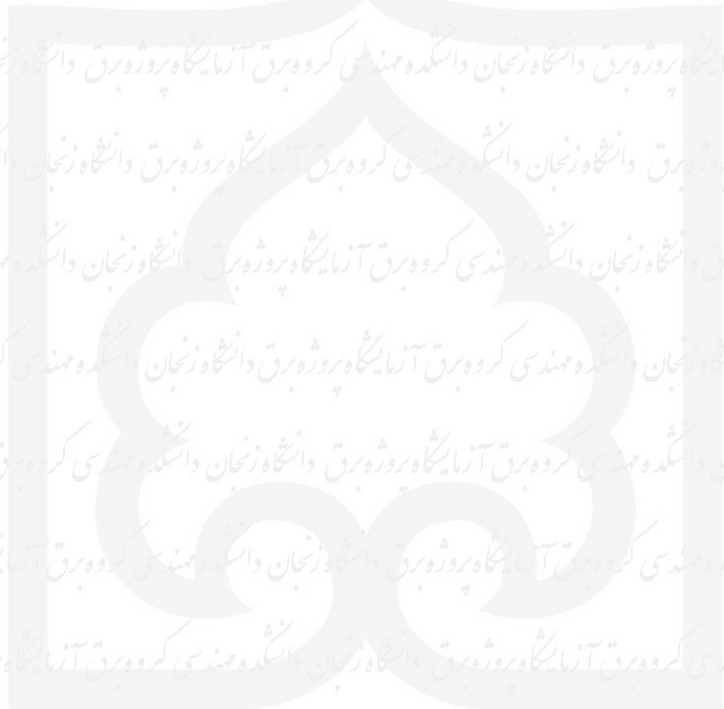
## فهرست شکل

- ۱-۱. سزویس های Wimax ..... ۳
- ۱-۲. ارتباط خط دید مستقیم ..... ۱۱
- ۲-۲. کاربرد Wimax در مقایسه با Wi-Fi ..... ۱۳
- ۲-۳. مدولاسیون های تطبیقی ..... ۱۶
- ۲-۴. تخصیص زیر حامل به کاربرهای مختلف در OFDMA ..... ۱۷
- ۳-۱. یک ماتریس parity check ساده ..... ۲۳
- ۳-۲. parity check matrix ..... ۲۶
- ۳-۳. ماتریس  $H_{b2}$  ..... ۲۸
- ۴-۱. ماتریس به صورت سطرهای پلکانی ..... ۳۶
- ۴-۲. ماتریس به صورت سطرهای پلکانی کاهش یافته ..... ۳۶
- ۴-۳. تابع gffref در Matlab ..... ۴۰

فهرست جدول

جدول ۱-۲. سیر تکاملی استاندارد ۸۰۲.۱۶ IEEE ..... ۹

جدول ۱-۳. تنظیمات R و n ..... ۳۲



ایمان نامه کارشناسی

# فصل اول

## مقدمه

## ۱. مقدمه

در عصر اطلاعات، با توجه به پیشرفت سریع تکنولوژی و گسترش روزافزون علوم، نیاز به دسترسی به اطلاعات جدید و به روز افزایش یافته است. با توجه به این نکته که حجم عظیمی از اطلاعات در شبکه جهانی اینترنت وجود دارد، و در حال به روز شدن است؛ دسترسی آسان و با کیفیت به اینترنت امری حائز اهمیت می باشد.

روشهای مختلفی برای اتصال به شبکه اینترنت وجود دارد که در کشور ما عموماً از سه روش زیر استفاده می شود.

۱- اتصال از طریق خطوط تلفن یا Dial up: در این روش از خطوط تلفن برای اتصال استفاده می شود و سرعت آن بسیار پایین و پهنای باند آن کم است.

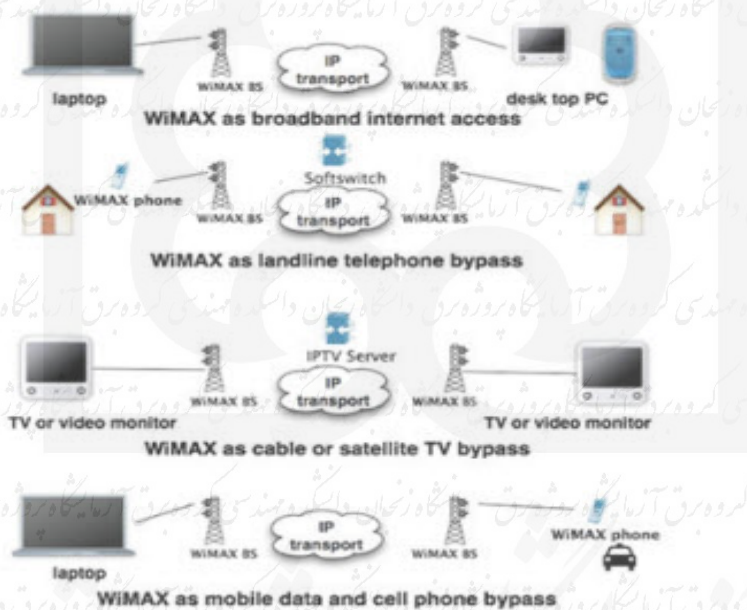
۲- اتصال به روش DSL<sup>۱</sup>: در این روش سرعت و پهنای باند نسبت به Dial up بیشتر است و خطوط تلفن اشغال نمی شوند، ولی همچنان به زیرساختهای پرهزینه و کابل کشی نیاز است.

۳- اتصال بیسیم به اینترنت: این شیوه دسترسی، از طریق امواج رادیویی و به صورت بیسیم می باشد. یک نمونه از دسترسی بیسیم، اتصال به اینترنت با استفاده از فناوری Wi-Fi<sup>۲</sup> می باشد که دسترسی آسان و پهن باند به اینترنت را برای شبکههای محلی فراهم می آورد.

۱. Digital Subscriber Line  
۲. Wireless Fidelity

امروزه با ظهور تکنولوژی Wimax دسترسی سریع، کم هزینه و آسان به اینترنت بیسیم پهن باند (BWA)<sup>۱</sup> برای محیط های شهری فراهم شده است. مزیت Wimax نسبت به فن آوری های قبل از خود، داشتن پهنای باند قابل توجه به همراه هزینه ی کم بخاطر عدم احتیاج به زیر ساخت های کابل کشی، و همچنین برد زیاد و قابلیت سیار بودن کاربران می باشد. این ویژگی ها باعث می شود تا این فناوری کاربرد های زیر را داشته باشد:

- دسترسی به اینترنت پرسرعت جایگزین مناسب DSL
- ایجاد شبکه های VPN<sup>۲</sup> شهری با امنیت بالا
- تماس تلفنی سازگار با پروتکل VOIP<sup>۳</sup>
- ارائه سرویسهای تلویزیونی IP TV
- بهترین روش جهت مناطق روستائی جهت ارائه همه سرویس های فوق



شکل (۱-۱) - سرویس های Wimax [۸]

<sup>۱</sup>. Broadband Wireless Access

<sup>۲</sup>. Virtual Private Network

<sup>۳</sup>. Voice Over Internet Protocol



فناوری Wimax تحت استاندارد IEEE ۸۰۲.۱۶ وارد عرصه تجارت شد. این استاندارد شامل توصیف لایه های MAC<sup>۱</sup> و PHY<sup>۲</sup> سیستم مخابراتی Wimax می باشد. گروه استانداردهای IEEE ۸۰۲.۱۶، شامل چندین نسخه می باشد که در این پایان نامه بر روی نسخه ی IEEE ۸۰۲.۱۶e-۲۰۰۵ (واسط هوایی برای دسترسی سیار و ثابت به شبکه ی پهن باند بیسیم<sup>۳</sup>) متمرکز شده ایم. به طور کلی هدف اصلی در انتقال اطلاعات (اعم از بیسیم یا سیمی)، دریافت صحیح اطلاعات ارسالی از فرستنده در گیرنده می باشد. مهمترین عاملی که صحت اطلاعات انتقالی را تهدید می کند نویز است. در ارتباطات بیسیم انتقال داده بر پایه ی دو عامل مهم استوار است. یکی مدولاسیون که انتقال را ممکن می سازد و دیگری کدینگ که صحیح بودن اطلاعات دریافتی را تضمین می کند. در علم مخابرات روشهای مختلفی برای کدینگ اطلاعات و در نتیجه خنثی کردن اثر نویز وجود دارد. یکی از این روشها، کدینگ کانال<sup>۴</sup> است. در لایه ی فیزیکی استاندارد IEEE ۸۰۲.۱۶e، از سه نوع مدولاسیون SC<sup>۵</sup> (تک کریری)، OFDM و OFDMA استفاده شده است که هر کدام در کاربرد متفاوتی از Wimax استفاده شده اند. در مدولاسیون OFDMA، برای جلوگیری از پیدایش خطا در حین انتقال پیام و همچنین تصحیح خطاهای احتمالی، از کدینگ کانال استفاده شده است. فرایند کدینگ کانال به چند طریق اطلاعات را کدگذاری می کند. یکی از این روشهای کدگذاری اطلاعات، LDPC<sup>۶</sup> می باشد. این کدینگ اولین بار توسط رابرت گلگر<sup>۷</sup> در سال ۱۹۶۳ میلادی بیان شد. در استاندارد Wimax نیز، با اعمال برخی تغییرات، از این کدینگ استفاده شده است.

ما در این پایان نامه به بررسی و مدل سازی کدینگ LDPC در استاندارد IEEE ۸۰۲.۱۶e پرداخته ایم. ساختار بقیه قسمت های پایان نامه به شرح زیر می باشد.

<sup>۱</sup>. Media Access Control layer

<sup>۲</sup>. Physical layer

<sup>۳</sup>. Air Interface for Fixed and Mobile Broadband Wireless Access Systems

<sup>۴</sup>. channel coding

<sup>۵</sup>. singel carrier

<sup>۶</sup>. Low Density Parity Check

<sup>۷</sup>. Robert G. Gallager

در فصل دوم به معرفی اجمالی استاندارد IEEE 802.16e و مدولاسیون

OFDMA و انواع کدینگ کانال می پردازیم. در فصل سوم نیز کدینگ LDPC

به تفصیل بررسی خواهد شد. سپس در فصل چهارم، روش مدل سازی این

کدینگ بوسیله ی نرم افزار MATLAB & SIMULINK شرح داده خواهد

شد. و در نهایت فصل پنجم به جمع بندی، نتیجه گیری و ارائه ی پیشنهادات

برای کارهای آینده اختصاص یافته است.



دانشجویان محترم:

جهت دسترسی به متن کامل پایان نامه‌ها به کتابخانه دانشکده مهندسی و یا آزمایشگاه پروژه گروه برق مراجعه فرمایید.

## فصل پنجم

## نتیجه گیری و پیشنهادات

## ۵. نتیجه گیری و پیشنهادات

یکی از فاکتورهای اساسی انتخاب نوع برقراری ارتباطات مخابراتی، عبور صحیح

داده از مسیر کانال و سرعت برقراری ارتباط است. فضای باز یکی از پراختشاش -

ترین کانال‌های ارتباطی است که مشخصات آن با تغییرات آب‌وهوایی دچار

تغییر می‌شود. بنابراین بروز خطا در مسیر انتقال، در ارتباطات بی‌سیم امری

اجتناب‌ناپذیر است. برای رفع این مشکل اطلاعات قبل از ارسال به نحوی کد

می‌شوند، که در مقصد قابل بازیابی باشند.

کد کننده ی LDPC به وسیله ی اندازه گیری فاصله ی بین code word ها و

ذخیره ی این فواصل و ترکیب آنها با اطلاعات اصلی در ماتریس های parity

check ، امکان تشخیص و تصحیح خطا را به قسمت دیکدر در گیرنده می -

دهد. طراحی این کد کننده به گونه ای است که نرخ خطا در سیستم از ظرفیت

شانون تجاوز نکرده و اطلاعات با کیفیت بالایی در گیرنده دریافت می شود.

مشاهده ی نتایج بدست آمده از کاربرد عملی کد کننده ی LDPC در استاندارد

IEEE ۸۰۲.۱۶e ، تأثیر آن را در کاهش نرخ خطا نسبت به نویز نشان می دهد

[۱۴],[۱۳],[۱۲],[۱۱],[۱۰].

شرکت هایی از جمله XILINX ، Unicore systems ، RAD۳

communications و turbobest کد کننده و دیکدر های سخت افزاری

برای کد LDPC ارائه داده اند. پیشنهاد می شود علاقمندان با طراحی دیکدر و

پیاده سازی این پروژه گام بعدی را در جهت تولید این سیستم تصحیح خطا در

کشور و در نتیجه خودکفایی در این زمینه ، بردارند.

## مراجع

- [۱] "IEEE Standard for Local and Metropolitan Area Networks Part ۱۶: Air Interface for Fixed and Mobile Broadband Wireless Access Systems." ۸۰۲.۱۶e-۲۰۰۵ and IEEE Std ۸۰۲.۱۶-۲۰۰۴/Cor1-۲۰۰۵.
- [۲] Gallager, R. G., Low Density Parity Check Codes, Monograph, M.I.T. Press, ۱۹۶۳.
- [۳] Gerken, T. W., Implementation of LDPC codes using the IEEE ۸۰۲.۱۶e standard, West Virginia, ۲۰۰۸.
- [۴] [www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org)
- [۵] Valenti, M. C., Channel coding for IEEE ۸۰۲.۱۶e Mobile Wimax, West Virginia, ۲۰۰۹.
- [۶] Dr. Sassan Ahmadi, Introduction to mobile Wimax Radio Access Technology, Intel corporation, ۲۰۰۶.
- [۷] [www.wimaxforum.org](http://www.wimaxforum.org)
- [۸] [www.whatis.com](http://www.whatis.com)
- [۹] [www.wimax.com](http://www.wimax.com)
- [۱۰] [www.pfisbs.com](http://www.pfisbs.com)

[۱۱] Salmon, B. P. and Olivier, J. C., Performance Analysis of Low Density Parity-Check Codes on a WiMAX Platform, Pretoria, ۲۰۰۷.

[۱۲] Shraddha Bansal and Raksha Upadhyay, Performance Improvement of Wi-Max IEEE ۸۰۲.۱۶e in Presence of Different FEC Codes, IET-DAVV, ۲۰۰۹.

[۱۳] Kopparthi, S. and Gruenbacher, D. M., Implementation of a Flexible Encoder for Structured Low-Density Parity-Check Codes, Kansas State University, ۲۰۰۷.

[۱۴] Yasotharan, H. and Carusone, A. Ch., A Flexible Hardware Encoder for Systematic Low-Density Parity-Check Codes, Toronto.

[۱۵] Christiane Beuschel and Hans-Jorg Pflaidere, FPGA implementation of a flexible decoder for long LDPC codes, Institute of Microelectronics, University of Ulm, ۲۰۰۸.