

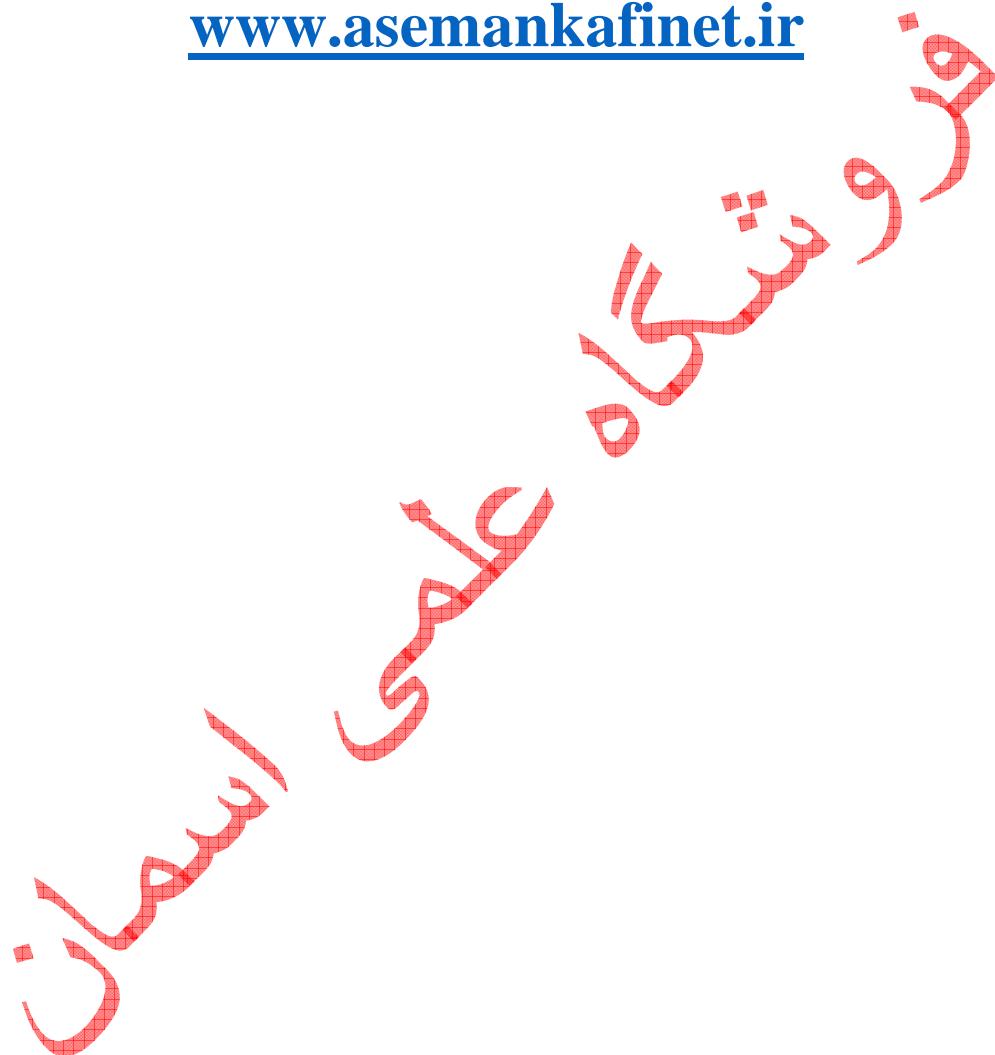
این فایل فقط برای مشاهده می باشد . برای خرید فایل ورد این پایان نامه با قیمت فقط ۵ هزار تومان به سایت فروشگاه علمی اسماں مراجعه کنید . [www.asemankafinet.ir](http://www.asemankafinet.ir)

موضوع :

## پیاده سازی بلاذرنگ کدک صحبت استاندارد G.728

بر روی پردازنده TMS320C5402

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



این فایل فقط برای مشاهده می باشد . برای خرید فایل ورد این پایان نامه با قیمت فقط ۵ هزار تومان به سایت فروشگاه علمی اسما مراجعه کنید . [www.asemankafinet.ir](http://www.asemankafinet.ir)

## چکیده

کدک صحبت استاندارد G.728، یک کدک کم تاخیر است که صحبت با کیفیت عالی را در نرخ بیت ۱۶ kbps ارائه می دهد و برای شبکه های تلفن ماهواره ای و اینترنت و موبایل که به تاخیر زیاد حساس هستند ، مناسب است. در این رساله به پیاده سازی بلادرنگ اینکدر و دیکدر G.728 بصورت دوطرفه کامل ( Full Duplex ) بر روی پردازنده TMS320C5402 می پردازیم .

روشی ترکیبی برای برنامه نویسی TMS ارائه می شود که در آن زمان و پیچیدگی برنامه نویسی نسبت به برنامه نویسی دستی به ۳۰٪ کاهش می یابد . در این روش پس از برنامه نویسی و شبیه سازی ممیز ثابت الگوریتم کدک به زبان C، با استفاده از نرم افزار ( Code Composer Studio ) CCS، برنامه به زبان اسembly ترجمه شده و بهینه سازی دستی در کل کد اسembly صورت می گیرد . سپس بعضی از توابع مهم برنامه از نظر MIPS، بصورت دستی به زبان اسembly بازنویسی می شوند تا برنامه بصورت بلادرنگ قابل اجرا گردد . در پایان نتایج این پیاده سازی ارائه می شود .

کلمات کلیدی

کدینگ و فشرده سازی صحبت ، پیاده سازی بلادرنگ ، DSP ، TMS320C5402 ، بردار DSK

## فهرست

۴	- مقدمه
	فصل ۱ : بررسی و مدل سازی سیگنال صحبت
۶	۱-۱- معرفی سیگنال صحبت
۱۰	۱-۲-۱- مدل سازی پیشگویی خطی
۱۱	۱-۲-۱- پنجره کردن سیگنال صحبت
۱۳	۲-۲-۱- پیش تاکید سیگنال صحبت
۱۴	۳-۲-۱- تخمین پارامترهای LPC
۱۵	فصل ۲ : روش ها و استانداردهای کدینگ صحبت
۱۹	۱-۲- مقدمه
۲۱	۲-۱- روش های کدینگ
۲۲	۱-۲-۲- کدرهای شکل موج
۲۴	۲-۲-۲- کدرهای صوتی
۲۷	۳-۲-۲- کدرهای مختلط
۲۹	الف- کدرهای مختلط حوزه فرکانس ب- کدرهای مختلط حوزه زمان
۳۴	فصل ۳ : کدر کم تاخیر LD-CELP
۳۶	۱-۳- مقدمه
۳۹	۲-۳- بررسی کدر کم تاخیر LD-CELP
۴۲	۱-۲-۳- معکوس مرتبه بالا
۴۲	۲-۲-۳- فیلتر وزنی شنیداری
۴۳	۳-۲-۳- ساختار کتاب کد
۴۵	۱-۳-۲-۳- جستجوی کتاب کد
۴۶	۴-۲-۳- شبه دیکدر
	۵-۲-۳- پست فیلتر
۴۹	فصل ۴ : شبیه سازی ممیز ثابت الگوریتم به زبان C
۵۰	۱-۴- مقدمه
۵۳	۲-۴- ویژگی های برنامه نویسی ممیز ثابت
۵۴	۳-۴- ساده سازی محاسبات الگوریتم
	۱-۳-۴- تطبیق دهنده بهره

۵۸	۴-۳-۲-۴- محاسبه لگاریتم معکوس
۵۹	۴-۴- روندnamای برنامه
۶۳	۴-۴-۱- اینکدر
۶۹	۴-۴-۲- دیکدر

## فصل ۵ : پیاده سازی الگوریتم برروی DSP

۷۴	۵-۱- مقدمه
۷۵	۵-۲- مروری بر پیاده سازی بلادرنگ
۷۶	۵-۳- چیپ های DSP
۷۷	۵-۴- DSP های ممیز ثابت
۷۸	۵-۵- مروری بر DSP های خانواده TMS۳۲۰
۷۹	۵-۶- معرفی سری TMS۳۲۰C۵۴X
۸۱	۵-۷- توسعه برنامه بلادرنگ
۸۲	۵-۸- اجرای برنامه روی برد توسعه گر C۵۴۰۲ DSK
۸۴	۵-۹- ۱- بکارگیری ابزارهای توسعه نرم افزار
۸۶	۵-۱۰- ۲- استفاده از نرم افزار CCS
۹۴	۵-۱۱- ۳- نتایج پیاده سازی
۹۷	۵-۱۲- ۴- نتیجه گیری و پیشنهاد

### - ضمایم

- ضمیمه (الف) : دیسکت برنامه های شبیه سازی ممیز ثابت به زبان C و پیاده سازی کدک به زبان اسمنبلی
- ضمیمه (ب) : مقایسه برنامه نویسی C و اسمنبلی
- مراجع

## - مقدمه -

امروزه در عصر ارتباطات و گسترش روزافزون استفاده از شبکه های تلفن ،موبایل و اینترنت در جهان و محدودیت پهنای باند در شبکه های مخابراتی ، کدینگ و فشرده سازی صحبت امری اجتناب ناپذیر است . در چند دهه اخیر روش‌های کدینگ مختلفی پدیدآمده اند ولی بهترین و پرکاربردترین آنها کدک های آنالیز باسنتز هستند که توسط Atal & Remede در سال ۱۹۸۲ معرفی شدند [۲] . اخیرا مناسبترین الگوریتم برای کدینگ صحبت با کیفیت خوب در نرخ بیت های پائین و زیر ۱۶ kbps ، روش پیشگویی خطی با تحریک کد (CELP) می باشد که در سال ۱۹۸۵ توسط Schroeder & Atal معرفی شد [۸] و تا کنون چندین استاندارد مهم کدینگ صحبت بر اساس CELP تعریف شده اند .

در سال ۱۹۸۸ CCITT برنامه ای برای استانداردسازی یک کدک ۱۶ kbps با تاخیراندک و کیفیت بالا در برابر خطاهای کanal آغاز نمود و برای آن کاربردهای زیادی همچون شبکه PSTN، ISDN، تلفن تصویری و غیره در نظر گرفت . این کدک در سال ۱۹۹۲ توسط Chen et al. تحت عنوان LD-CELP معرفی شد [۶] و بصورت استاندارد G.728 در آمد [۹] و در سال ۱۹۹۴ مشخصات ممیز ثابت این کدک توسط ITU ارائه شد [۱۰] . با توجه به کیفیت بالای این کدک که در آن صحبت سنتز شده از صحبت اولیه تقریباً غیرقابل تشخیص است و کاربردهای آن در شبکه های تلفن و اینترنت و ماهواره ای در این گزارش به پیاده سازی این کدک می پردازیم .

در فصل اول به معرفی آنالیز سیگنال صحبت پرداخته می شود و در فصل دوم روش ها و استانداردهای کدینگ بیان می شوند . در فصل سوم کدک LD-CELP را بیشتر بررسی می کنیم و در فصل چهارم شبیه سازی ممیز ثابت الگوریتم به زبان C را بیان می نمائیم . و در پایان در فصل ۵ به نحوه پیاده سازی بلادرنگ کدک G.728 بر روی پردازنده TMS320C5402 می پردازیم .

## فصل ۱

### بررسی و مدل سازی سیگنال صحبت

#### ۱-۱- معرفی سیگنال صحبت

صحبت در اثر دمیدن هوا از ریه ها به سمت حنجره و فضای دهان تولید می شود. در طول این مسیر در انتهای حنجره، تارهای صوتی<sup>۱</sup> قرار دارند. فضای دهان را از بعد از تارهای صوتی، لوله صوتی<sup>۲</sup> می نامند که در یک مرد متوسط حدود ۱۷cm طول دارد. در تولید برخی اصوات تارهای صوتی کاملاً باز هستند و مانعی بر سر راه عبور هوا ایجاد نمی کنند که این اصوات را اصطلاحاً اصوات بی واک<sup>۳</sup> می نامند. در دسته دیگر اصوات، تارهای صوتی مانع خروج طبیعی هوا از حنجره می گردند که این باعث به ارتعاش درآمدن تارها شده و هوا به طور غیر یکنواخت و تقریباً پالس شکل وارد فضای دهان می شود. این دسته از اصوات را اصطلاحاً باواک<sup>۴</sup> می گویند. فرکانس ارتعاش تارهای صوتی در اصوات باواک را فرکانس Pitch و دوره تناوب ارتعاش تارهای صوتی را پریود Pitch می نامند. هنگام انتشار امواج هوا در لوله صوتی، طیف فرکانس این امواج توسط لوله صوتی شکل می گیرد و بسته به شکل لوله، پدیده تشدید در فرکانس های خاصی رخ می دهد که به این فرکانس های تشدید فرمانت<sup>۵</sup> می گویند.

<sup>۱</sup> Vocal Cords

<sup>۲</sup> Vocal Tracts

<sup>۳</sup> Unvoiced

<sup>۴</sup> Voiced

<sup>۵</sup> Formant

این فایل فقط برای مشاهده می باشد . برای خرید فایل ورد این پایان نامه با قیمت فقط ۵ هزار تومان به سایت فروشگاه علمی اسماں مراجعه کنید. [www.asemankafinet.ir](http://www.asemankafinet.ir)

از آنجا که شکل لوله صوتی برای تولید اصوات مختلف، متفاوت است پس فرمت ها برای اصوات

گوناگون با هم فرق می کنند. با توجه به اینکه صحبت یک فرآیند متغیر با زمان است پس

پارامترهای تعریف شده فوق اعم از فرمت ها و پریود Pitch در طول زمان تغییر می کنند به علاوه

مد صحبت به طور نامنظمی از باواک به بی واک و بالعکس تغییر می کند. لوله صوتی ، همبستگی

های زمان-کوتاه ، در حدود ۱ ms ، درون سیگنال صحبت را در برابر می گیرد. و بخش مهمی از کار

کدکننده های صوتی مدل کردن لوله صوتی به صورت یک فیلتر زمان-کوتاه می باشد. همان طور

که شکل لوله صوتی نسبتاً هسته تغییر می کند، تابع انتقال این فیلتر مدل کننده هم نیاز به تجدید<sup>۱</sup> ،

معمولًا در هر ۲۰ ms یکبارخواهد داشت.

در شکل (۱-۱ الف) یک قطعه صحبت باواک که با فرکانس KHz<sup>۸</sup> نمونه برداری شده است دیده

می شود. اصوات باواک دارای تناب زمان بلند به خاطر پریود Pitch هستند که نوعاً بین ۲ ms تا

۲۰ ms می باشد. در اینجا پریود Pitch در حدود ۸ ms یا ۶۴ نمونه است. چگالی طیف توان این

قطعه از صحبت در شکل (۱-۱ ب) دیده می شود<sup>[۳]</sup>.

اصوات بی واک نتیجه تحریک نویز مانند لوله صوتی هستند و تناب زمان- بلند اندکی را در برابر

دارند ، همانگونه که در شکل های (۱-۱ ج) و (۱-۱ د) دیده می شود ولی همبستگی زمان کوتاه به

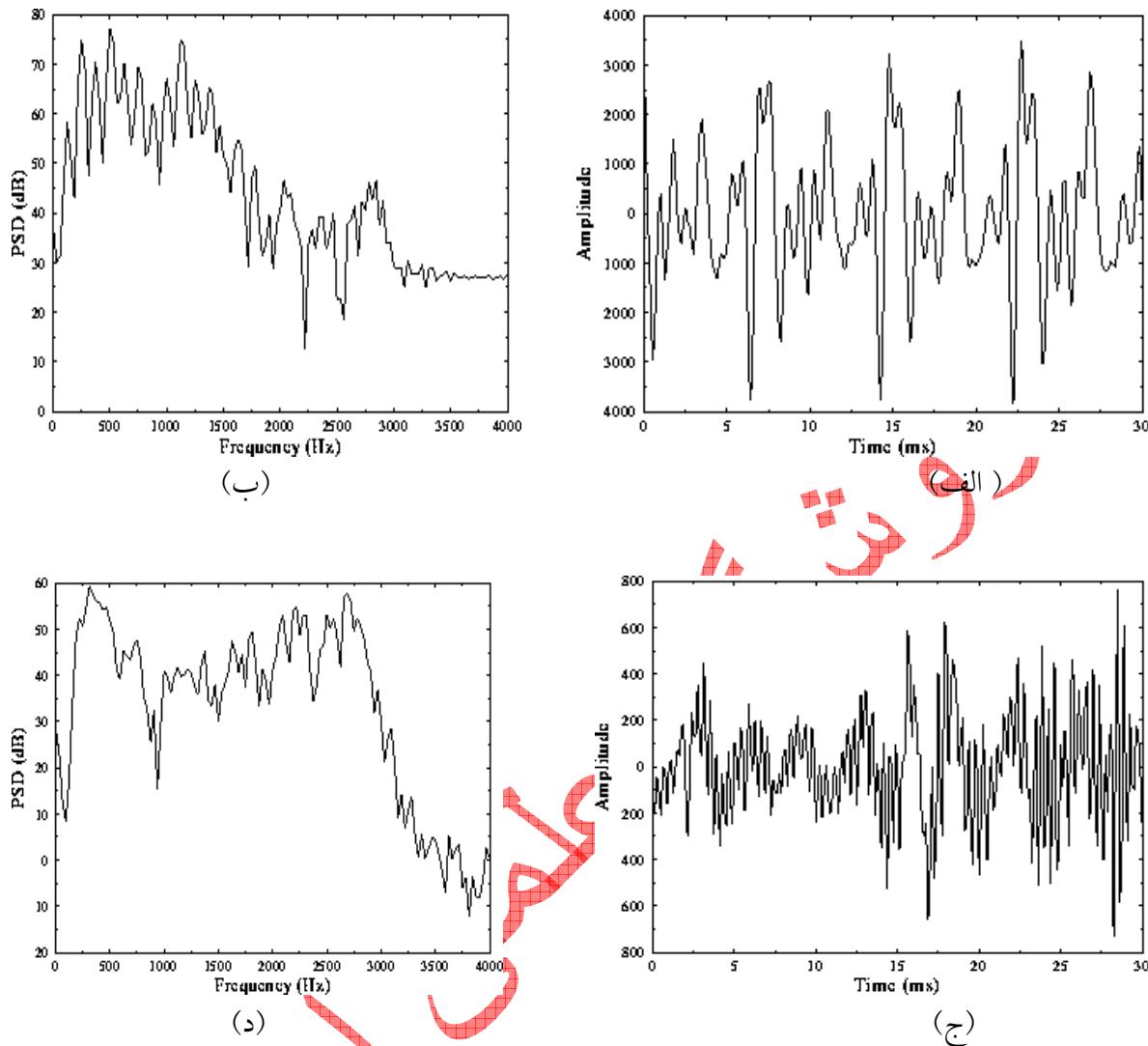
خاطر لوله صوتی در آنها هنوز وجود دارد.

بطورکلی سیگنال صحبت دارای افزونگی<sup>۷</sup> زیادی است که ناشی از عوامل ذیل هستند:

- وابستگی های زمان-کوتاه : این وابستگی ها عمدها به کندی تغییرات صحبت با زمان و ساختار

<sup>۱</sup> Update

<sup>۷</sup> Redundancy



شکل (۱-۱) : مقایسه اصوات باواک و بی واک. (الف) و (ب) : باواک ، (ج) و (د) : بی واک

نسبتاً منظم فرمنت ها مربوط می شوند.

- وابستگی های زمان - بلند : که عمدتاً از طبیعت نیمه متناوب اصوات با واک و تغییرات آرام

پریود Pitch ناشی می شوند.

-تابع چگالی احتمال صحبت : علیرغم پیچیدگی آماری صحبت می توان آن را با توابع چگالی

احتمال شناخته شده تقریب زد. شکل لوله صوتی و مد تحریک آن به صورت نسبتاً آرام تغییر

این فایل فقط برای مشاهده می باشد . برای خرید فایل ورد این پایان نامه با قیمت فقط ۵ هزار تومان به سایت فروشگاه علمی اسماں مراجعه کنید. [www.asemankafinet.ir](http://www.asemankafinet.ir)

می کند و بنابراین صحبت را می توان به صورت شبه ایستان در دوره های کوتاه زمانی

(حدود ۲۰ms) در نظر گرفت و با یک فرآیند تصادفی ارگادیک در یک قطعه زمانی کوچک مدل

نمود و طیف مشخصی برای آن در این قطعه زمانی بدست آورد.

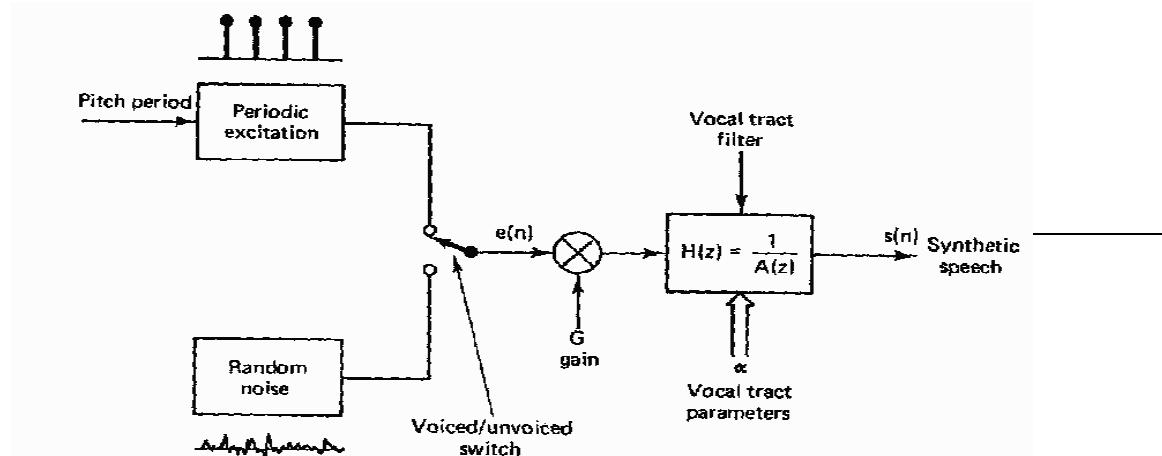
علاوه بر افزونگی های فوق عامل مهم دیگری که کاهش نرخ داده سیگنال صحبت را ممکن

می سازد، طبیعت غیر حساس گوش انسان نسبت به بسیاری از ویژگیهای این سیگنال می باشد.

دوشنبه  
علمی اسلامان

۲-۱- مدل سازی پیشگویی خطی

روش کدینگ پیشگویی خطی (LPC) مبتنی بر مدل تولید صحبت در کدکشده های



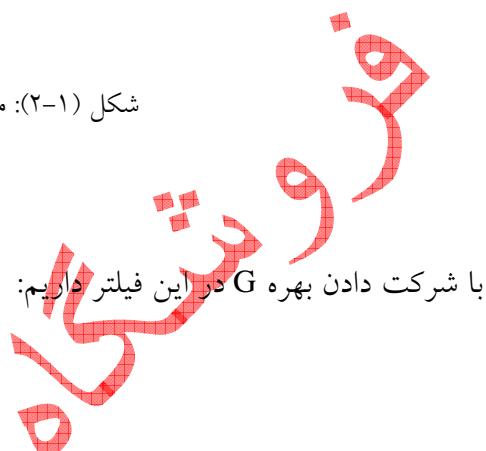
این فایل فقط برای مشاهده می باشد . برای خرید فایل ورد این پایان نامه با قیمت فقط ۵ هزار تومان به سایت فروشگاه علمی اسماں مراجعه کنید. [www.asemankafinet.ir](http://www.asemankafinet.ir)  
صوتی می باشد که در اینجا در شکل (۲-۱) نشان داده شده است. برای استفاده از مدل لازم است

که معلوم شود سیگنال با واک است یا بی واک و اگر با واک پریود Pitch مجامسه گردد.

تفاوت اصلی بین LPC و سایر کدکننده های صوتی در مدل کردن لوله صوتی است. در تحلیل

LPC ، لوله صوتی به صورت یک فیلتر دیجیتال تمام قطب در نظر گرفته می شود.[۴،۱]

شکل (۲-۱): مدل تولید صحبت در LPC



با شرکت دادن بهره G در این فیلتر داریم:

$$H(Z) = \frac{G}{1 + a_1 Z^{-1} + \dots + a_p Z^{-p}} = \frac{S(Z)}{E(Z)}$$

که در آن p مرتبه فیلتر است. اگر S(n) خروجی فیلتر مدل صحبت و e(n) تحریک ورودی باشد،

معادله فوق را در حوزه زمان به صورت زیر می توان نوشت:

$$S(n) = Ge(n) - a_1 S(n-1) - \dots - a_p S(n-p)$$

به عبارت دیگر هر نمونه صحبت به صورت ترکیب خطی از نمونه های قبلی قابل بیان است و این

دلیل نام گذاری کدینگ پیشگویی خطی (LPC) می باشد.

## ۱-۲-۱- پنجره کردن سیگنال صحبت

روش LPC هنگامی دقیق است که به سیگنالهای ایستان<sup>۱</sup> اعمال شود، یعنی به سیگنالهایی

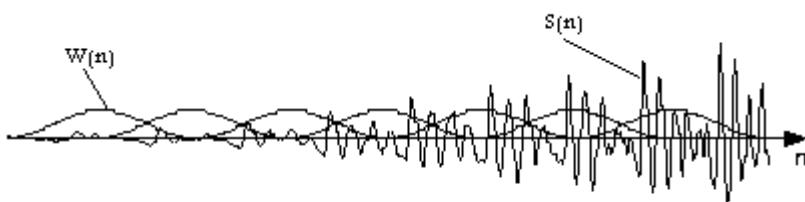
که رفتار آنها در زمان تغییر نمی کند. هر چند که این موضوع در مورد صحبت صادق نیست، اما

برای اینکه بتوانیم روش LPC را بکار ببریم، سیگنال صحبت را به قسمت های کوچکی بنام

"فریم" تقسیم می کنیم که این فریم ها شبه ایستان هستند. شکل (۳-۱) مثالی از قسمت بندی

سیگنال صحبت را نشان می دهد. این قسمت بندی با ضرب کردن سیگنال صحبت ( $S(n)$  ، در

سیگنال پنجره ( $W(n)$ ) انجام می شود.



شکل (۳-۱) : قسمت بندی سیگنال صحبت

معروف ترین انتخاب برای پنجره ، پنجره همینگ (Hamming) به صورت زیر است:

$$W(n) = 0.54 - 0.46 \cos \frac{2\pi n}{N} , \quad 0 \leq n \leq N-1$$

$$W(n) = 0 , \quad \text{otherwise}$$

در اینجا  $N$  ، طول پنجره دلخواه به نمونه و عموماً در محدوده ۲۰-۳۲۰ انتخاب می گردد

که ۲۴۰ یک مقدار نوعی می باشد . در شکل (۱-۴) چند پنجره معروف نشان داده شده است.

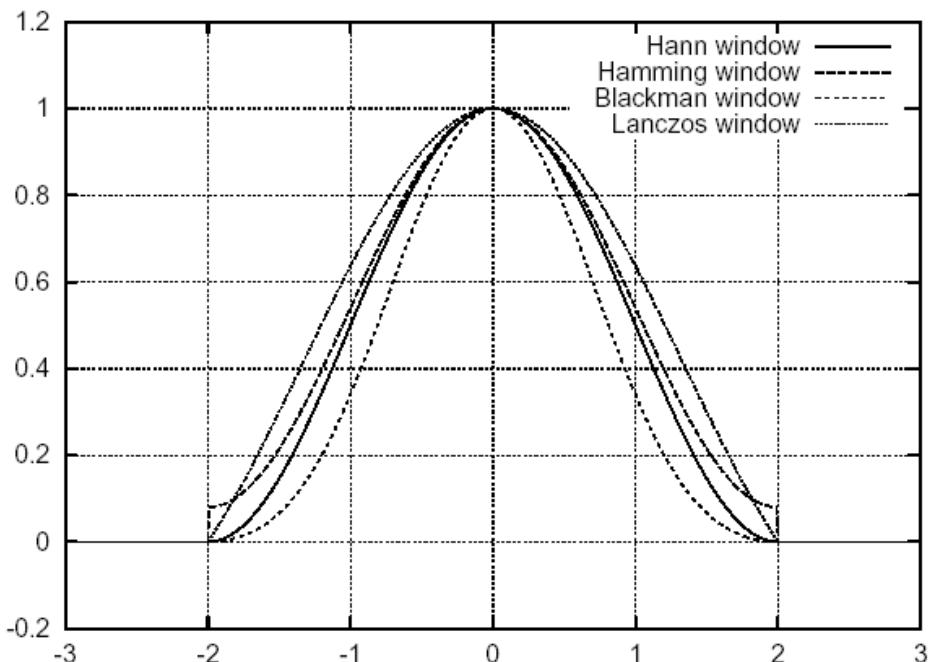
معمولأً پنجره های متوالی بر روی هم همپوشانی دارند و فاصله بین آنها را پریود فریم

می گویند. مقادیر نوعی برای پریود فریم  $10-30 \text{ ms}$  می باشد. این انتخاب به نرخ بیت و کیفیت

صحبت دلخواه ما بستگی خواهد داشت. هر چه پریود فریم کوچکتر باشد، کیفیت بهتری خواهیم

داشت.

<sup>۱</sup> Stationary



شکل (۱-۴): نمایش چند پنجره معروف

## ۲-۲-۱- پیش تاکید سیگنال صحبت

شکل (۱-۵) یک توزیع طیفی نمونه سیگنال صحبت را برای اصوات باواک نشان می دهد.

با توجه به افت طیف در فرکانس های بالا وضعیف بودن فرکانس های بالا در طیف صحبت ،

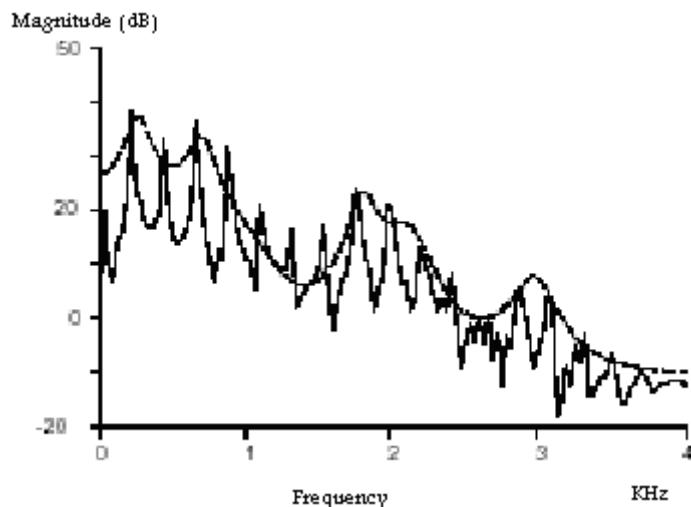
تحلیل LPC در فرکانس های بالا عملکرد ضعیفی خواهد داشت. برای تعویت مؤلفه های فرکانس

بالا صحبت ، آن را از یک فیلتر بالا گذر با تابع انتقال  $az^{-1} - 1$  که فیلتر پیش تاکید نامیده می شود،

عبور می دهیم. مقدار نوعی ضریب  $a$  معمولاً  $\frac{15}{16} = 0.9375$  در نظر گرفته می شود.

اگر  $S(n)$  سیگنال ورودی باشد، سیگنال پیش تاکید شده  $(n)'S$  خواهد شد:

$$S'(n) = S(n) - 0.9375S(n-1)$$



شکل (۱-۵) : پوشش طیفی نمونه اصوات باواک

### ۳-۲-۱- تخمین پارامترهای LPC

در اینجا لازم است که پارامترهای مدل LPC یعنی ضرایب ai فیلتر و بهره G تعیین

گردند. اگر

$$\hat{S}(n) = -a_1 S(n-1) - \dots - a_p s(n-p)$$

تخمین  $\hat{S}(n)$  از روی نمونه های قبلی باشد، ضرایب ai را چنان تعیین می کنیم که خطای

$$\sum_n [\hat{S}(n) - S(n)]^2$$

روی همه نمونه های موجود مینیمیم گردد. این مینیمم سازی ما را به معادلات خطی زیر می رساند:

$$a_1 r(0) + a_2 r(1) + \dots + a_p r(p-1) = -r(1)$$

$$a_1 r(1) + a_2 r(2) + \dots + a_p r(p-2) = -r(2)$$

⋮

$$a_1 r(p-1) + a_2 r(p-2) + \dots + a_p r(0) = -r(p)$$

این فایل فقط برای مشاهده می باشد . برای خرید فایل ورد این پایان نامه با قیمت فقط ۵ هزار تومان به سایت فروشگاه علمی اسماں مراجعه کنید. [www.asemankafinet.ir](http://www.asemankafinet.ir) و یا در فرم ماتریسی

$$\mathbf{R} \cdot \mathbf{a} = -\mathbf{r}$$

در معادلات فوق تعریف زیر را داریم:

$$r(i) = r(-i) = \sum_{n=0}^{N-i-1} S(n)S(n+i)$$

که  $r(i)$  ،  $i$  این اتوکورلیشن سیگنال می باشد و فرض شده که  $S(n)$  به طول  $N$  پنجره شده است.

این فرمولاسیون به روش اتوکورلیشن معروف است و ماتریس  $R$  در آن یک ماتریس Toeplitz

می باشد. چنین ماتریسی غیرمنفرد و همیشه معکوس پذیر است و در نتیجه همواره می توانیم

جوابی به صورت  $\mathbf{r}^T \mathbf{R}^{-1} \mathbf{a} = \mathbf{a}$  داشته باشیم.

روش دیگری نیز بنام روش کواریانس وجود دارد. در این روش سیگنال صحبت  $S(n)$  پنجره

نمی شود و به جای اتوکورلیش های  $r(i)$ ، کواریانس های  $r(i,j)$  برای عنصر  $(i,j)$  ماتریس  $R$

محاسبه می گردد:

$$r(i,j) = \sum_n S(n+i)S(n+j)$$

در اینجا تضمین نمی شود که ماتریس  $R$  معکوس پذیر باشد و ممکن است که سیستم معادلات

فوق جواب نداشته باشد. در این حالت فیلتر LPC ناپایدار می شود. از این رو در اینجا بیش از این

به روش کواریانس نمی پردازیم.

راه سوم روش Burg است که امتیاز عدم استفاده از پنجره را در روش کواریانس با امتیاز

روش اتوکورلیشن یعنی تضمین پایداری فیلتر ، ترکیب می کند. این روش از ساختار مشبك<sup>۱۰</sup>

فیلتر تمام قطب استفاده می کند [۱].

<sup>۱۰</sup> Lattice

این فایل فقط برای مشاهده می باشد . برای خرید فایل ورد این پایان نامه با قیمت فقط ۵ هزار تومان به سایت فروشگاه علمی اسماں مراجعه کنید. [www.asemankafinet.ir](http://www.asemankafinet.ir)

جواب دستگاه معادلات فوق را می توان با یکی از روش های کلاسیک آنالیز عددی مثل

حذف گوسی بدست آورد. اما چون  $R$  یک ماتریس Toeplitz است می توان از روشی مؤثر بنام

روش تکرار Durbin سود جست که بصورت زیر ضرائب فیلتر را تولید می کند :

$$E(0) = r(0)$$

for  $i = 1, \dots, p$

$$K_i = -\frac{r(i) + a_1^{(i-1)}r(i-1) + \dots + a_i^{(i-1)}r(1)}{E(i-1)},$$

$$a_i^{(i)} = K_i$$

$$\text{for } j = 1, \dots, i-1 \quad a_j^{(i)} = a_j^{(i-1)} + K_i a_{i-j}^{(i-1)}$$

$$E(i) = (1 - K_i^2)E(i-1)$$

که در آن  $i, j = 1, \dots, i-1$  ضرایب  $a_j^{(i)}$  ام فیلتر در تکرار  $i$  ام و  $E(i)$  خطای پیشگویی مرتبه  $i$

است و بدین ترتیب ضرایب فیلتر بصورت زیر بدست خواهد آمد:

$$a_j = a_j^{(p)}, j = 1, \dots, p$$

روش تکرار Durbin پارامترهای  $K_i, i = 1, \dots, p$  را که ضرایب انعکاس نامیده می شوند و  $E(p)$

را بدست می دهد که مربع بهره پیشگویی  $G$  و مورد نیاز فیلتر سنتز می باشد:

$$G^2 = E(p)$$

و چون داریم :

$$E(p) = (1 - K_1^2)(1 - K_2^2) \cdots (1 - K_p^2)r(0)$$

می توانیم به جای  $E(p)$ ،  $E(r)$  را کد کرده و ارسال داریم و از آنجا به بهره  $G$  برسیم و این ترجیح

داده می شود زیرا حساسیت  $(r)$  به نویز کوانتیزاسیون کمتر از  $G$  است.

ضرایب انعکاس  $K_i$  یا PARCOR (برای PARTial CORrelation ) نقش مهمی در تحلیل LPC

دارند و دارای خواص زیر هستند:

این فایل فقط برای مشاهده می باشد . برای خرید فایل ورد این پایان نامه با قیمت فقط ۵ هزار تومان به سایت فروشگاه علمی اسماں مراجعه کنید. [www.asemankafinet.ir](http://www.asemankafinet.ir)

۱- ضرایب انعکاس  $K_i$  معادل با ضرایب فیلتر  $a_i$  هستند . به عبارت دیگر می توان  $K$  را به  $a$

و برعکس تبدیل کرد :

$$: a \rightarrow K$$

$$\begin{aligned} a_i^{(i)} &= K_i \\ a_j^{(i)} &= a_j^{(i-1)} + K_i a_{i-1}^{(i-1)} & i = 1, \dots, p \\ & \quad j = 1, \dots, i-1 \end{aligned}$$

دروشور

$$: K \rightarrow a$$

$$\begin{aligned} K_i &= a_i^{(i)} \\ a_j^{(i-1)} &= \frac{a_j^{(i)} - a_i^{(i)} a_{i-j}^{(i)}}{1 - K_i^2} & i = p, \dots, 1 \\ & \quad j = 1, \dots, i-1 \end{aligned}$$

۲- برای یک فیلتر پایدار یعنی یک فیلتر LPC که همه قطب های آن داخل دایره واحد باشد

داریم:

$$-1 < K_i < 1, \quad i = 1, \dots, p$$

که این شرط بسیار مهمی است چرا که با اطمینان از اینکه  $K_i$  بین  $-1$  و  $+1$  است حتی بعد از کوانیتزاپیون ، پایداری فیلتر تضمین خواهد شد. به علاوه محدوده  $(-1, +1)$  کار

کوانیتزاپیون را ساده تر می کند. ولی  $a_i$  ها دارای چنین ویژگی نیستند که پایداری فیلتر را تضمین

نمایند و کوانیتزاپیون  $a_i$  ها می توانند موجب ناپایداری شود.

## فصل ۲

## روش ها و استاندارهای کدینگ صحبت

### ۱-۱- مقدمه

کدینگ دیجیتال صحبت موضوع تحقیقات بیش از سه دهه اخیر بوده و روش های زیادی برای

کدینگ صحبت پدید آمده است . کیفیت صحبت و نرخ بیت دو عامل اساسی هستند که بطور

مستقیم با هم درگیر می باشند و هر چه نرخ بیت پایین تر باید ، از کیفیت صحبت کاسته می شود.

برای سیستم هایی که به شبکه تلفن متصل می شوند ، صحبت کد شده باید دارای کیفیت خوب

باشد تا با استانداردهای ITU مطابقت داشته باشد اما برای سیستم های محدود مانند شبکه های

تجاری خصوصی و سیستم های نظامی ، ممکن است عامل نرخ بیت مهمتر از کیفیت بالای

صحبت باشد . از ویژگیهای سیستم های کدینگ صحبت ، تأخیر کدینگ می باشد که مقدار آن به

کیفیت مورد نیاز سیستم ارتباط نزدیک دارد . تأخیر کدینگ شامل تاخیر الگوریتمی (بافر کردن

صحبت برای آنالیز) ، تاخیر محاسباتی (زمان لازم برای پردازش و ذخیره کردن نمونه های صحبت)

و تاخیر مربوط به ارسال و انتقال می باشد . تاخیر اندک در سیستم های مخابراتی باعث کاهش

اثراکو در آن سیستم می شود . از ویژگیهای دیگر سیستم ها توانایی انتها برای ارسال داده

در باند صوتی است . چرا که مشخصه های آماری و طیف فرکانسی داده باند صوتی کاملا

با سیگنال صحبت تفاوت دارد .

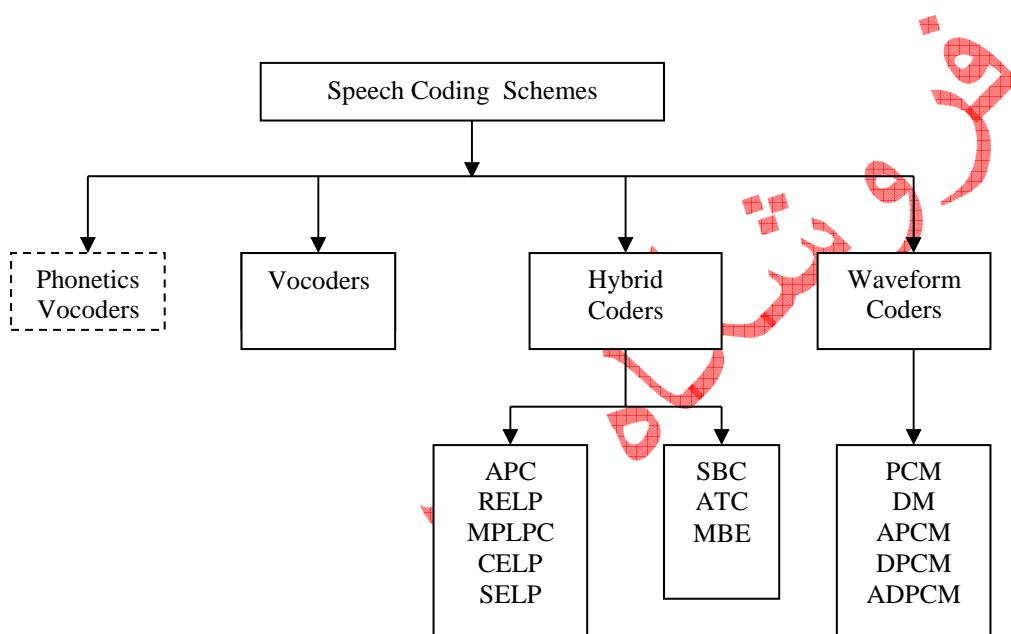
### ۲-۲- روش های کدینگ

<sup>۱۱</sup> International Telecommunication Union (CCITT)

این فایل فقط برای مشاهده می باشد . برای خرید فایل ورد این پایان نامه با قیمت فقط ۵ هزار تومان به سایت فروشگاه علمی اسمان مراجعه کنید. [www.asemankafinet.ir](http://www.asemankafinet.ir)

روشهای کدینگ صحبت را می توان به چند دسته اصلی که در شکل (۱-۲) نشان داده شده است تقسیم بندی نمود. از این میان سه دسته اصلی که با خط پر نشان داده شده اند موضوع تحقیقاتی بیشتری هستند . این روشهای سیگنال صحبت را آنالیز کرده افزونگی های آنرا حذف نموده و بخش

های غیر زائد صحبت را به روشی کد می کنند که از نظر شنیداری قابل قبول باشد.



شکل (۱-۲) : دسته بندی روشهای کدینگ

کدرهای شکل موج<sup>۱۲</sup> نوعاً نرخ بیت بالایی دارند و صحبت بازسازی شده را با کیفیت خیلی خوب ارائه می دهند. کدرهای صوتی<sup>۱۳</sup> در نرخ بیت های خیلی پایین کار می کنند و صحبت را از طریق سنتز بازسازی می کنند . کدرهای مختلط ترکیبی از تکنیک های صوتی و شکل موج را بکار می گیرند و صحبت با کیفیت خوب را در نرخ بیت های میانی ارائه می دهند.

<sup>۱۲</sup> Waveform Coders

<sup>۱۳</sup> Vcoders

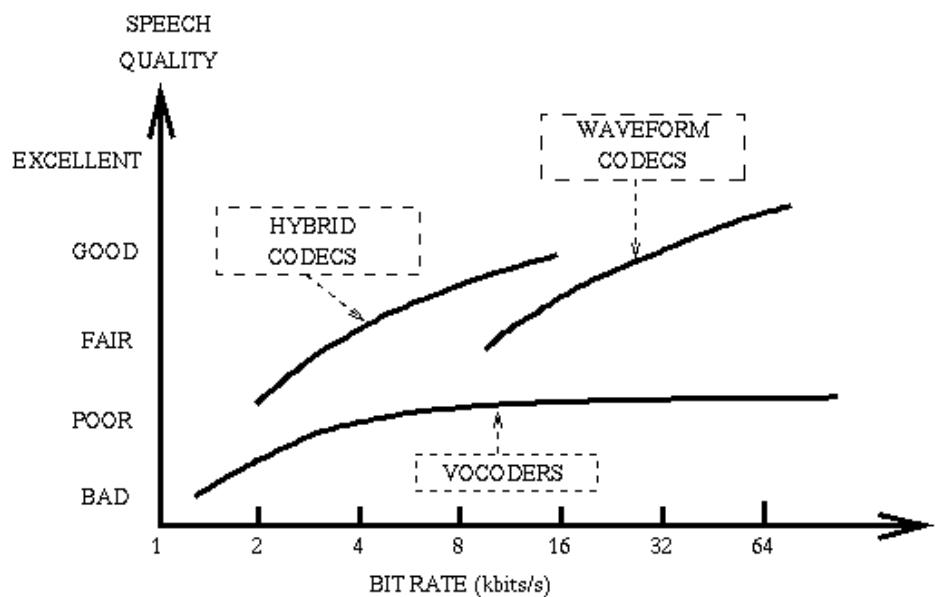
این فایل فقط برای مشاهده می باشد . برای خرید فایل ورد این پایان نامه با قیمت فقط ۵ هزار تومان به سایت فروشگاه علمی اسماں مراجعه کنید. [www.asemankafinet.ir](http://www.asemankafinet.ir)

در شکل (۲-۲) کیفیت صحبت بر حسب نرخ بیت برای سه دسته اصلی کدینگ یعنی کدینگ

شکل موج ، کدینگ صوتی و کدینگ مختلط نشان داده شده است . همچنین خلاصه ای از

کاربردهای روش‌های در حال کار و آنهایی که در حال توسعه می باشند در جدول (۱-۲) گردآوری

شده است [۵] .



شکل (۲-۲) : مقایسه کیفیت صحبت روش‌های کدینگ صحبت

Rate (kbps)	Application	Type of Coder	Year of Operation
۶۴	PSTN (۱ <sup>st</sup> Generation)	PCM	۱۹۷۲
۳۲	PSTN (۲ <sup>nd</sup> Generation)	ADPCM	۱۹۸۴
۱۶	PSTN (۳ <sup>rd</sup> Generation)	LD-CELP	۱۹۹۲

۱۶	INMARSAT-B	APC	۱۹۸۰
۱۳	GSM	RPE-LTP	۱۹۹۱
۹.۶	Skyphone	MPLPC	۱۹۹۰
۸	North American Mobile	VSELP	۱۹۹۲
۶.۴	INMARSAT-M (land mobile)	MBE-CELP	۱۹۹۳
۴.۸	U.S. Gov.Fed.Standard	CELP	۱۹۹۱
۴.۸	NASA MSAT-X (mobile satellite)	Vector Adaptive Predictive Coding VAPC	۱۹۹۱

جدول (۱-۲)؛ استاندارد های کدینگ صحبت

## ۱-۲-۲- کدرهای شکل موج

کدرهای شکل موج تلاش می کنند که شکل کلی سیگنال صحبت را حفظ نمایند. این کدرها می توانند هر شکل موجی در باند صوتی را قبول کنند و صرفاً مختص صحبت نیستند . از آنجا که

در این کدرها کدینگ به صورت نمونه به نمونه انجام می شود ، عملکرد آنها همانند کوانتیزاسیون بوسیله نسبت سیگنال به نویز (SNR) اندازه گیری می شود. کدینگ های شکل موج برای صحبت، به نرخ بیت های بالای ۱۶kbps محدود می شود و بخارط سادگی و پیاده سازی آسان ، فراگیر شده اند .

این فایل فقط برای مشاهده می باشد . برای خرید فایل ورد این پایان نامه با قیمت فقط ۵ هزار تومان به سایت فروشگاه علمی اسماں مراجعه کنید. [www.asemankafinet.ir](http://www.asemankafinet.ir)

اولین استاندارد جهانی کدینگ صحبت استاندارد ۶۴ kbps PCM G.۷۱۱ ، با کمپندينج

u-law برای امریکای شمالی و A-law برای اروپا، یک کدر شکل موج بوده و هنوز هم کاربرد

زیادی در سیستم های مخابراتی دیجیتال دارد . از آنجا که کیفیت صحبت ۶۴ kbps PCM

عالی می باشد ، معمولاً مرجعی برای مقایسه دیگر کدرهای صحبت با نرخ بیت پایین تر

قرار می گیرد . کدر بعدی که توسط CCITT استاندارد شده PCM تفاضلی تطبیقی (۱۴ ADPCM

۳۲ kbps می باشد . کاهش نرخ بیت به نصف در این کدر، از طریق اعمال پیشگویی و

کوانتیز اسیون تطبیقی حاصل شده است.

## ۲-۲-۲- کدرهای صوتی (Vocoders)

بر خلاف کدرهای شکل موج ، کدرهای صوتی خیلی به صحبت وابسته هستند و در اصولشان هم

سعی ندارند که شکل موج اصلی صحبت را حفظ نمایند . یک کدرصوتی از یک آنالیزکننده و

یک سنتزکننده تشکیل شده است . آنالیزکننده از صحبت اصلی یک دسته پارامتر را که نمایش

دهنده مدل تولید صحبت هستند ، استخراج نموده و آنها را ارسال می کند و در گیرنده ، صحبت با

استفاده از این پارامترها بازسازی می شود.

در شکل (۳-۲) مدل تولید صحبت در کدرهای صوتی نشان داده شده است . لوله صوتی بصورت

یک فیلتر متغیر با زمان نمایش داده می شود. برای قطعات بی واک صحبت، این فیلتر بایک منبع

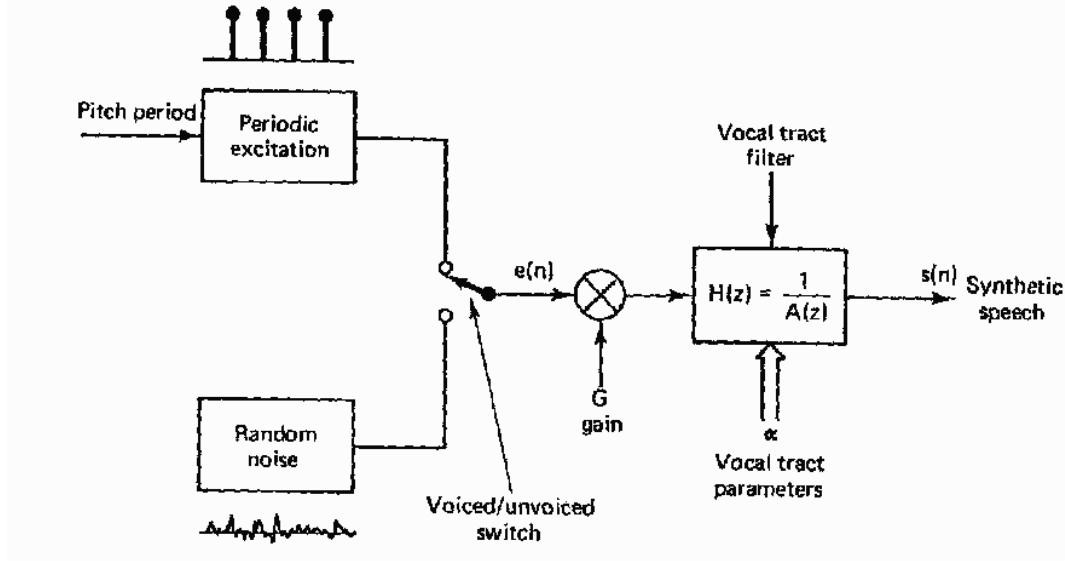
نویز سفید تحریک می گردد و برای قطعات با واک صحبت بوسیله یک قطار پالس با پریود

pitch تحریک می شود.

<sup>۱۴</sup> Adaptive Prediction PCM

این فایل فقط برای مشاهده می باشد . برای خرید فایل ورد این پایان نامه با قیمت فقط ۵ هزار تومان به سایت فروشگاه علمی اسمان مراجعه کنید. [www.asemankafinet.ir](http://www.asemankafinet.ir)

کدرهای صوتی معمولا در محدوده ۲.۴ kbps کار می کنند و کیفیت قابل قبول آنها از صدای طبیعی فاصله دارد . از معروفترین آنها می توان کدرصوتی استاندارد LPC-۱۰ ۲.۴ kbps را نام برد [۵].



شکل (۳-۲) : مدل تولید صحبت در کدرهای صوتی

سیستم های حوزه فرکانس هم، مانند کدرهای صوتی فرمنت در پردازش صحبت بکار می روند . کدرهای صوتی فرمنت صحبت را با تحریک یک دسته از فیلترهای میانگذر که پهنهای باند و فرکانس مرکزی آنها با فرمنت های صحبت منطبق هستند ، سترا می کنند و عملکرد آنها به تعیین مکان دقیق فرمنت ها بستگی دارد.

### ۲-۳-۲- کدرهای مختلط

کدرهای مختلط که از ویژگی های هر دوروش کدینگ صوتی و کدینگ شکل موج استفاده می کنند به دو دسته حوزه فرکانس و حوزه زمان تقسیم بندی می شوند :

#### الف- کدرهای مختلط حوزه فرکانس

این فایل فقط برای مشاهده می باشد . برای خرید فایل ورد این پایان نامه با قیمت فقط ۵ هزار تومان به سایت فروشگاه علمی اسماں مراجعه کنید. [www.asemankafinet.ir](http://www.asemankafinet.ir)

ایده اصلی در کدینگ حوزه فرکانس ، تقسیم طیف صحبت به باندهای فرکانسی یا مؤلفه هایی با استفاده از بانک فیلتر و یا یک بلوک تبدیل می باشد . در مرحله دیکدینگ ، این مؤلفه های فرکانسی برای بازسازی یک کپی از شکل موج ورودی ، از طریق مجموع بانک فیلترها یا تبدیل معکوس ، استفاده می شوند.

- کدینگ زیر باندی و تبدیل تطبیقی

دو روش معروف کدینگ صحبت در حوزه فرکانس ، کدینگ زیر باندی (SBC<sup>۱۰</sup>) و کدینگ تبدیل تطبیقی (ATC<sup>۱۱</sup>) هستند . اصول پایه در هر دو روش تقسیم طیف صحبت ورودی به تعدادی باند فرکانسی است که هر یک جداگانه کد می شوند . در SBC یک بانک فیلتر به صحبت ورودی اعمال می شود تا آنرا به ۴تا ۱۶ باند فرکانسی تقسیم نماید. ATC یا عبارت دیگر روش بلوک تبدیل ، تبدیلی به اندازه نوعی ۱۲۸تا ۲۵۶ نمونه را بکار می برد تا تفکیک فرکانسی بهتری را فراهم آورد .

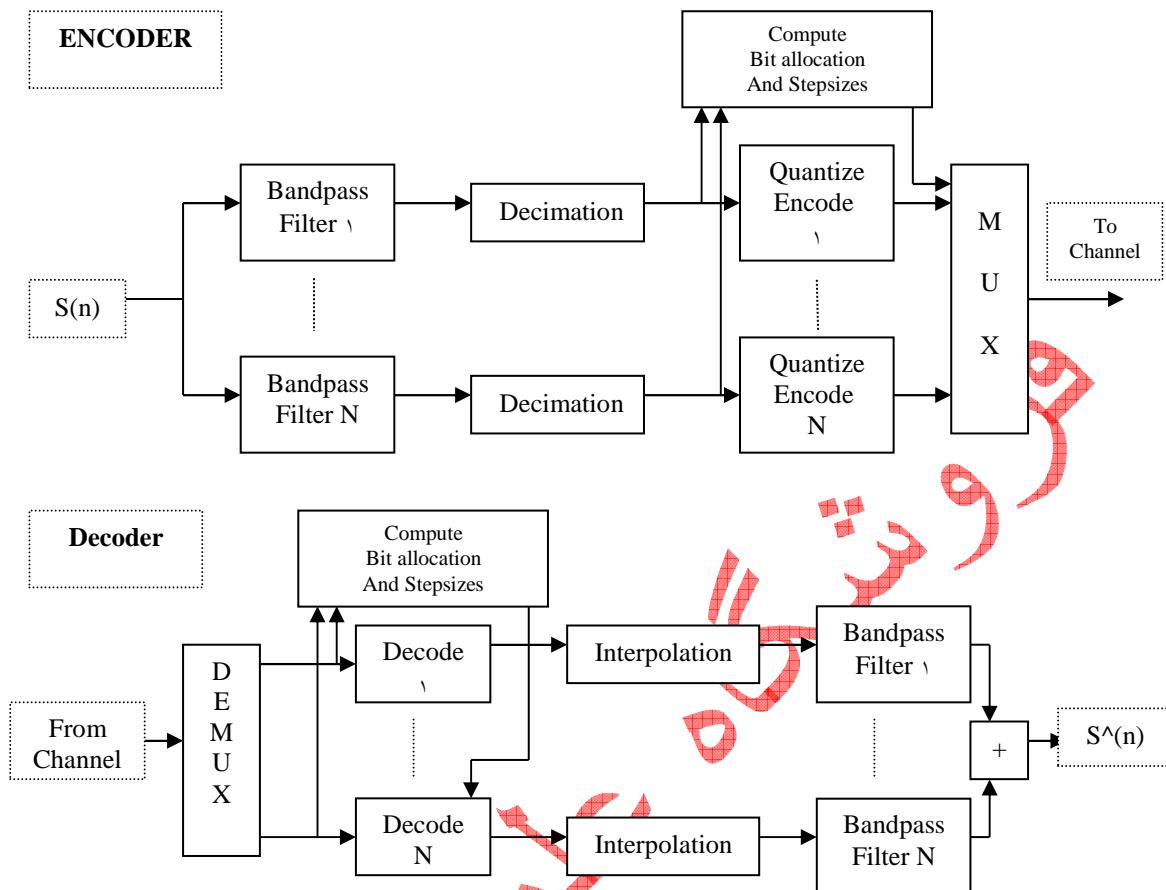
در کدینگ زیر باندی بعد از تقسیم طیف صحبت ورودی به تعدادی زیر باند ، هر زیرباند چندتاییکی<sup>۱۲</sup>، کوانتیره ، کد و مالتی پلکس و سپس ارسال می گردد. در گیرنده این زیر باندها دیمالتی پلکس ، دیکد و بوسیله درونیابی<sup>۱۳</sup> به فرکانس اولیه خود برمی گردد . سیگنالهای زیر باندی حاصل سپس با هم جمع می شوند تا تقریبی از صحبت اصلی را بوجود آورند . در شکل (۴-۲) بلوک دیاگرام اینکدر و دیکدر زیر باندی نشان داده شده است .

<sup>۱</sup> Sub-Band Coding

<sup>۲</sup> Adaptive Transform Coding

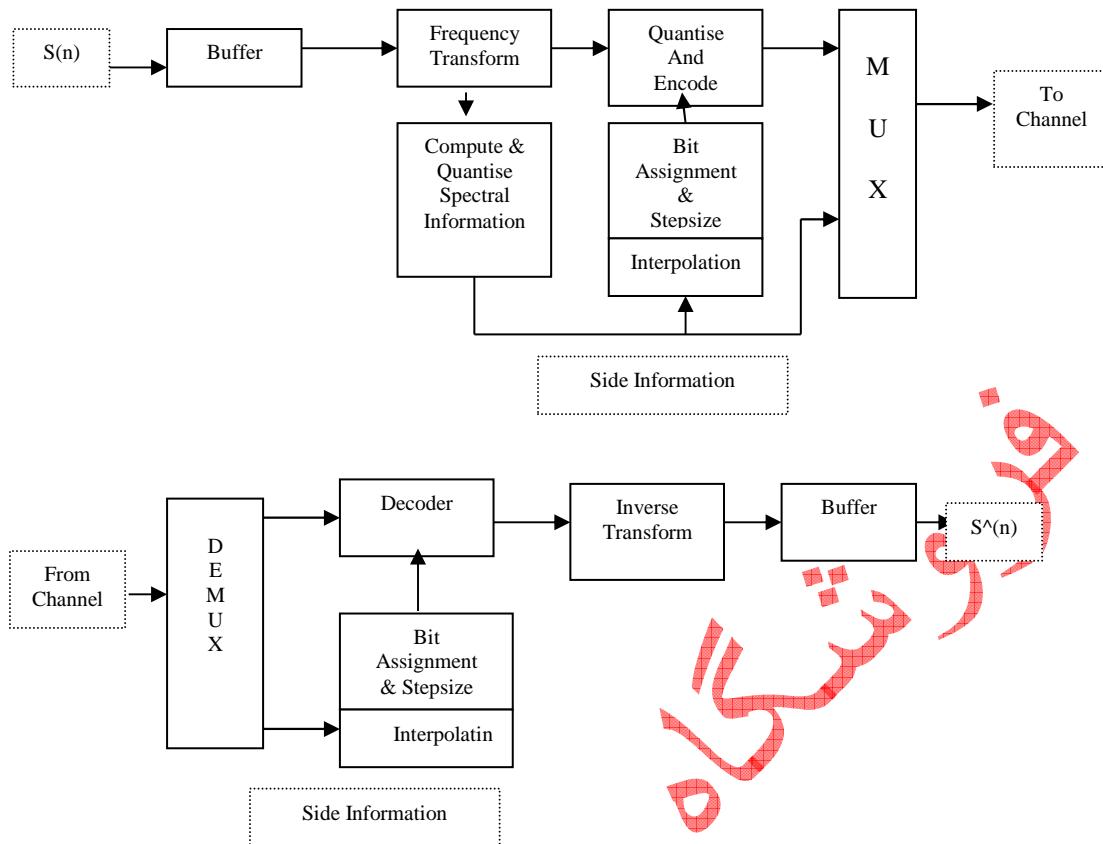
<sup>۱۰</sup>- Decimation

<sup>۱۱</sup>- Interpolation



شکل (۲-۴) بلوک دیاگرام یک کلر زیر باندی نمونه

کدرهای تبدیل تطبیقی (ATC) یک روش پیچیده تر آنالیز حوزه فرکانس هستند که شامل بلوکی از تبدیل های قطعات پنجره شده صحبت ورودی می باشند . هر قطعه با یک دسته از ضرائب تبدیل نمایش داده می شود که جداگانه کوانتیزه و ارسال می گردند . در گیرنده این ضرائب کوانتیزه و تبدیل معکوس شده تا یک کپی از قطعه اصلی را بازسازی نماید . سپس قطعات مجاور به هم متصل شده تا صحبت سنتز شده را دهنند . در شکل (۵-۲) بلوک دیاگرام یک کدر ATC نشان داده شده است .



شکل (۲-۵) : بلوک دیاکرام یک کدر تبدیل تطبیقی

کدرهای ATC و SBC که در بالا بحث شدند، صحبت با کیفیت بالا در ۱۶ kbps تولید می کنند اما کیفیت صحبت در نرخ بیت حدود ۸ kbps بدلیل عدم حضور پیشگویی Pitch افت می کند بنابراین محدوده عملیاتی آنها را ۹.۶ kbps تا ۱۶ kbps در نظر می گیرند.

### ب) کدرهای مختلط حوزه زمان

کدرهای مختلط حوزه زمان از روش پیشگویی خطی استفاده می کنند . با بکار گیری یک مدل منبع-فیلتر که فرض می کند صحبت نتیجه تحریک یک فیلتر متغیر با زمان بوسیله یک قطار پالس

این فایل فقط برای مشاهده می باشد . برای خرید فایل ورد این پایان نامه با قیمت فقط ۵ هزار تومان به سایت فروشگاه علمی اسماں مراجعه کنید. [www.asemankafinet.ir](http://www.asemankafinet.ir)

پریو دیک برای اصوات باواک و یا یک منبع نویز تصادفی برای اصوات بی واک است ، می توان

مشخصات آماری سیگنال صحبت را بسیار دقیق مدل کرد.

روش کدینگ پیشگویی تطبیقی<sup>(۱)</sup>(APC) که در شکل (۶-۲) نشان داده شده است ، در اصل توسط

schroeder ، Atal ابداع شده است واز پیشگویی های زمان کوتاه و زمان بلند هر دو در آن استفاده

شده است [۱]. سیگنال تحریک حاصل بعد از فیلتر معکوس شدن به صورت نمونه به نمونه

کوانتیزه می شود. روش APC برای نرخ بیت حدود ۱۶ kbps طراحی شده و در سیستم اینمارست

از ۱۶ kbps APC B به همراه کدینگ کانال Reed-Solomon استفاده شده است [۵].

عملکرد APC در نرخ بیت های پایین افت می کند زیرا بیشتر ظرفیت کدینگ آن صرف کدینگ

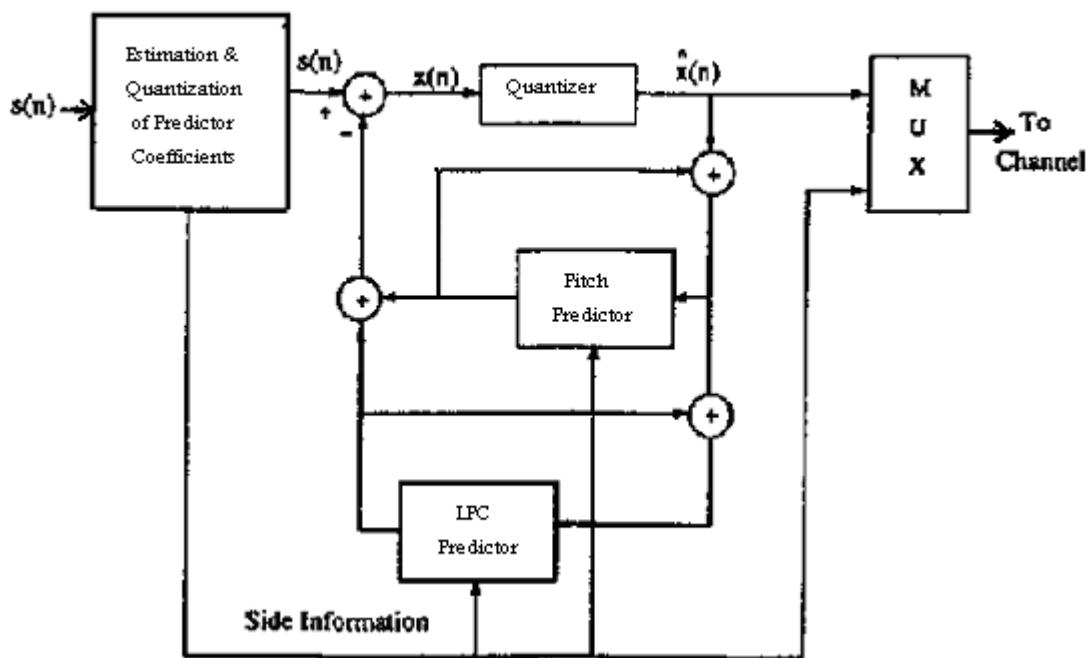
سیگنال مانده می شود . به منظور کاهش ظرفیت مورد نیاز برای کد کردن سیگنال مانده ، کدرهایی

با تحریک مانده با عنوان <sup>(۲)</sup> RELP مورد بررسی قرار گرفتند .

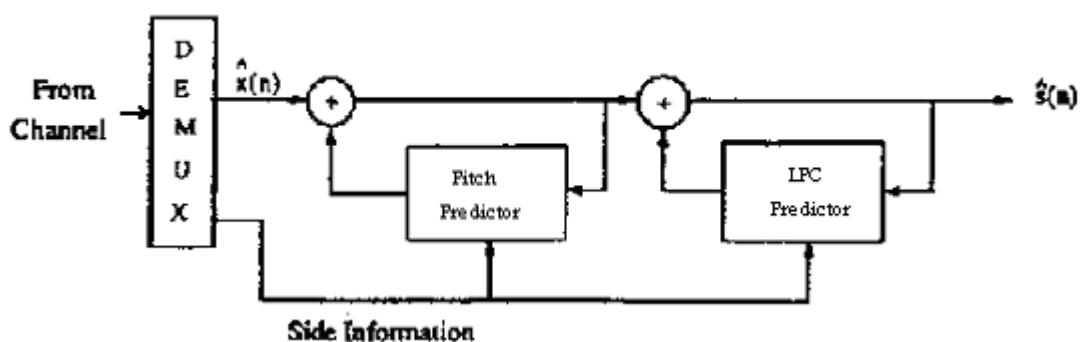
<sup>(۱)</sup> Adaptive Prediction Coding

<sup>(۲)</sup> Regular Excited Linear Prediction

### Encoder



### Decoder



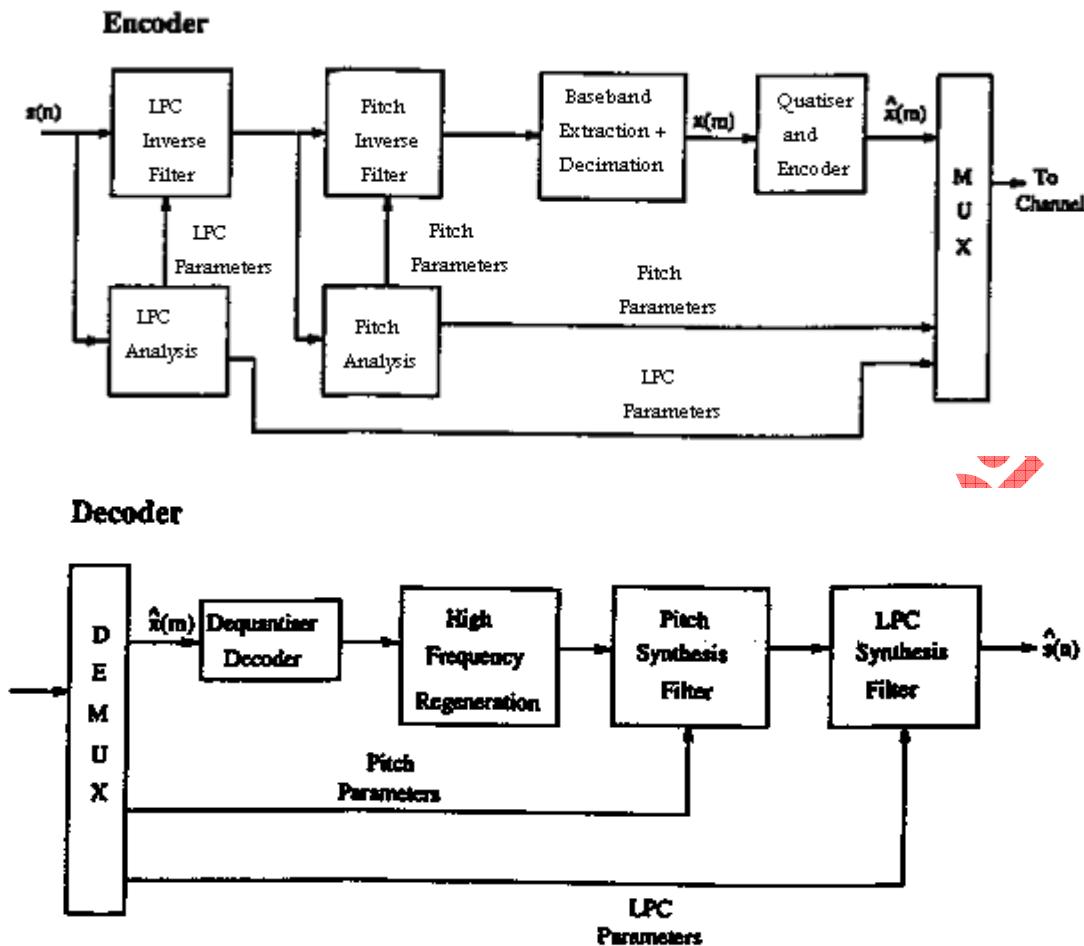
شکل (۶-۲) : بلوک دیاگرام کدر پیشگویی تطبیقی (APC)

همانطور که در شکل (۷-۲) دیده می شود . کدر RELP در اصل یک APC است به جز اینکه

تنهای بخشی از (بخش فرکانس پایین) سیگنال مانده در آن ارسال می گردد. ایده RELP در این

است که می توان فرض کرد ، اطلاعات سیگنال مانده در نواحی فرکانس پایین (باند پایه) متمرکز

شده اند و بنابراین باکد کردن تنها این قسمت می توان نرخ بیت کدینگ را کاهش داد.



شکل (۷-۲) : بلوک دیاگرام کدر RELP

از اینرو در اینکدر سیگنال باند پایه بوسیله فیلتر پایین گذر و کوانتیزاسیون استخراج می شود .

در دیکدر سیگنال باند پایه با استفاده از روش بازسازی فرکانس بالا [۵] به سیگنال تمام باند،

تبديل می شود . ویژگی اصلی روش RELP ، توانایی کار در شرایط خیلی بد نویز زمینه می باشد

و عملکرد شنیداری خوب آن محدود به ۹.۶ kbps و بالاتر است .

روشهای کدینگ صحبت که تا کنون بررسی شده اند بر مبنای آنالیز و ستز هستند . یعنی سیگنال

صحبت آنالیز می شود تا پارامترهای سیگنال بدون افزونگی ، از آن استخراج گردد و

سپس سیگنال باقیمانده کوانتیزه و ارسال می گردد و در دیکدر عمل عکس صورت می گیرد .

این فایل فقط برای مشاهده می باشد . برای خرید فایل ورد این پایان نامه با قیمت فقط ۵ هزار تومان به سایت فروشگاه علمی اسماں مراجعه کنید. [www.asemankafinet.ir](http://www.asemankafinet.ir)

این روش کدینگ، استخراج پارامترها را از پروسه کوانتیزاسیون جدا می سازد و بنابراین کنترل

بر روی اعوجاج ها به کنترل زیر سیستم های جدا از هم محدود می شود .

برای داشتن کنترل بهتر بر روی تمام پروسه کدینگ، یعنی برای مینیم کردن خطای کلی در سیگنال

صحبت سنتز شده ، روش‌های آنالیز باستتز ( <sup>۱</sup> AbS) منظور می شوند . در روش AbS در طرف

فرستنده یک دیکدر محلی وجود دارد که در آن صحبت سنتز شده برای آنالیز موجود می باشد .

روش های AbS-LPC مختلفی وجود دارد و اولین روش گزارش شده LPC چند پالسی

( <sup>۲</sup> MPLPC ) می باشد که در شکل ( ۸-۲ ) نشان داده شده است . تعیین محل پالسها و دامنه آنها

بوسیله یک پروسه AbS انجام می شود . یک نمونه از MPLPC در سرویس هوایی Skyphone با

نرخ بیت ۹.۶ kbps و کدینگ FEC کانولوشنال با نرخ  $\frac{1}{2}$  ، بکار گرفته شده است . عیب عمده

MPLPC بار محاسباتی نسبتاً زیاد آن است . توکیبی از MPLPC و RELP که برای پیاده سازی

ساده تر باشد توسط Kroon گزارش شده که به LPC با تحریک پالس منظم

[ RPELPC <sup>۳</sup> ] موسوم است .

تحریک بهینه در این کدر ، پالس هایی با فاصله برابر و دامنه های مختلف می باشد که بار

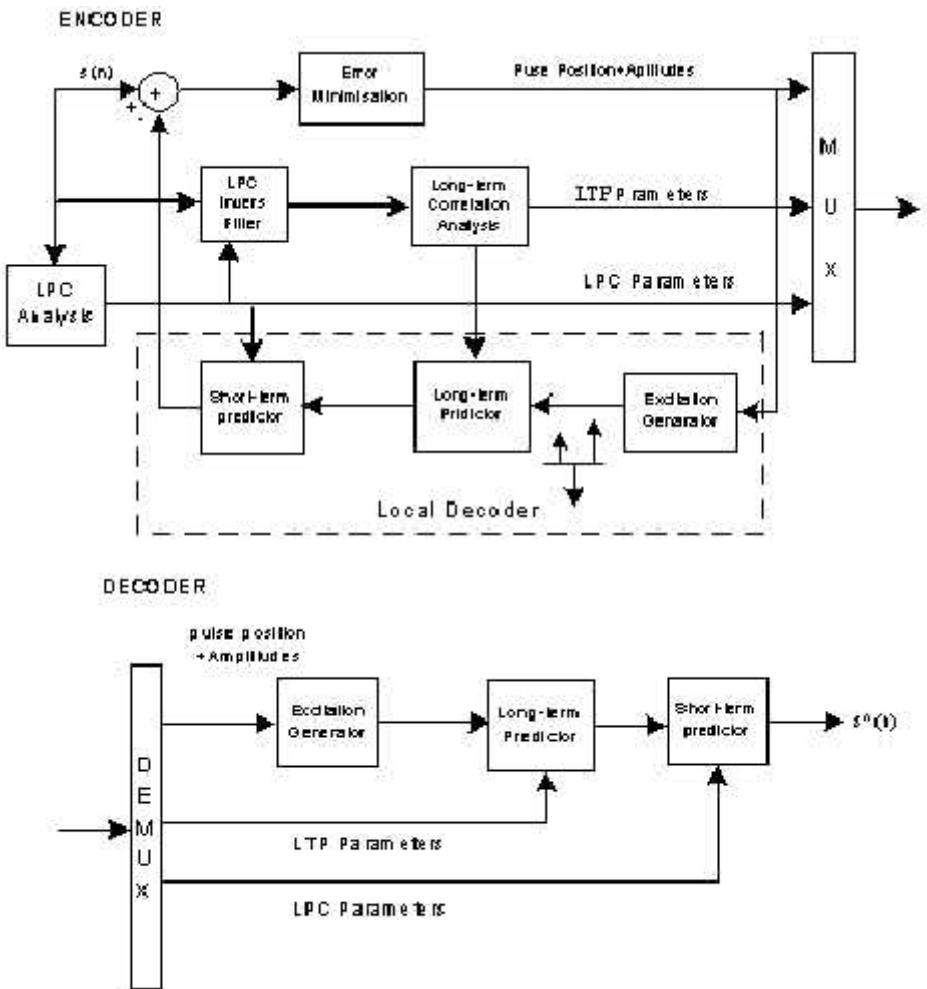
محاسباتی آنرا کاهش می دهد . این الگوریتم کارآمد از نظر محاسباتی ، برای سیستم موبایل GSM

از میان بقیه الگوریتم های موجود انتخاب شده است [ ۵ ] .

<sup>۱</sup> Analysis by Synthesis

<sup>۲</sup> Multi Pulse LPC

<sup>۳</sup> Regular Pulse Excited LPC



شکل (۸-۲) : بلوک دیاگرام MPLPC استفاده شده در Skyphone

با افزایش قدرت پردازشی چیپ های DSP ، سیستم های AbS کاملی که قبلاً برای پیاده سازی غیر عملی بودند مورد توجه قرار گرفتند ، همچون LPC با تحریک کد ( CELP<sup>۱۴</sup>) که برای نرخ بیت های پایین بسیار مناسب است . در CELP تحریک به صورت یک بردار است که از

كتاب کد تحریک انتخاب می شود . هر بردار تحریکی که حداقل خطای وزنی را داشته باشد ، بعنوان تحریک بهینه انتخاب می گردد . پروسه CELP در AbS

بار محاسباتی زیادی دارد . هر چند که CELP پیچیده است اما قادر به تولید صحبت با کیفیت

<sup>۱۴</sup> Code Excited Linear Prediction

این فایل فقط برای مشاهده می باشد . برای خرید فایل ورد این پایان نامه با قیمت فقط ۵ هزار تومان به سایت فروشگاه علمی اسماں مراجعه کنید. [www.asemankafinet.ir](http://www.asemankafinet.ir)

عالی حتی در نرخ بیت های پایین می باشد . یک گونه از CELP بعد از بررسی روش های مختلف

کدینگ ، برای سیستم مخابراتی صدا در وزارت دفاع آمریکا با عنوان DOD ۴.۸ kbps انتخاب شده

تا جانشین کدر قدیمی ۲.۴ kbps LPC-LD شود [۵].

هر چند CELP عمدتاً بر روی نرخ بیت های پایین مرکز است ، برای نرخ بیت های بالاتر هم

مناسب بوده و استاندارد CCITT ۱۶ kbps LD-CELP نیز نوعی CELP است . بلوک دیاگرام کدر

LD-CELP در شکل (۹-۲) نشان داده شده است .

همانطور که در دیاگرام دیده می شود ، فیلتر طیفی بصورت برگشتی محاسبه می شود و بنابراین

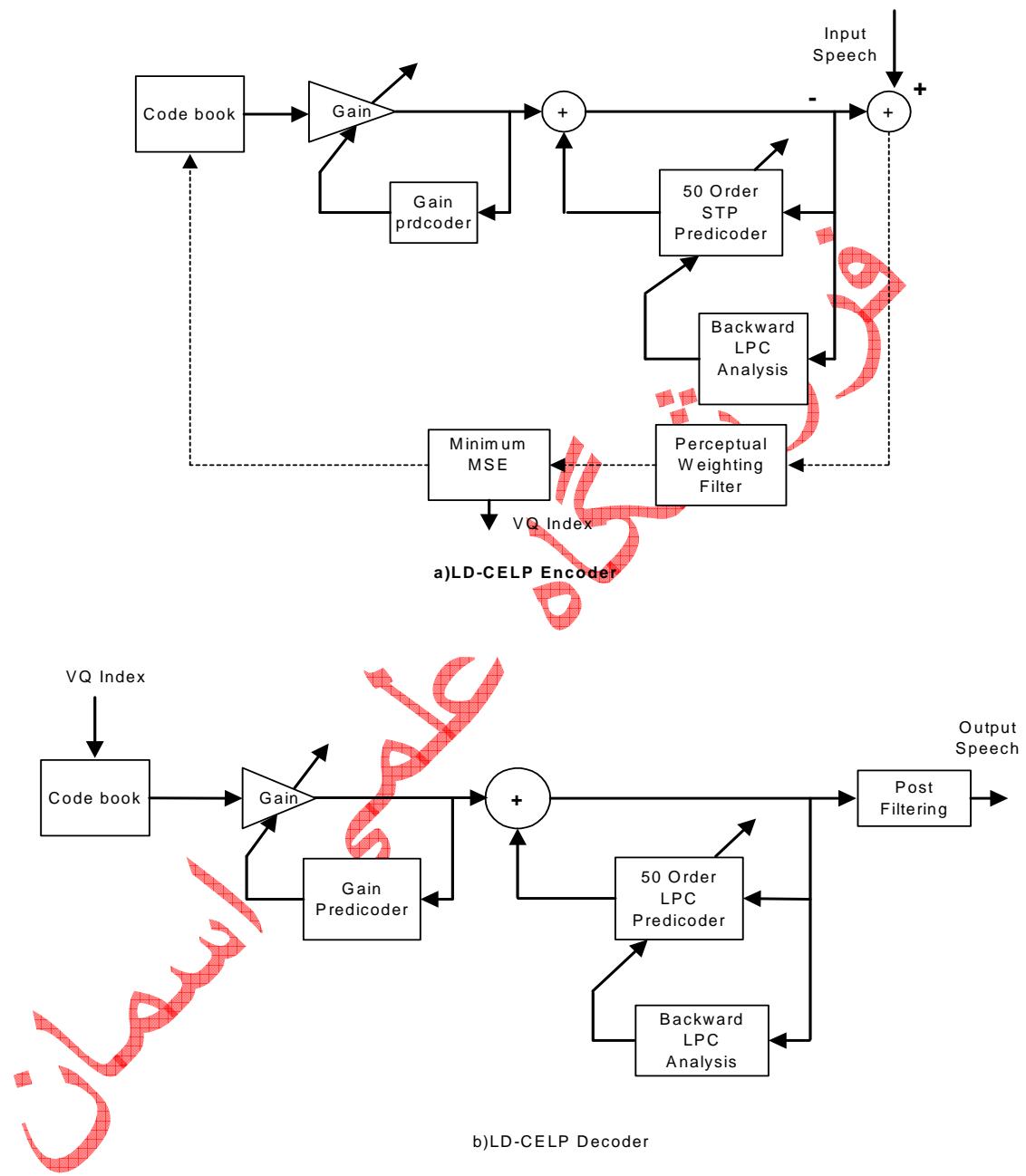
لازم نیست که ضرائب فیلتر ارسال شوند . بعلاوه مقایس کردن یا تنظیم بهره نیز تنها با پیشگویی

انجام می شود و نتیجه مستقیم آن این است که نرخ روزآمد شدن تحریک می تواند خیلی بالا باشد

(هر ۵ نمونه ) و این کدر را قادر می سازد تا تاخیر کدینگ اندک حتی در حدود ۲ms داشته باشد .

برای یکبار کدینگ در کانالهای نویزی یا بدون نویز ، کیفیت صحبت LD-CELP همانند و یا

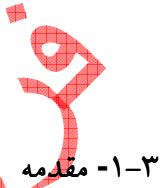
بهتر از استاندارد G.721 ۳۲ kbps ADPCM یعنی ۷۲۱ گزارش شده است [۶].



شکل ( ۹-۲ ) : بلوک دیاگرام کدر LD-CELP

## فصل ۳

### کدر کم تاخیر LD-CELP



۱-۱- مقدمه

امروزه با توجه به استفاده روزافزون از شبکه های تلفن و موبایل و نیاز به استفاده موثرتر از ظرفیت شبکه های مخابراتی ، کدرهایی که در نرخ بیت متوسط ( ۱۶ kbps ) ، صحبتی با کیفیت بالا و حداقل تاخیر ممکن تولید نمایند ، مورد توجه خاصی قرار گرفته اند . تاخیر کلی در یک سیستم مخابراتی را می توان ناشی از عوامل زیر دانست :

تاخیر بافر کردن در اینکدر و دیکدر که بعلت جمع آوری نمونه های مورد نیاز آنالیز LPC است . تاخیر پردازش در اینکدر و دیکدر که در اثر پردازش روی نمونه های بافر شده می باشد .

پردازش نمونه های بافر شده باید در فرصت بافر کردن ، کامل شود چرا که باید برای پردازش نمونه های بعدی آماده بود . تاخیر ارسال که در سیستم های ماهواره ای بسیار مهم است و قابل کنترل بوسیله کدر صحبت نمی باشد . بنابراین تاخیر کلی سیستم را می توان مجموع عوامل فوق

دانست و معمولاً حداقل تاخیر را ۴ برابر تاخیر بافر کردن در نظر می گیرند [ ۵,۶ ] . در نتیجه با

کنترل طول بافر میتوان تاخیر کدر را کاهش داد . بعنوان مثال در کدر LD-CELP طول بافر باندازه

۵ نمونه است که با فرض نمونه برداری KHz ۸ تاخیر کلی حداقل ۲.۵ms می شود ولی در سیستم

GSM با طول بافر ۲۰ms تاخیر کلی حداقل ۸۰ms خواهد بود .

این فایل فقط برای مشاهده می باشد . برای خرید فایل ورد این پایان نامه با قیمت فقط ۵ هزار تومان به سایت فروشگاه علمی اسماں مراجعه کنید. [www.asemankafinet.ir](http://www.asemankafinet.ir)  
در سال ۱۹۸۸ CCITT برنامه ای را برای استاندارد سازی یک کدر ۱۶ kbps آغاز نمود از

ویژگی های آن کیفیت بالا و تاخیر اندک بود و برای آن کاربردهای زیادی همچون شبکه PSTN شبکه ISDN ، تلفن تصویری و غیره در نظر گرفته شد. در جدول (۱-۳) لیستی از شرایط مورد نیاز CCITT برای کدر مورد نظر آورده شده است[۵] .

شرط تاخیر کمتر از ۵ms مسئله ای بود که هیچ یک از کدرهای موجود قادر به برآوردن آن نبودند .

از این رو کدر LD-CELP در سال ۱۹۹۱ بدین منظور معرفی شد و توانست همه شرایط CCITT

را برآورده سازد و حتی با ۳۲kbps ADPCM رقابت کند . این کدر در سال ۱۹۹۲ بصورت

استاندارد CCITT در آمد و در توصیه نامه (CCITT)ITU-T G.728 ارائه شد [۸].

Parameter	CCITT requirements	CCITT objective
Coding Delay	<= 5 ms	<= 2 ms
Quality at BER = 0	Distortion < 4 qdu	
Quality at BER = 10^-3	No worse than G.721*	
Quality at BER = 10^-3	No worse than G.721	
Tandeming	3 Async Tandem with distortion <= 14 qdu	Sync Tandem without distortion accumulation
Signaling Tones	DTMF	

\* G.721 : CCITT standard for 32kbps ADPCM

جدول (۱-۳) : شرایط CCITT برای کدر ۱۶ kbps

### ۳-۲-۲- بررسی کدر کم تاخیر LD-CELP

در کدرهای معمولی CELP که تطبیقی مستقیم هستند ، پارامترهای پیشگویی بهمراه بردار تحریک به گیرنده ارسال می شوند ولی در LD-CELP فقط سیگنال تحریک ارسال می گردد . ضرائب

این فایل فقط برای مشاهده می باشد . برای خرید فایل ورد این پایان نامه با قیمت فقط ۵ هزار تومان به سایت فروشگاه علمی اسماں مراجعه کنید. [www.asemankafinet.ir](http://www.asemankafinet.ir)

پیشگویی از طریق انجام آنالیز LPC بر روی نمونه های صحبت قبلی ، روز آمد می شوند.

بنابراین کدر LD-CELP در اصل یک نسخه تطبیقی معکوس از کدر CELP معمولی می باشد و

اساس CELP که جستجوی کتاب کد به روش آنالیز با سنتز است در آن حفظ شده است. در

شكل (۱-۳) بلوک دیاگرام ساده شده اینکدر و دیکدر LD-CELP نشان داده شده است.

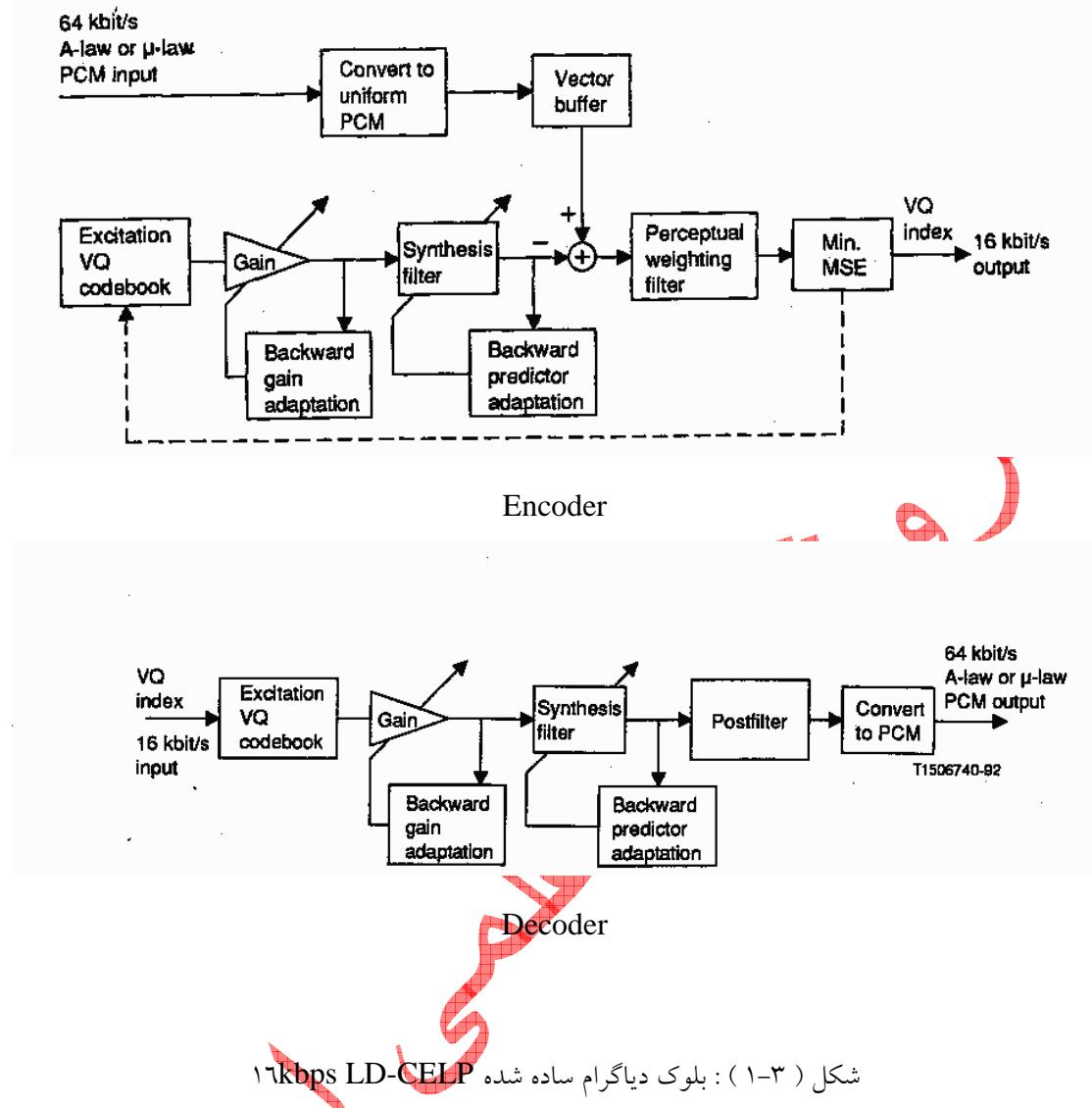
بردار تحریک در اینجا به اندازه ۵ نمونه است و پیشگویی زمان بلند رایج در CELP با پیشگویی زمان کوتاه مرتبه بالای ۵۰ ، برروی نمونه های صحبت کوانتیزه که ضرائب آن برای هر ۴ بردار تحریک روز آمد می شوند، تعویض شده است .

بهره تحریک با استفاده از پیشگویی خطی تطبیقی مرتبه ۱۰ بصورت لگاریتمی، برای هر بردار روز آمد می شود. ضرائب این پیشگویی لگاریتمی بهره ، هر ۴ بردار یک بار با انجام آنالیز LPC بر روی بهره های لگاریتمی بردارهای تحریک قبلی روز آمد می گردد.

فیلتر مرتبه ۱۰ شنیداری نیز در اینکدر لحاظ شده که هر ۴ بردار تحریک یک بار با انجام آنالیز LPC روی نمونه های صحبت اصلی در اینکدر روز آمد می شود.

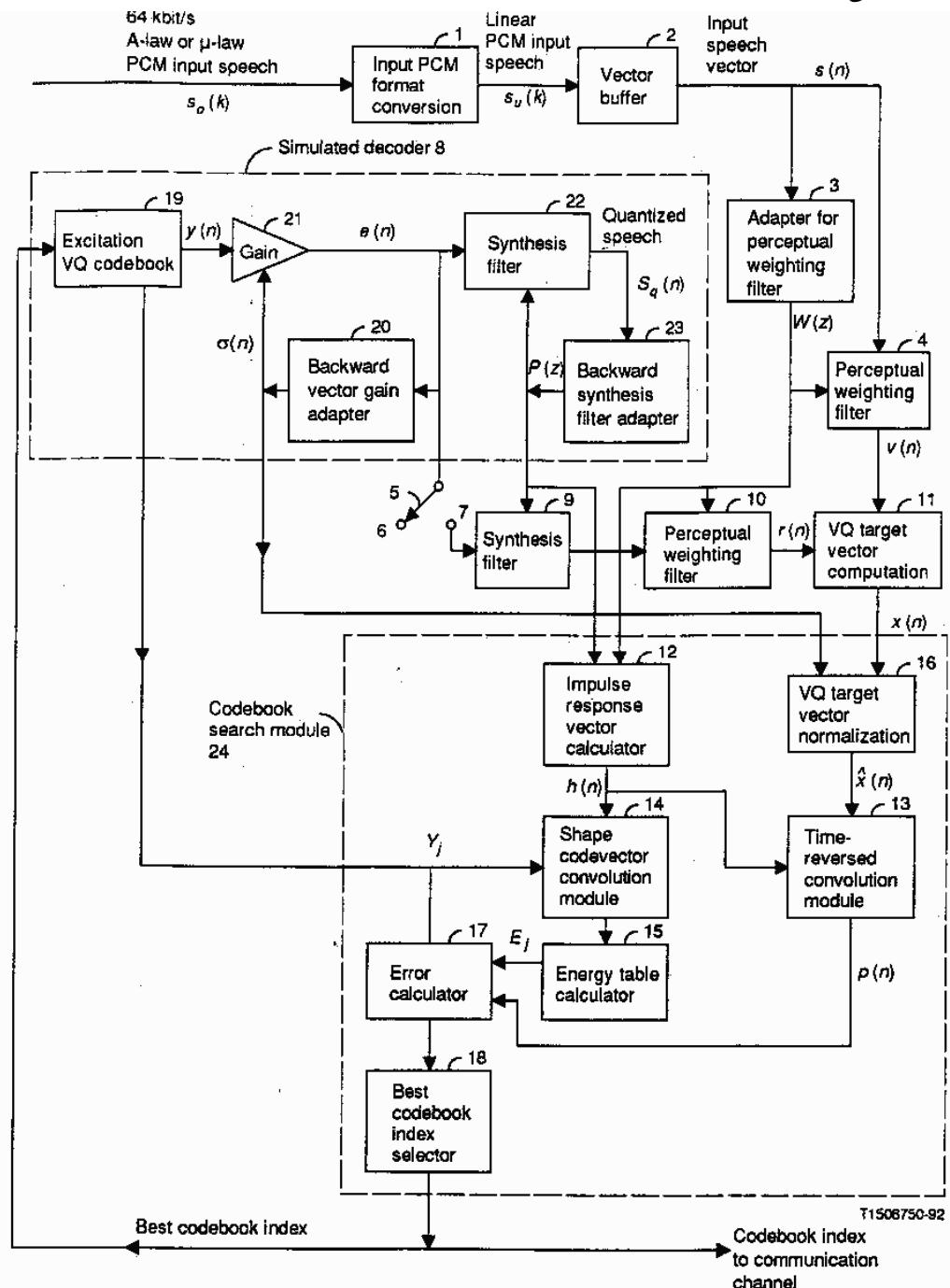
کتاب کد کوانتیزه برداری از کتاب کدهای ۳ بیتی بهره و ۷ بیتی شکل ۱۶ kbps در ۱۰ تشكيل شده و تنها اندیس ۱۰ بیتی این کتاب کد به گیرنده ارسال می شود .

این فایل فقط برای مشاهده می باشد . برای خرید فایل ورد این پایان نامه با قیمت فقط ۵ هزار تومان به سایت فروشگاه علمی اسما مراجعه کنید . [www.asemankafinet.ir](http://www.asemankafinet.ir)



در شکل (۲-۳) بلوک دیاگرام اینکدرا LD-CELP، با جزئیات بیشتری نشان داده شده است.

دراین قسمت به بررسی بیشتر آن می پردازیم.



شکل ( ۲-۳ ) : طرح اینکدر LD-CELP

۱-۲-۳ مرتبه بالا **LPC**

این فایل فقط برای مشاهده می باشد . برای خرید فایل ورد این پایان نامه با قیمت فقط ۵ هزار تومان به سایت فروشگاه علمی اسماں مراجعه کنید . [www.asemankafinet.ir](http://www.asemankafinet.ir)

از آنجا که پیشگویی زمان بلند ( LTP<sup>۱۱</sup> ) pitch ، سیستم را خیلی به خطاهای کanal حساس

می سازد ، در الگوریتم LTP حذف شده و بجای آن از LPC معکوس مرتبه بالا

استفاده شده است . کاربرد LPC مرتبه ۵۰ دارای امتیازهای زیر است :

حساسیت خیلی پایین کدر به خطاهای کanal

اطلاعات جنبی دیگر ارسال نمی شوند .

با حذف LTP ، الگوریتم کمتر به صحبت وابسته می شود و قادر به دریافت داده باند

صوتی می شود .

البته استفاده از LPC مرتبه ۵۰ ، باعث افزایش تعداد محاسبات کورلیشن و پیچیدگی زیاد الگوریتم

می شود و برای کاهش پیچیدگی از روش پنجره بازگشتی Branwell استفاده شده است [۵] .

هر چند که این روش باعث کاهش پیچیدگی می شود ولی بخاطر عملیات ضرب باعث بروز

مسائلی در پیاده سازی ممیز ثابت می شود از اینرو از یک پنجره مختلط جدید استفاده می شود .

فرض کنید که آنالیز LPC برای هر  $L$  نمونه صحبت انجام شود و نمونه های مطابق با سیکل

تطبیق فعلی  $\hat{S}_u(m), \hat{S}_u(m+1), \dots, \hat{S}_u(m+L-1)$  باشند و پنجره مختلط به نمونه های قبلی با

اندیس کمتر از  $m$  اعمال شود ، در زمان  $m$  تابع پنجره مختلط  $W_m(k)$  بصورت زیر تعریف

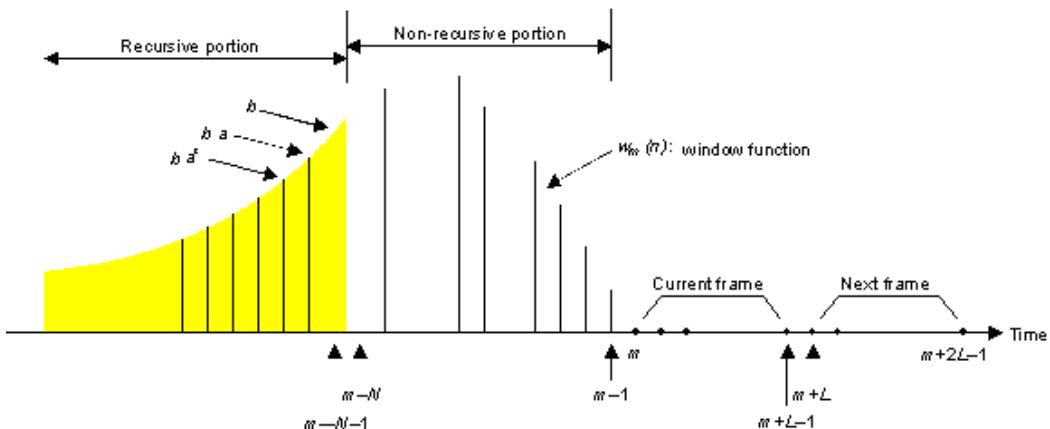
می شود :

$$W_m(k) = \begin{cases} f_m(k) = b\alpha^{-[k-(m-N-1)]}; & k \leq m-N-1 \\ g_m(k) = -\sin[c(k-m)]; & m-N \leq k \leq m-1 \\ 0; & k \geq m \end{cases}$$

که در آن  $0\langle 1\rangle b\langle 1\rangle 0\langle 0\rangle$  و  $N$  طول بخش غیر بازگشتی پنجره هستند .

<sup>۱۱</sup> Long Term Prediction

این فایل فقط برای مشاهده می باشد . برای خرید فایل ورد این پایان نامه با قیمت فقط ۵ هزار تومان به سایت فروشگاه علمی اسمان مراجعه کنید. [www.asemankafinet.ir](http://www.asemankafinet.ir)  
در شکل ( ۳-۳ ) نمایش پنجره مختلط نشان داده شده است [۸] .



شکل (۳-۳): پنجره مختلط

صحبت پنجره شده بصورت زیر محاسبه می شود :

$$S_m(k) = \hat{S}_u(k)W_m(k) = \begin{cases} \hat{S}_u(k)f_m(k); k \leq m-N-1 \\ \hat{S}_u(k)g_m(k); m-N \leq k \leq m-1 \\ 0; k \geq m \end{cases}$$

فیلتر LPC مرتبه M از M+1 ضریب اتوکورلیشن بصورت زیر استفاده می کند :

$$R_m(i) = \sum_{k=-\infty}^{m-1} S_m(k)S_m(k-i) = r_m(i) + \sum_{k=m-N}^{m-1} S_m(k)S_m(k-i)$$

که در آن  $r_m(i)$  ، بخش بازگشتی  $R_m(i)$  چنین است :

$$r_m(i) = \sum_{k=-\infty}^{m-N-1} S_m(k)S_m(k-i) = \sum_{K=-\infty}^{m-N-1} \hat{S}_u(k)\hat{S}_u(k-i)f_m(k)f_m(k-i)$$

فرض کنید که مقادیر  $r_m(i)$  در فریم حاضر معلوم هستند و ما می خواهیم، فریم بعدی را محاسبه

کنیم که از  $\hat{S}_u(m+L)$  شروع می شود. صحبت پنجره شده در این حالت:

$$S_{m+L}(k) = \hat{S}_u(k)W_{m+L}(k)$$

و بخش بازگشتی  $(i)$  را می توان بصورت زیر نوشت:

$$r_{m+L}(i) = \sum_{K=-\infty}^{m+L-N-1} S_{m+L}(k)S_{m+L}(k-i)$$

$$r_{m+L}(i) = \sum_{k=-\infty}^{m-N-1} S_{m+L}(k)S_{m+L}(k-i) + \sum_{k=m-N}^{m+L-N-1} S_{m+L}(k)S_{m+L}(k-i)$$

با قرار دادن  $\hat{S}_u(k)$ ، و تابع پنجره در بخش اول داریم :

$$r_{m+L}(i) = \alpha^{2L} r_m(i) + \sum_{k=m-N}^{m+L-N-1} S_{m+L}(k)S_{m+L}(k-i)$$

و سرانجام ضرایب اتوکوریشن بصورت زیر محاسبه می شوند:

$$R_{m+L}(i) = r_{m+L}(i) + \sum_{k=m-N}^{m+L-N-1} S_{m+L}(k)S_{m+L}(k-i)$$

بعد از محاسبه ضرایب اتوکوریشن با  $N=35$  و  $L=20$ ، از الگوریتم Durbin برای

محاسبه پارامترهای LPC استفاده می کنیم [۸]. همچنین ضریب تحریص نویز  $\frac{257}{256}$  را برای اصلاح

$R(0)$  بکار می بریم که معادل اضافه کردن نویز سفید  $24dB$  زیر سطح متوسط صحبت می باشد.

این کار باعث پر شدن چاله های طیفی با نویز سفید و کاهش نزدیک دینامیک طیفی

می شود. قبل از بکارگیری پارامترهای LPC محاسبه شده، آنها را با ضریب گسترش پهنه ای باند

$$\lambda = \frac{253}{256} \text{، بصورت زیر اصلاح می کنیم:}$$

$$\hat{a}_i = \lambda^i a_i, i = 0, 1, \dots, 49$$

که در آن  $a_i$  و  $\hat{a}_i$  به ترتیب مقدار اولیه و گسترش یافته پارامترهای LPC می باشند [۵] .

### ۳-۲-۲-۲-فیلتر وزنی شنیداری

این فایل فقط برای مشاهده می باشد . برای خرید فایل ورد این پایان نامه با قیمت فقط ۵ هزار تومان به سایت فروشگاه علمی اسماں مراجعه کنید. [www.asemankafinet.ir](http://www.asemankafinet.ir)

فیلتر وزنی شنیداری استفاده شده در LD-CELP (بلوک ۱۰ در شکل (۲-۳))، شبیه فیلتر شکل

دهنده نویز به فرم کلی زیر است:

$$W(Z) = \frac{1 + \sum_{i=1}^{10} q_i \gamma_1^i Z^{-i}}{1 + \sum_{i=1}^{10} q_i \gamma_2^i Z^{-i}}$$

که در آن  $\gamma_1$  و  $\gamma_2$  ضرایب تنظیم هستند که به ترتیب برابر ۰.۹ و ۰.۶ قرار می گیرند. ضرایب  $q$

فیلتر به همان روش ضرایب فیلتر ستنز ، با  $\alpha = (\frac{1}{2})^{\frac{1}{40}}$  محاسبه

می شوند . همچنین ضریب تصحیح نویز  $\frac{257}{256}$  نیز در اینجا اعمال می شود.

### ۳-۲-۳- ساختار کتاب کد

در شکل (۲-۳) بلوک های ۱۸ تا ۱۲ تشکیل دهنده بلوک جستجوی کتاب کد (۲۴) هستند . این

بلوک ، ۱۰۲۴ بردار تحریک کتاب کد کوانتیزه برداری (VQ) بلوک ۱۹ را بررسی کرده و اندیس

بهترین بردار که بردار صحبت کوانتیزه متناظر آن ، به بردار صحبت ورودی از همه نزدیکتر باشد

را مشخص می سازد . جهت ساده شدن جستجو ، کتاب کد ۱۰۲۴ مدخلی ۱۰ بیتی به دو کتاب کد

کوچکتر تقسیم می شود: یک کتاب کد شکل ۷ بیتی که شامل ۱۲۸ بردار کد مستقل و یک کتاب کد

بهره ۳ بیتی شامل ۸ مقدار اسکالر متقارن نسبت به صفر ( یعنی ۱ بیت برای علامت و ۲ بیت

برای اندازه ) . بردار کد نهایی حاصلضرب بهترین بردار شکل و بهترین سطح بهره خواهد بود .

### ۱-۳-۲-۳- جستجوی کتاب کد

این فایل فقط برای مشاهده می باشد . برای خرید فایل ورد این پایان نامه با قیمت فقط ۵ هزار تومان به سایت فروشگاه علمی اسماں مراجعه کنید. [www.asemankafinet.ir](http://www.asemankafinet.ir)

بلوک جستجوی ۲۴ درواقع هر بردار کد را در بهره تحریک کنونی  $\sigma(n)$  ضرب کرده و از

فیلتر های متوالی ستر (F(z) و وزن دهنده شنیداری (W(z) عبور می دهد .

فیلتر کردن بردارهای کد  $VQ$  را میتوان بدین صورت بیان کرد : فرض کنید که  $j$   $y_j$  امین بردار کد

در کتاب کد شکل ۷ بیتی و  $g_i$  امین سطح در کتاب کد بهره باشد . اگر  $h(n)$  پاسخ ضربه فیلتر

متوالی  $H(z)=F(z)W(z)$  باشد ، وقتیکه بردار کد مشخص شده با اندیس های  $j$  به  $H(z)$  اعمال

شود خروجی فیلتر بصورت زیرخواهد شد :

$$\tilde{x}_{ij} = H \sigma(n) g_i y_j$$

که در آن

$$H = \begin{bmatrix} h(0) & 0 & 0 & 0 & 0 \\ h(1) & h(0) & 0 & 0 & 0 \\ h(2) & h(1) & h(0) & 0 & 0 \\ h(3) & h(2) & h(1) & h(0) & 0 \\ h(4) & h(3) & h(2) & h(1) & h(0) \end{bmatrix}$$

بلوک ۲۴ بدنبال ترکیبی از  $\hat{x}(n)$  می گردد که خطای مینگین مربعی (MSE) زیر را مینیمم سازد :

$$\hat{x}(n) = x(n) / \sigma(n)$$

$$D = \sigma^2(n) \left[ \| \hat{x}(n) \|^2 - 2 g_i \hat{x}^t(n) \mathbf{H} y_j \right]^2 + g_i^2 \| \mathbf{H} y_j \|^2$$

بردار هدف نرمالیزه بهره می باشد :

که در آن

چون عبارت های در طول جستجوی کتاب کد ثابت هستند باید :

$$\hat{D} = -2 g_i p^t(n) y_j + g_i^2 E_j$$

مینیمم شود که در آن :

$$p(n) = H^t \hat{x}(n), E_j = \| \mathbf{H} y_j \|^2$$

توجه کنید که  $E_j$  انرژی  $j$  امین بردار شکل است و به بردار هدف  $(n)$  بستگی ندارد . همچنین بردار شکل  $y$  و ماتریس  $H$  تنها به فیلترستز و فیلتز وزنی بستگی دارد که در دوره ۴ بردار صحبت ثابت است و در نتیجه  $E_j$  هم در این دوره ثابت می ماند .

برای کاهش بیشتر محاسبات می توان آرایه های  $g_i = 2$  و  $b_i = 2$  و  $C_i = g_i^2$  (i=۰,۱,...,۷) را از قبل محاسبه و ذخیره ساخت .

در نتیجه :

$$\hat{D} = -b_i P_j + c_i E_j$$

که در آن :

$$P_j = p^t(n)y_j$$

بنابر این برای جستجوی کتاب کد ابتدا باید برای هر بردار شکل  $j$  y، بهترین اندیس بهره  $i$  که  $\hat{D}$  را مینیمم سازد مشخص کرده و سپس این کار را برای همه  $j$  ها انجام داده تا در نهایت

و

$j_{\min}$  مبوطه بدست آید .

### ۳-۲-۴- شبه دیکدر

تا کنون کدکننده بهترین اندیس کتاب کد تحریک را ارسال داشته ولی هنوز بعضی کارهای آماده سازی برای کدینگ بردارهای بعدی باقی مانده است . ابتدا این اندیس به کتاب کد VQ تحریک

$$y(n) = g_{i \min} y_{j \min}$$

$$\sigma(n)$$

این فایل فقط برای مشاهده می باشد . برای خرید فایل ورد این پایان نامه با قیمت فقط ۵ هزار تومان به سایت فروشگاه علمی اسماں مراجعه کنید . [www.asemankafinet.ir](http://www.asemankafinet.ir)  
اعمال شده تا بهترین بردار تحریک را تولید کند . سپس این بردار در بهره

تحریک کنونی ضرب می شود (بلوک ۲۱) . بردار تحریک بدست آمده برابر است با :

$$e(n) = \sigma(n)y(n)$$

بردار تحریک از فیلتر سنتز (۲۲) عبور می کند تا بردار صحبت کوانتیزه فعلی  $(n)_q$  تولید کند .

توجه کنید که بلوک های ۱۹ تا ۲۳ شبه دیکدر (۸) را شکل می دهند . از این رو بردار صحبت کوانتیزه  $(n)_q$  برابر صحبت دیکد شده شبیه سازی در کanal بدون خطأ است .

در شکل (۲-۲) تطبیق دهنده فیلتر سنتز (۲۳) ، بردار  $(n)_q$  برای تجدید

ضرائب فیلتر سنتز نیاز دارد . همچنین تطبیق دهنده بهره (۲۰) ، بردار تحریک  $e(n)$  را جهت

تجدید

ضرائب log-gain لازم دارد .

### ۴-۲-۵-پست فیلتر <sup>۷۷</sup>

این بلوک جهت افزایش کیفیت شنیداری ، صحبت دیکد شده را فیلتر می کند . جزئیات بیشتر این

بلوک در شکل (۴-۳) نشان داده شده است . پست فیلتر در اصل شامل ۳ بخش است : پست فیلتر

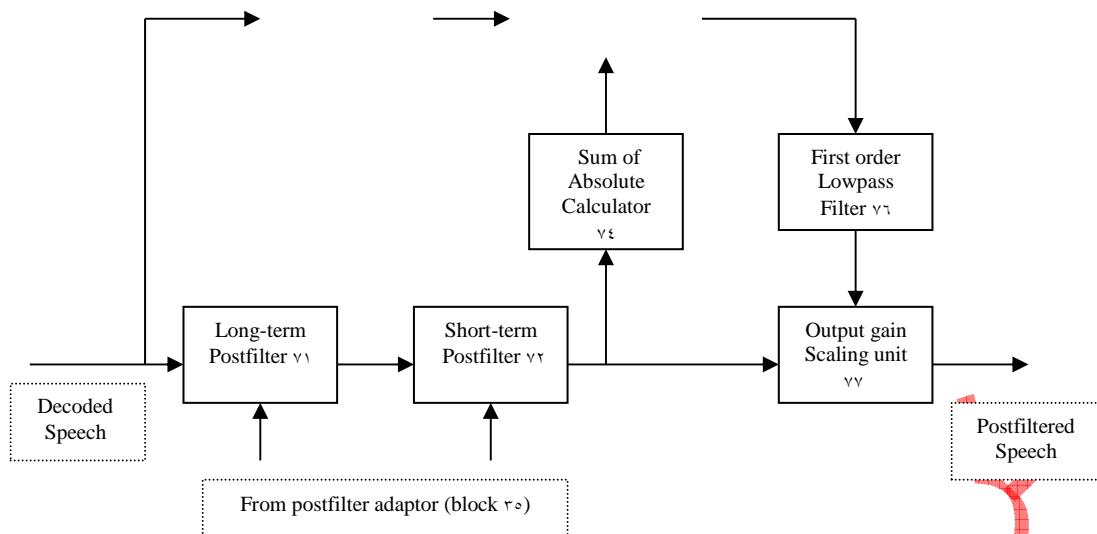
زمان-بلند ۷۱ ، پست فیلتر زمان-کوتاه ۷۲ و واحد مقیاس کننده بهره خروجی ۷۷ . بقیه بلوکهای

شکل (۴-۳) برای محاسبات بلوک ۷۷ هستند.

Sum of  
Absolute  
Calculator <sup>۷۷</sup>

Scaling factor  
Calculator <sup>۷۰</sup>

<sup>۷۷</sup> Postfilter



شکل (۴-۳) : طرح بلوکی پست فیلتر

پست فیلتر زمان- بلند (۷۱) که کاهی پست فیلتر pitch نامیده می شود ، یک فیلتر شانه ای<sup>۲۸</sup>

است که پیکهای طیفی آن در مضارب فرکانس pitch صحبتی که باید پست فیلتر شود ،

واقع شده است . پریود pitch را میتوان از صحبت دیکشده با استفاده از یک آشکارساز pitch

استخراج کرد. اگر p پریود pitch (به نمونه) بدست آمده از آشکارساز pitch باشد ، آنگاه تابع

انتقال پست فیلتر زمان- بلند بصورت زیر میتواند بیان شود :

$$H(z) = g_l(1 + b z^{-p})$$

که در آن ضرائب  $g_l$ ,  $b$ ,  $p$  در تطبیق دهنده پست فیلتر ساخته و در هر ۴بردار

(یک فریم) تجدید می شوند .

<sup>۲۸</sup> Comb

این فایل فقط برای مشاهده می باشد . برای خرید فایل ورد این پایان نامه با قیمت فقط ۵ هزار تومان به سایت فروشگاه علمی اسماں مراجعه کنید. [www.asemankafinet.ir](http://www.asemankafinet.ir)

پست فیلتر زمان-کوتاه (۷۲) شامل یک فیلتر مرتبه ۱۰ صفر-قطب بدنبال یک فیلتر تمام-صفر مرتبه ۱ است . فیلتر مرتبه ۱۰ صفر-قطب ، مؤلفه های فرکانسی بین پیک های فرمنت را تضعیف می کند . در حالیکه فیلتر مرتبه اول تمام-صفر می کوشد تا پاسخ فرکانسی فیلتر صفر-قطب مرتبه ۱۰ را هموار سازد .

فرض کنید که  $a_i$  ضرائب  $LPC$  مرتبه ۱۰ و  $K_1$  اولین ضریب انعکاس

حاصل از آنالیزم عکوس  $LPC$  صحبت دیکد شده باشند آنگاه  $a_i$  و  $K_1$  را میتوان

باهم از آنالیز  $PC$  معکوس مرتبه ۵۰ (بلوک ۳۳ در شکل(۲-۳)) بدست آورد .

فقط باید تکرار Durbin مرتبه ۵۰ را در مرتبه ۱۰ متوقف کرده و ضرائب فوق را ذخیره کرد و

سپس تکرار Durbin را از مرتبه ۱۱ تا ۵۰ ادامه داد .

تابع انتقال پست فیلتر زمان-کوتاه بصورت زیر است :

$$H_s(z) = \frac{1 - \sum_{i=1}^{10} b_i z^{-i}}{1 - \sum_{i=1}^{10} a_i z^{-i}} [1 + \mu z^{-1}]$$

$$b_i = \tilde{a}_i (0.65)^i, i = 1, 2, \dots, 10$$

$$a_i = \tilde{a}_i (0.75)^i, i = 1, 2, \dots, 10$$

$$\mu = 0.15 K_1$$

که در آن ضرائب  $b_i$  در هر فریم یک بار و در اولین بردار آن تجدید می شوند . در حالت کلی

بعد از اینکه صحبت دیکد شده از پست فیلتر زمان-بلند و زمان-کوتاه می گذرد ، صحبت فیلتر

شده همان انرژی اولیه را نداردو بدین منظور بلوکهای ۷۳ تا ۷۷ کار کنترل اتوماتیک بهره و حفظ

انرژی صحبت را انجام می دهند .

## د و شش فصل ک

شبیه سازی ممیز ثابت الگوریتم به

زبان C

### ۱- مقدمه

شبیه سازی یک الگوریتم بر روی کامپیوتر بوسیله یک زبان سطح بالا مانند C، گام نخست جهت

پیاده سازی آن الگوریتم بر روی DSP بشمار می رود . همانطور که در فصل ۵ بیان خواهد شد، با

توجه به پیاده سازی کدک G.728 بر روی DSP های ممیز ثابت ، لازم است که ابتدا آلگوریتم

کدک را بصورت ممیز ثابت شبیه سازی نماییم. در این فصل ابتدا ویژگی های برنامه نویسی

ممیز ثابت را شرح میدهیم . سپس ساده سازی محاسبات برای برنامه نویسی ممیز ثابت را بیان

این فایل فقط برای مشاهده می باشد . برای خرید فایل ورد این پایان نامه با قیمت فقط ۵ هزار تومان به سایت فروشگاه علمی اسماں مراجعه کنید. [www.asemankafinet.ir](http://www.asemankafinet.ir)  
نموده و پس از آن بلوک ها و متغیرهای برنامه را به اختصار شرح می دهیم. در قسمت آخر هم روندnamای برنامه اینکدر و دیکدر را توصیف می کنیم .



۴-۲-۱- نمایش اعداد

۴-۲-۲- ویژگی های برنامه نویسی ممیز ثابت

واحد پایه در پیاده سازی ۱۶ بیتی ، کلمه ۱۶ بیتی است که برای اعداد صحیح علامت دار بین

۳۲۷۶۸ تا ۳۲۷۶۷ - تغییر می کند و بصورت مکمل ۲ ذخیره می گردد. برای نمایش اعداد اعشاری

یک نقطه اعشاری بایدیین دو بیت کلمه در نظر گرفته شود. مثلاً برای نمایش اعداد بین  $+1$  ،  $-1$  -

بایستی نقطه اعشاری بین بیت های ۱۵ و ۱۴ قرار گیرد. این فرمت خاص  $Q15$  نامیده می شود زیرا

۱۵ بیت در سمت راست نقطه اعشاری وجود دارد.  $Qn$  فرمت بدین صورت تعریف می شود که

$n$  بیت در سمت راست نقطه اعشاری وجود داشته باشد . اعداد صحیح بصورت  $Q0$  نمایش

داده می شوند.

برخی داده ها به دقت بیشتری نیاز دارند از اینکه با یک کلمه ۱۶ بیتی نمایش داده شوند. مانند

رجیستر های ضرب و اکومولاتور در چیپ های DSP که می توانند اعداد با دقت از ۱ تا  $2^{31}$  را

نمایش دهند که به دقت مضاعف معروف است .

برخی داده ها رنج وسیعتری دارند از اینکه بتوان با یک فرمت ۱۶ بیتی ثابت نمایش داده شوند .

شاید ۱۶ بیت دقت کافی باشد ولی باید از مقیاس کردن دینامیک استفاده شود. این نوع داده ها را

این فایل فقط برای مشاهده می باشد . برای خرید فایل ورد این پایان نامه با قیمت فقط ۵ هزار تومان به سایت فروشگاه علمی اسماں مراجعه کنید. [www.asemankafinet.ir](http://www.asemankafinet.ir)

می توان بصورت ممیز شناور و با دقت معمولی نشان داد . یعنی اینکه داده با ۲ کلمه نشان داده می شود، اولين کلمه حاوی عددی است که اندازه آن بین ۱۶۳۸۴ و ۳۲۷۶۷ می باشد . این مانتیس مقدار است و می گوئیم که مقدارش در فرمت نرمالیزه نمایش داده می شود اگر مقدار مثبت باشد ، بیت ۱۴ مانتیس ۱ است . کلمه دوم حاوی تعداد شیفت به چپ (<sup>۲۹</sup>NLS) هایی است که بکار رفته تا عدد <sup>۲۹</sup>n در مقدار نرمالیزه اش قرار دهد .

بنابراین کلمه دوم مشخص کننده Q فرمت مانتیس می باشد. اگر این فرمت برای یک مقدار منفرد بکار رود ممیز شناور اسکالر نامیده می شود . همچنین امکان دارد که یک آرایه از n مقدار را با  $n+1$  کلمه، با استفاده از ممیز شناور بلوکی نمایش داد. با استفاده از این فرمت ، بزرگترین مقدار در آرایه باید به همان صورتی که برای ممیز شناور اسکالر گفته شد ، نمایش داده شود . بقیه مقادیر در آرایه باید از همان NLS استفاده کنند و مانتیس آنها لزوماً باید در فرمت نرمالیزه باشد.

گسترش این نمایش بصورت ممیز شناور بلوکی قسمت شده می باشد . در این حالت یک آرایه m مقداری بوسیله  $(n+1)$  کلمه نمایش داده می شود . این آرایه تقسیم می شود به mn زیر آرایه با اندازه n ، که هر زیر آرایه بصورت ممیز شناور بلوکی با n کلمه برای اندازه ها و ۱ کلمه برای NLS نمایش داده می شود .

نوع دیگری از نمایش بکار رفته بصورت ممیز شناور با دقت مضاعف است. در این حالت <sup>۲۹</sup>n اعداد صحیح با دقت مضاعف بعنوان مانتیس بکار می روند و یک کلمه با دقت معمولی برای NLS استفاده می شود. در مجموع انواع مختلف نمایش ها عبارتند از ممیز ثابت با دقت معمولی، ممیز ثابت با دقت مضاعف برای اکومولاتورها و رجیسترها ضرب، ممیز شناور اسکالر با دقت معمولی و ممیز شناور بلوکی با دقت معمولی و مضاعف.

<sup>۲۹</sup> Number of Left Shift

## ٤-٢-٢- عمليات حسابي

از آنجا که ضرب دو کلمه ۱۶ بیتی یک عدد ۳۲ بیتی تولید می کند، رجیسترهاي ضرب و اکومولاتور ها باید حداقل ۳۲ بیتی باشند. در محاسبات مجموع حاصلضرب ها مانند کانولوشن و فیلتر کردن IIR,FIR ممکن است که آکومولاتور سرریز (overflow) شود که بطور جداگانه مشخص می گردد. در فیلتر کردن IIR مجموع حاصلضربها یا نتیجه عملیات ضرب و انباشت (MAC) بخشی از حافظه فیلتر برای مرحله بعدی است و ۱۶ بیت بالای خروجی در ورودی ضرب کننده استفاده می شود. یک سرریز که موجب می شود تا یک عدد بزرگ مثبت به یک عدد بزرگ منفی تبدیل شود، موجب اختلاف زیادی در خروجی فیلتر می گردد. از اینرو از مدد اشباع در فیلترهای IIR استفاده می کنیم. مدد اشباع یعنی اینکه اگر کلمه بالایی بزرگتر از ۳۲۷۶۷ از آنگاه مقدار آن برش می خورد (به این دو حد محدود می گردد).

### الف- شیفت و رند کردن

حال اگر عدد ۳- را بخواهیم یک شیفت به راست دهیم داریم :

$$\dots -3 = 11111111111101 \quad >> 1 \quad 1111111111110 = -2$$

در این حالت اندازه مقادیر با هم برابر نیستند و در پیاده سازی باید از این نکته آنگاه بود .

همچنین ممکن است که در یک الگوریتم تعداد شیفت به راست از اندازه کلمه بیشتر گردد . مثلا

یک کلمه ۱۶ بیتی باندازه ۱۸ بیت شیفت داده شود که با انجام ۱۸ بار شیفت یک بیتی حاصل ۰ یا

۱- می شود البته به علامت اولیه آن عدد . اما در بعضی از کمپایلرها ممکن است که این کار

خطا گرفته شود و این موضوع را باید در نظر داشت .

رند کردن فرایند تبدیل از دقت مضاعف به دقت معمولی در اکومولاتور است . که قبل از ذخیره به

صورت ۱۶ بیتی در حافظه ، صورت می گیرد . معمولاً با ارزشترین بیت (MSB) در کلمه پایین

اکومولاتور چک می شود ، اگر این بیت ۱ باشد آنگاه یکی به مقدار کلمه بالایی اضافه می شود و

این کلمه بعنوان حاصل رند کردن در نظر گرفته می شود . البته در این حالت باید از سرریز نشدن

اکومولاتور مطمئن شد .

## ب- تقسیم

تقسیم به اندازه جمع و ضرب زیاد استفاده نمی شود . تنها تقسیمی که بکار می رود بصورت ممیز

شناور اسکالر می باشد . صورت و مخرج و خارج قسمت به فرمت نرمالیزه نمایش داده می شوند .

NLS خارج قسمت با تفریق NLS مخرج از NLS صورت و جمع با ۱۴ محاسبه می شود .

چرا که اگر صورت کمی از مخرج بزرگتر باشد و هر دو دارای  $NLS=0$  باشند خارج قسمت باید

دارای  $NLS=14$  باشد تا بصورت صحیح نرمالیزه باشد . اگر مانتیس صورت کوچکتر از مانتیس

مخرج باشد آنگاه صورت یکی به چپ شیفت داده می شود و به NLS آن یکی اضافه می شود

این فایل فقط برای مشاهده می باشد . برای خرید فایل ورد این پایان نامه با قیمت فقط ۵ هزار تومان به سایت فروشگاه علمی اسماں مراجعه کنید. [www.asemankafinet.ir](http://www.asemankafinet.ir)

سپس NLS مخرج محاسبه می گردد و این تضمین می کند که مانیس خارج قسمت بصورت نرمالیزه باشد.

#### ٤-٣- ساده سازی محاسبات الگوریتم

در این قسمت لازم است که برخی از محاسبات الگوریتم را برای پیاده سازی ممیز ثابت مناسب ساخته و بار محاسباتی آنها را کاهش دهیم .

#### ٤-٣-١- تطبیق دهنده بهره

در اینجا لازم است که ابتدا عملیات ممیز شناور تطبیق دهنده بهره را به اختصار شرح دهیم . آرایه حالت بهره GSTATE که بار علامت  $\delta$  نشان داده می شود حاوی ۱۰ بهره لگاریتمی بدون افست می باشد . علامت  $\delta(n)$  بهره را برای بردار  $n$  نشان می دهد. خروجی پیشگویی بهره برای بردار  $n$  بصورت زیر است :

$$(1) \quad \hat{\delta}(n) = - \sum_{i=1}^{10} \alpha_i \delta(n-i)$$

مطابق با شکل (٤-١) قبل از تبدیل  $(n)$  به حالت خطی یک افست بهره ۳۲db باید به آن اضافه شده و آزمایش شود که :

$$(2) \quad 0 \leq \hat{\delta}(n) + 32 \leq 60$$

تخمین بهره در حالت خطی بصورت زیر خواهد بود:

$$(3) \quad \sigma(n) = 10^{(\hat{\delta}(n) + 32)/20}$$

مقدار  $\sigma(n)$  در ابتدا برای نرمالیزه کردن بردار هدف  $VQ$  تحریک بکار می رود . بعد از اینکه جستجوی کتاب کد کامل شد ،  $\sigma(n)$  برای مقیاس کردن بهترین بردار کد انتخابی بکار می رود .

این فایل فقط برای مشاهده می باشد . برای خرید فایل ورد این پایان نامه با قیمت فقط ۵ هزار تومان به سایت فروشگاه علمی اسماں مراجعه کنید. [www.asemankafinet.ir](http://www.asemankafinet.ir)

اگر فرض کنیم که اندیس بهره  $i$  و اندیس شکل  $j$  برای بردار  $n$  انتخاب شده باشد بردار تحریک

بصورت زیر خواهد بود :

$$(4) \quad e(n) = \sigma(n) g_i y_j$$

که در آن  $y_j$ ،  $j$  امین بردار شکل و  $g_i$ ،  $i$  امین سطح بهره در کتاب کد بهره می باشند. آنگاه بردار

تحریک  $e(n)$  برای محاسبه  $(n)$   $\delta$  بکار می رود. توان  $(n)$   $e(n)$  بصورت زیر است :

$$(5) \quad P [ e ( n ) ] = \frac{1}{5} \sum_{k=1}^5 e_k^2 ( n )$$

قبل از تبدیل  $[e(n)]$  به مقیاس لگاریتمی  $P[e(n)]$  را به مقادیر بزرگتر یا مساوی ۱ برش می زنیم یعنی :

$$(6) \quad P[e(n)] \geq 1$$

این از سریز شدن در تبدیل لگاریتمی جلوگیری می کند و در نهایت  $\delta(n)$  بصورت زیر برای

پیشگویی بهره تحریک بعدی حاصل می گردد:

$$(7) \quad \delta(n) = 10 \log_{10} P[e(n)] - 32$$

حالا روشی که از نظر ریاضی معادل روش فوق و مناسب برای پیاده سازی ممیز ثابت می باشد را

شرح می دهیم . فرض کنید که،  $k$  امین عنصر  $j$  امین بردار شکل باشد. از ترکیب معادلات :

$$(8) \quad \begin{aligned} P [ e ( n ) ] &= \frac{1}{5} \sum_{k=1}^5 (\sigma ( n ) g_i y_{jk})^2 \\ &= \sigma^2 ( n ) g_i^2 \left[ \frac{1}{5} \sum_{k=1}^5 y_{jk}^2 \right] \\ &= \sigma^2 ( n ) g_i^2 P [ y_i ] \end{aligned}$$

با جایگذاری معادله (۸) در معادله (۷) داریم :

$$\delta(n) = 20 \log \sigma(n) - 32 + 20 \log |g_i| + 10 \log P[y_j]$$

اکنون با استفاده از معادله (۳) داریم:

$$\delta(n) = \hat{\delta}(n) + 20 \log |g_i| + \log P[y_j]$$

که در آن  $20 \log |g_i|$  مقدار بهترین بهره انتخابی و  $\log P[y_j]$  مقدار توان بهترین بردار شکل

انتخابی بر حسب dB هستند. شکل (۴-۲) طرح بلوکی این روش را نشان می دهد. از آنجا که فقط

۴ مقدار ممکن  $|g_i|$  و ۱۲۸ مقدار ممکن  $P[y_j]$  داریم ، می توان مقادیر آنها بر حسب dB محاسبه

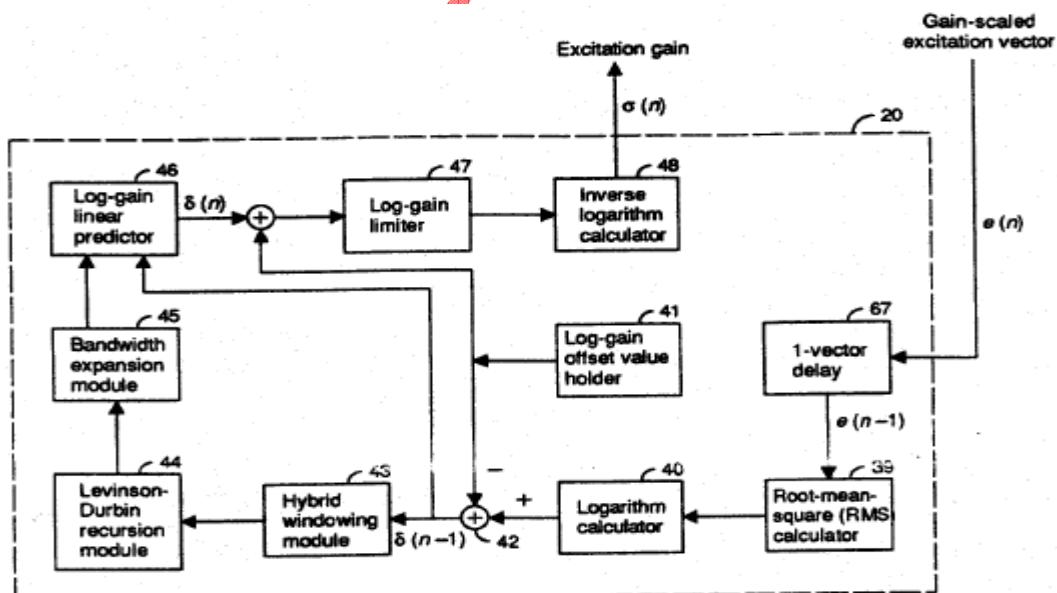
و در جدول های بهره بلوک های ۹۴ و ۹۳ این شکل ذخیره ساخت. واحدهای تاخیر ۹۱ و ۹۲ بهترین

اندیس بهره و شکل حاصل از جستجوی کتاب کد تحریک برای بردار قبلی را آماده می سازند. واحد

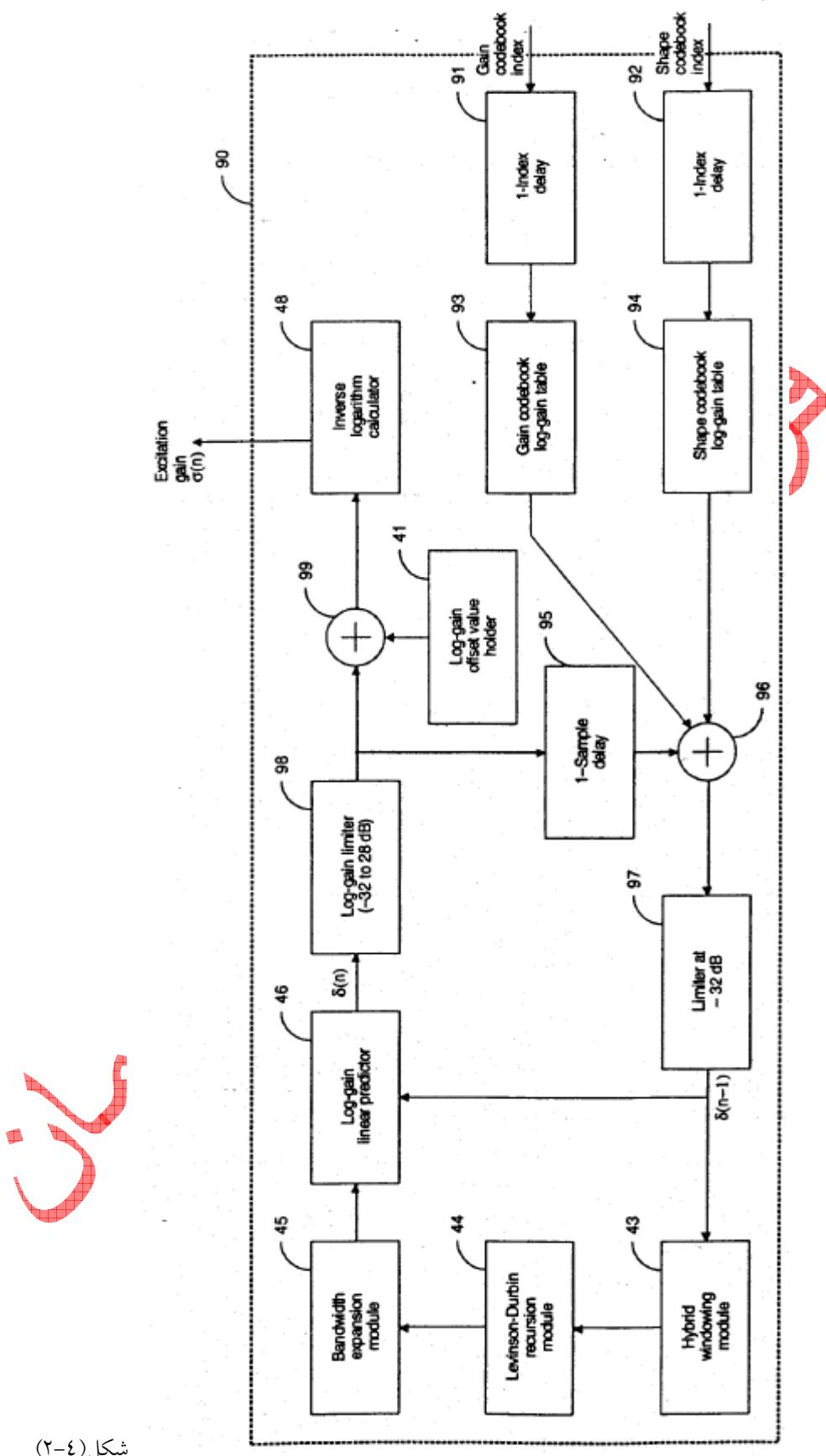
یک نمونه تاخیر ۹۵ پیشگویی قبلی ( $n^{\wedge}$ ) را نگهداری می کند. خروجی محدود کننده ۹۷ از نظر

ریاضی معادل است با خروجی جمع کننده ۴۲ در شکل (۱-۴) و بقیه بلوکها تقریبا مشابه

یکدیگر هستند .



شکل(۱-۴) : تطبیق دهنده بهره



شکل(۲-۴)

روش معادل نشان داده شده در شکل (۲-۴)، ۲ امتیاز مهم بر روش اولیه دارد :

این فایل فقط برای مشاهده می باشد . برای خرید فایل ورد این پایان نامه با قیمت فقط ۵ هزار تومان به سایت فروشگاه علمی اسماں مراجعه کنید. [www.asemankafinet.ir](http://www.asemankafinet.ir)

۱- نیاز به محاسبه تابع لگاریتم (بلوک ۴۰ شکل(۱-۴)) که در DSP ها با محاسبه سری های

توانی پیاده سازی می شود و سیکل دستور زیادی را برای محاسبه می گیرد، ندارد .

۲- به دلیل حلقه فیدبک طولانی در روش اول (بخاطر تطبیق معکوس) محاسبات بیشتری در آن

انجام می شود و در نتیجه از دقت محاسبات کاسته می شود و بعلاوه در یک پردازنده ممیز ثابت

محاسبه تابع لگاریتم همواره با دقت مناسب صورت نمی گیرد .

البته در روش جدید به خاطر محاسبه و ذخیره ۴ بردار بهره و ۱۲۸ بردار شکل به  $132 = 128 + 4$  کلمه

بیشتر از حافظه ROM احتیاج است که البته مقدار ناچیزی می باشد.

#### ۴-۲-۳- محاسبه لگاریتم معکوس (بلوک ۴۸)

شبیه کد ممیزشناور بلوک (۴۸) شکل (۱-۴) بصورت زیر است :

$$GAIN = 10^{(Z/20)}, Z = LOGAIN + GOFF$$

که در آن GOFF ، افست بهره می باشد. با تبدیل به مبنای ۲ داریم :

$$10^{0.05Z} = 2^{0.05 \log_2(10)Z} = 2^{0.1660964Z}$$

فرض کنید  $Z = 0.1660964$  باشد که در محدوده ۰ تا ۰.۹۷۷ تغییر می کند و  $X = [X] + x$  که

$[X]$  جز صحیح  $X$  و  $x$  بخش کسری آن است. مقدار  $2^{[X]}$  براحتی محاسبه می شود و آنچه که

می ماند محاسبه بخش کسری  $X$  است.

در محاسبه فرض کنید که  $0.1660964$  در فرمت Q21 نمایش داده شود. این مطابق است با عددی که

به صورت ۱۰ در ۱۶ بیت بالایی و ۲۰۶۴ در ۱۵ بیت پایینی نمایش داده شود. ما هردو جزء  $Z$  را

بطور جداگانه ضرب می کنیم تا به دقت خوبی برای  $X$  بررسیم و آنگاه  $[X]$  و  $x$  را جدا می کنیم

این فایل فقط برای مشاهده می باشد . برای خرید فایل ورد این پایان نامه با قیمت فقط ۵ هزار تومان به سایت فروشگاه علمی اسما مراجعه کنید. [www.asemankafinet.ir](http://www.asemankafinet.ir)  
در محاسبه نمای جز کسری می دانیم که  $1^{2^x} < 2^x < 10^x$ . در نتیجه می توان

نمایش ثابت زیر را بکار برد :  $Q_{14}, Q_{15}$  بصورت  $2^x$  خواهد بود. برای محاسبه  $2^x$  از

بسط سری تیلور زیر استفاده می کنیم :

$$\begin{aligned} 2^x &= [((C_4x + C_3)x + C_2)x + C_1]x + C_0 \\ &= C_4x^4 + C_3x^3 + C_2x^2 + C_1x + C_0 \end{aligned}$$

که در آن ضرایب  $C$  بصورت زیر هستند [۱۰] :

$C_4 = ۳۲۳$  (Q15)

$C_3 = ۱۸۷۴$  (Q15)

$C_2 = ۷۸۶۶$  (Q15)

$C_1 = ۲۲۷۰۲$  (Q15)

$C_0 = ۱۶۳۸۴$  (Q14)

#### ۴-۴- روند نمای برنامه

با توجه به بلوک دیاگرام طراحی شده برای کدک G.728 (شکل (۱-۳)) و همچنین ملاحظات و

تغییرات لازم برای برنامه نویسی ممیز ثابت، برنامه اینکدر به زبان C استاندارد نوشته شده و همراه

با برنامه دیکدر در شبیه سازی مورد استفاده قرار گرفته و آزمایش شده است. این برنامه ها در

ضمیمه (الف) بطور کامل موجود می باشد. در این قسمت ابتدا برخی از متغیرها و بلوک های مهم

برنامه را در جدول های (۱-۴) و (۴-۲) معرفی نموده و سپس روند نمای اینکدر و دیکدر را شرح

می دهیم .

توضیف	ابعاد (آرایه)	نام متغیر
ضرایب فیلتر ستز	۵۱ تا ۱	A

این فایل فقط برای مشاهده می باشد . برای خرید فایل ورد این پایان نامه با قیمت فقط ۵ هزار تومان به سایت

فروشگاه علمی اسما مراجعه کنید. [www.asemankafinet.ir](http://www.asemankafinet.ir)

آرایه موقت ضرایب فیلتر سنتز	۱ تا ۱	ATMP
ضرایب مخرج فیلتر وزنی	۱۱ تا ۱	AWP
ضرایب صورت فیلتر وزنی	۱۱ تا ۱	AWZ
آرایه موقت فیلتر وزنی	۱۱ تا ۱	AWZTMP
بردار تحریک	۵ تا ۱	ET
۲ برابر سطوح بهره در کتاب کد	۸ تا ۱	G₂
بهره تحریک خطی	۱	GAIN
نقشه وسط سطوح بهره	۷ تا ۱	GB
مربع سطوح بهره	۸ تا ۱	GSQ
ضرایب پیشگویی بهره	۱۱ تا ۱	GP
آرایه موقت ضرایب پیشگویی بهره	۱۱ تا ۱	GPTMP
آرایه موقت بهره	۴ تا ۱	GTMP
F(z)W(z) بردار پاسخ ضربه	۵ تا ۱	H
بهترین اندیس کتاب کد برای ارسال	۱	ICHAN
بهترین اندیس بهره کتاب کد	۱	IG
بهترین اندیس شکل کتاب کد	۱	IS
بردار کورلیشن جستجوی کتاب کد	۵ تا ۱	PN
ضرایب اتو کورلیشن	۱۱ تا ۱	R
آرایه موقت ضرایب اتو کورلیشن	۱۱ تا ۱	RTMP
بردار صحبت ورودی	۹ تا ۱	S
بردار صحبت کوانتیزه	۱۰ تا ۱	ST
حافظه فیلتر سنتز	۱۰ تا ۱	STATELPC
بافر پنجره هیبرید فیلتر وزنی	۲۰ تا ۱	STMP
بافر پنجره هیبرید فیلتر سنتز	۲۰ تا ۱	STTMRP
بردار صحبت وزن داده شده شنیداری	۵ تا ۱	SW
بردار هدف VQ	۵ تا ۱	TARGET
آرایه کتاب کد شکل	۶۴۰ تا ۱	Y
انرژی بردارهای کانولوشن شده شکل	۱۲۸ تا ۱	Y₂
پاسخ ورودی صفر	۵ تا ۱	ZIR

جدول (۱-۴) : متغیرهای برنامه

خروجی(ها)	ورودی(ها)	بلوک
SW	S,AWZ,AWP	۴- فیلتر وزنی شنیداری

ZIR	A,STATELPC,AWZ,AWP	۱۰- BLOCKZIR، پاسخ ورودی صفر فیلتر سنتز و فیلتر وزنی شنیداری
TARGET	SW,ZIR	۱۱- محاسبه بردار هدف
H	A,AWZ,AWP	۱۲- محاسبه پاسخ ضربه
Y₂	H,Y	۱۴- ۱۵- کانولوشن بردار شکل و محاسبه انرژی
TARGET	TARGET,GAIN	۱۶- نرمالیزه کننده بردار هدف
PN	H,TARGET	۱۳- کانولوشن معکوس زمانی
IG,IS,ICHAN	PN,Y,Y₂,GB,G₂,GSQ	۱۷- ۱۸- محاسبه خطوانتخاب بهترین آندیس کتاب کد
ET	IG,IS,GAIN	۱۹- ۲۱- کتاب کد تحریک و مقیاس بهره
ST	ET,A,AWZ,AWP,STATEL PC	۹- ۱۰- تجدید حافظه فیلتر

جدول (۲-۴): بلوک های برنامه

بلوک	ورودی(ها)	خروجی(ها)
۳۶- پنجره هیبرید فیلتر وزنی شنیداری	STMP	R

این فایل فقط برای مشاهده می باشد . برای خرید فایل ورد این پایان نامه با قیمت فقط ۵ هزار تومان به سایت فروشگاه علمی اسماں مراجعه کنید. [www.asemankafinet.ir](http://www.asemankafinet.ir)

AWZTMP	R	۳۷- تکرار Durbin فیلتر وزنی شنیداری
AWZ,AWP	AWZTMP	۳۸- محاسبه ضرایب وزن داده فیلتر
RTMP	STTMP	۴۹- پنجره هیبرید فیلتر سنتز
ATMP	RTMP	۵۰- تکرار Durbin فیلتر سنتز
A	ATMP	۵۱- گسترش دهنده پهنه‌ای باند
R	GTMP	۴۳- پنجره هیبرید بهره
GPTMP	R	۴۴- تکرار Durbin بهره
GP	GPTMP	۴۵- گسترش پهنه‌ای باند بهره

جدول (۲-۴): بلوک های برنامه (ادامه)

#### ۴-۱-۴- اینکدر

در شکل (۳-۴) روند نمای کلی برنامه اینکدر ترسیم شده است، در اینجا مراحل اجرای این روند

نمای و توصیف کلی بلوکهای استفاده شده در آنرا بیان می کنیم.

در ابتدای برنامه و قبل از وارد شدن به حلقه اصلی برنامه (main-loop)، باید متغیرهای سراسری

برنامه مقدار دهی اولیه شوند ، برخی از این متغیرها مانند بردار پاسخ ضربه H باید در ابتدا

دارای مقدار معینی بوده و برخی دیگر مانند ضرایب A , LPC به صفر مقدار دهی اولیه می شود.

این فایل فقط برای مشاهده می باشد . برای خرید فایل ورد این پایان نامه با قیمت فقط ۵ هزار تومان به سایت فروشگاه علمی اسماں مراجعه کنید. [www.asemankafinet.ir](http://www.asemankafinet.ir)

همچنین در ابتدای برنامه فلگ های وضعیت خرابی ILLCONDG برای فیلتر سنتز ،

برای پیشگویی بهره ، ILLCONDW برای پست فیلتر و ILLCONDNP برای فیلتر وزنی به

FALSE مقدار دهی اولیه می شوند. این فلگ ها در صورتیکه در محاسبه ضرایب هر یک از فیلتر

های مربوطه اشکال پدید آید، دارای مقدار TRUE می شوند و در نتیجه ضرایب این فیلتر ها در

سیکل معین شده، تجدید نمی شوند. تا سیکل بعدی از همان ضرایب قبلی استفاده می شود.

سپس متغیر شمارنده برنامه یعنی ICOUNT به صفر مقدار دهی می شود. این شمارنده دارای

مقادیر ۱، ۲، ۳، ۴ می باشد و مشخص می کند که در کدام بردار فریم کنونی قرار داریم (هر فریم

شامل ۴ بردار است). پس از انجام مقدار دهی های اولیه به حلقه اصلی برنامه اینکدر یعنی-

loop می رسیم.

در ابتدای شمارنده ICOUNT چک می شود که اگر در دور قبل دارای مقدار ۴ بوده است به مقدار

۱ بزرگدد. سپس یک بردار ۵ نمونه ای از صحبت ورودی از بافر ورودی اینکدر خوانده می شود و

به بردار [۱:۵] S تخصیص داده می شود. در اینجا همه بردار های صحبت ورودی اعم از

PCM خطی، u-LAW و يا A-LAW به محدوده [۱۶۳۸۴, +۱۶۳۸۴] تبدیل می شوند. یعنی نمایش

فرمت [-۴۰۹۶, ۴۰۹۵].

در مرحله بعد اگر  $ICOUNT=3$  باشدو  $ILLCOND=FALSE$  باشد بلوک گسترش دهنه پهنهای

باند ۵۱ اجرا می شود و الا اگر  $ILLCONDW=FALSE$  باشد بلوک محاسبه ضرایب فیلتر وزنی

۳۸ اجرا می گردد. سپس بلوک های محاسبه پاسخ ضربه ۱۲ و انرژی کتاب کد ۱۴ و ۱۵

اجرا می شوند.

در مرحله بعدی اگر  $ICOUNT=2$  و همچنین فلگ  $ILLCONDG=FALSE$  باشد بلوک گسترش

پهنهای باند ۴۵ اجرا می شود. در ادامه به شروع پردازش های مربوط به هر بردار می رسیم. ابتدا

این فایل فقط برای مشاهده می باشد . برای خرید فایل ورد این پایان نامه با قیمت فقط ۵ هزار تومان به سایت فروشگاه علمی اسماں مراجعه کنید. [www.asemankafinet.ir](http://www.asemankafinet.ir)

بلوکهای پیشگویی بهره ۴۶ ، محدود کننده بهره ۹۸-۹۹ و محاسبه لگاریتم معکوس ۴۸ بطور

همزمان و در یک بلوک اجرا می شود. سپس blockzir یعنی بلوکهای فیلترستز ۹ و فیلتروزنی

شنیداری ۱۰ برای پاسخ ورودی صفر، اجرا می گردد.

در ادامه به ترتیب بلوکهای فیلتر وزنی شنیداری ۴ و محاسبه بردار هدف ۱۱ و نرمالیزه کننده بردار

هدف ۱۶ و کانولوشن معکوس زمانی ۱۳ و جستجوی کتاب کد نرمالیزه ۱۷ و ۱۸ اجرا

می گرددند. در این مرحله خروجی اینکدر یعنی اندیس کanal ICHAN بدست می آید و در بافر

خروجی ایکلدر قرار می گیرد.

پس از تحويل اندیس کاتال ۱۰ بیتی ICHAN به کanal مخابراتی نوبت به تطبیق معکوس اینکدر

می رسد.

در ابتدا بلوکهای مقیاس بردار تحریک ۱۹ و ۲۱ و سپس تجدید حافظه فیلتر های ستز و شنیداری

۹ و ۱۰ اجرا می شود. سپس بلوکهای ۹۳، ۹۴، ۹۶ و ۹۷ برای تجدید بهره اجرا می گردد.

در ادامه برنامه، بردار صحبت کوانتیزه [ST] در بافر [[STTMP ذخیره می گردد. STTMP برای

محاسبه ضرایب اتوکورلیشن در فیلتر ستز بکار می رود. سپس بردار میگنان [S در بافر [[STMP

ذخیره می گردد تا در محاسبه ضرایب اتوکورلیشن بکار رود. در اینجا پردازش های مربوط به هر

بردار پایان می یابد و نوبت به پردازش های مربوط به فریم می رسد.

ابتدا اگر  $ICOUNT=4$  باشد بلوک پنجره هیبرید ۴۹ و تکرار Durbin ۵۰ اجرا می شود.

اگر  $ICOUNT=2$  باشد، بلوک پنجره هیبرید ۳۶ و تکرار Durbin ۳۷ اجرا می گردد.

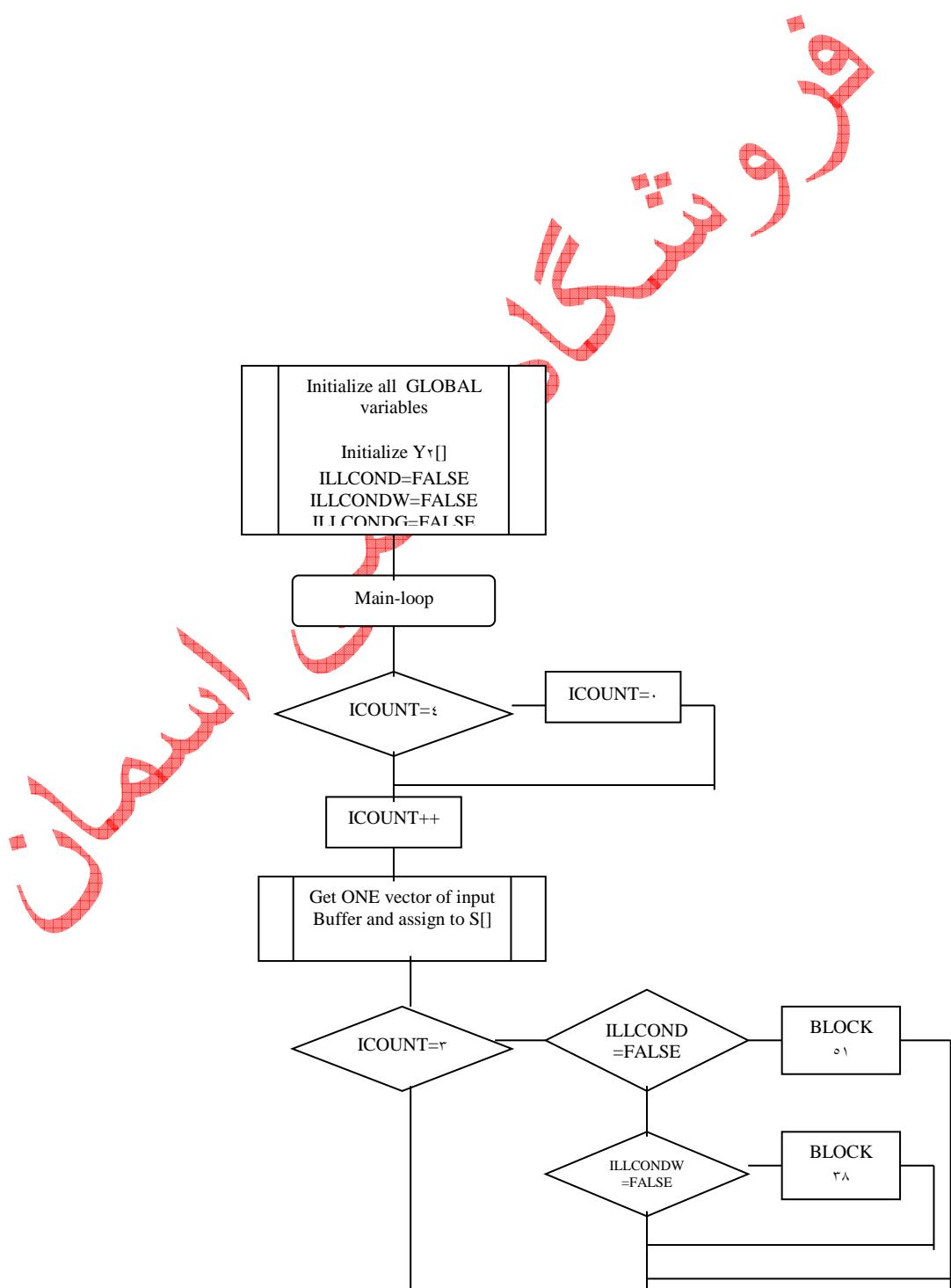
سرانجام اگر  $ICOUNT=1$  باشد ابتدا آرایه موقت پیشگویی بهره ، GTMP با حافظه پیشگویی

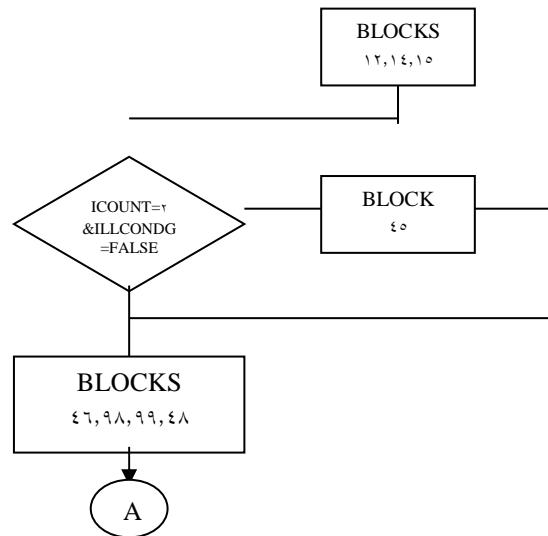
بهره GSTATE ، تجدید شده و سپس بلوکهای پنجره هیبرید ۴۳ و تکرار Durbin ۴۴ اجرا

این فایل فقط برای مشاهده می باشد . برای خرید فایل ورد این پایان نامه با قیمت فقط ۵ هزار تومان به سایت فروشگاه علمی اسما مراجعه کنید. [www.asemankafinet.ir](http://www.asemankafinet.ir)

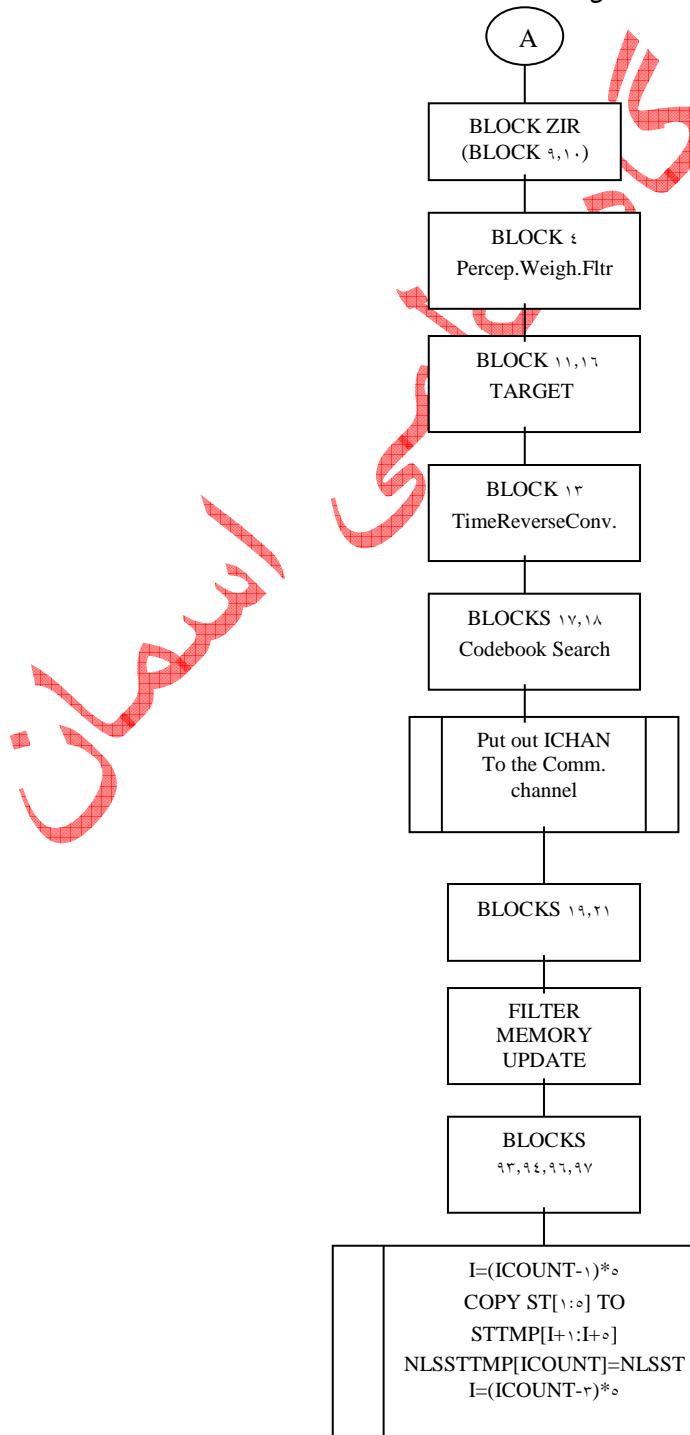
می شوند. در اینجا پردازش های مربوط به هر فریم هم پایان می یابدو حلقه اصلی برنامه اینکدر

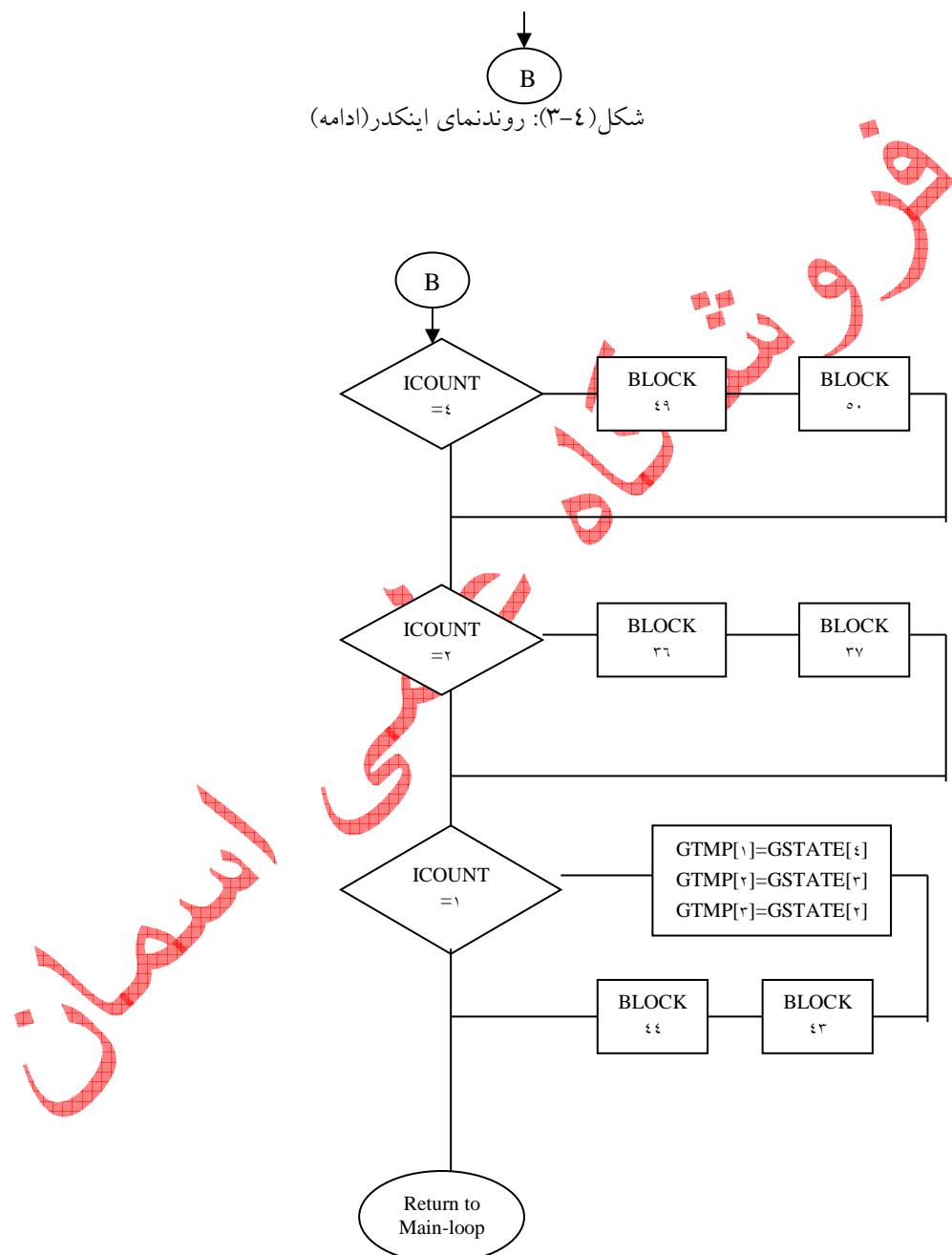
کامل می گرددو برنامه به نقطه شروع این حلقه باز می گردد.





شکل (۴-۳): روند نمای اینکدر





شکل (۴-۳): روند نمای اینکدر (ادامه)

#### ۴-۲-۴- دیکدر

شکل (۴-۴) روند نمای کلی حاکم بر برنامه دیکدر را نشان می دهد. در این قسمت مراحل اجرای

این روند نمای را بیان می کنیم.

در ابتدای برنامه، متغیر های سراسری مقدار دهی اولیه می شوند. همچنین فلگ های وضعیت

خرابی فیلتر سنتز ILLCOND و پست فیلتر ILLCONDG به FALSE

مقدار دهی اولیه می گردد. و سر انجام شمارشگر برنامه COUNT به صفر مقدار دهی می شود.

پس از مقدار دهی اولیه برنامه وارد حلقه اصلی دیکدر (main-loop) می شویم، ابتدا شمارشگر

برنامه که نشان می دهد هم اکنون در کدام بردار از فریم کنونی هستیم چک می شود که اگر در

دور قبل دارای مقدار ۴ بوده به مقدار ۱ برگردد. سپس اندیس کanal ICHAN از بافر ورودی دیکدر

خوانده می شود. آنگاه اندیس شکل IS و اندیس بهره ICHAN از IG بدست می آید.

حال نوبت به تجدید ضرایب فیلتر ها می رسد. اگر  $ICOUNT = 3$  باشد و همچنین فلگ خرابی

ILLCOND برابر FALSE باشد بلوک گسترش پنهانی باند ۵۱ اجرا می گردد. در مرحله بعد

اگر  $ICOUNT = 2$  باشد و فلگ ILLCONDG هم برابر FALSE باشد ، بلوک گسترش باند ۴۵

اجرا می شود.

پس از آن پردازش های مربوط به یک بردار شروع می شود. ابتدا بلوک های ۴۸، ۹۸، ۹۹ و ۴۶ مربوط

به پیشگویی بهره انجام می شود. سپس بلوک های ۲۱ و ۱۹ مربوط به بردار تحریک انتخاب شده و

بعد از آن بلوک فیلتر سنتز ۳۲ اجرا می شوند.

این فایل فقط برای مشاهده می باشد . برای خرید فایل ورد این پایان نامه با قیمت فقط ۵ هزار تومان به سایت فروشگاه علمی اسماں مراجعه کنید. [www.asemankafinet.ir](http://www.asemankafinet.ir)

اگر  $\text{ICOUNT}=1$  باشد ضرائب پست فیلتر زمان کوتاه در بلوک ۸۵ تجدید می شود. سپس فیلتر

معکوس LPC مرتبه ۱۰ در بلوک ۸۱ اجرا می شود آنگاه اگر  $\text{ICOUNT}=3$  باشد بلوک های

استخراج پریود pitch ۸۲ ، محاسبه ضریب پریود pitch ۸۳ و تجدید ضرائب پست فیلتر زمان بلند

۸۴ اجرا می شوند . سپس بلوکهای پست فیلتر زمان بلند ۷۱ و پست فیلتر زمان کوتاه ۷۲ و محاسبه

مجموع قدر مطلق های ۷۳ و ۷۴ و همچنین بلوکهای محاسبه ضریب مقیاس ۷۵ و فیلتر پایین گذر

۷۶ و کنترل بهره خروجی پست فیلتر ۷۷ اجرا می گردد.

پس از آن پیشگویی بهره و حافظه آن در بلوک های ۹۳ و ۹۴ و ۹۶ و ۹۷ تجدید می شود . در مرحله

بعد بافر صحبت کوانتیزه و سنتز شده STTMRP ST یعنی تجدید می گردد . و در اینجا پردازش

های مربوط به یک بردار پایان می یابد و پردازش های مربوط به هر فریم آغاز می شود.

ابتدا اگر  $\text{ICOUNT}=4$  باشد بلوک پنجره هیبرید فیلتر سنتز ۴۹ و پس از آن بلوک

تکرار Durbin ۵۰ از مرتبه ۱ تا مرتبه ۱۰ اجرا می شود. سپس ضرائب پیشگویی مرتبه ۱۰ در

ذخیره می شوند تا پست فیلتر بعداً از آنها استفاده نماید . پس از آن عملیات بلوک ۵۰ از

مرتبه ۱۱ تا مرتبه ۵۰ ادامه می یابد .

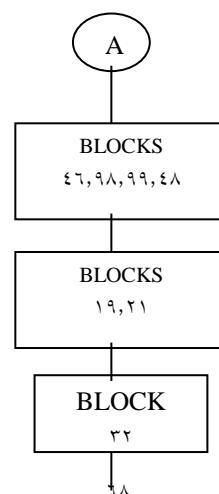
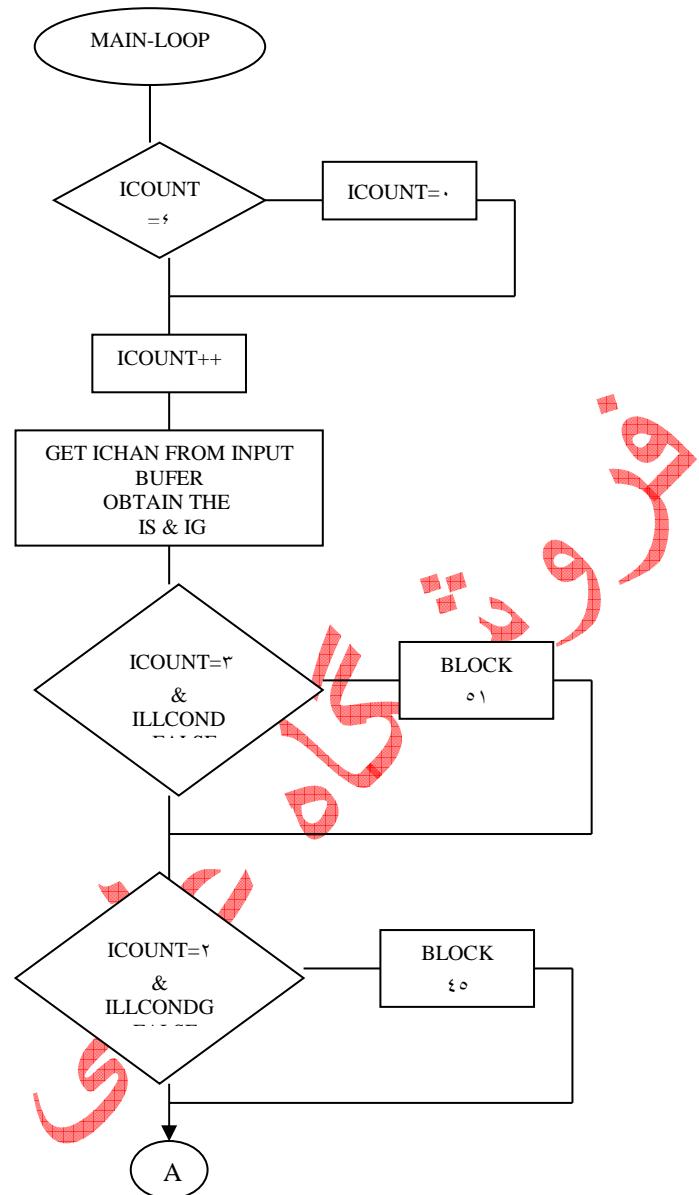
در پایان اگر  $\text{ICOUNT}=1$  باشد بافر بهره GSTATE بوسیله حافظه GTMP در یک مرحله تجدید

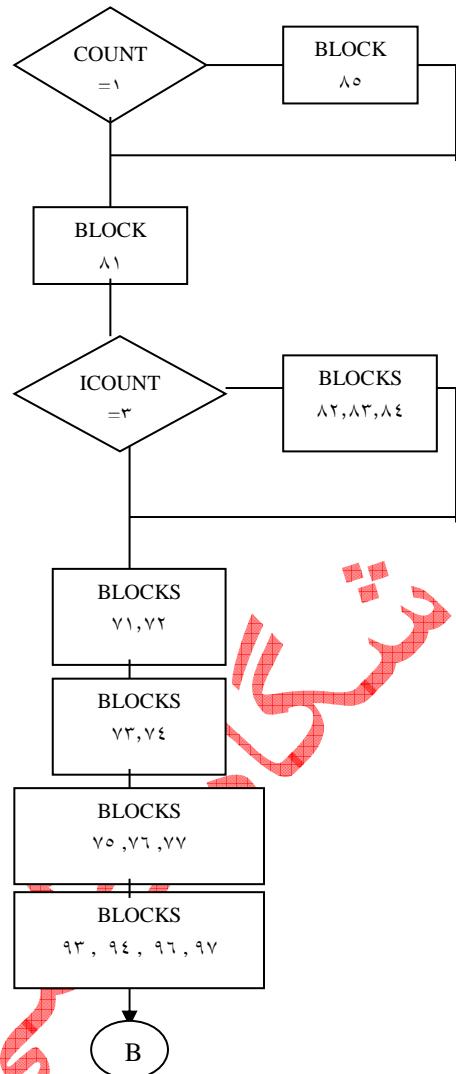
می شود و بلوک های پنجره هیبرید بهره ۴۳ و تکرار Durbin بهره ۴۴ اجرا می گردد.

در اینجا پردازش های مربوط به هر فریم در دیکدر پایان می یابدو برنامه به حلقه اصلی

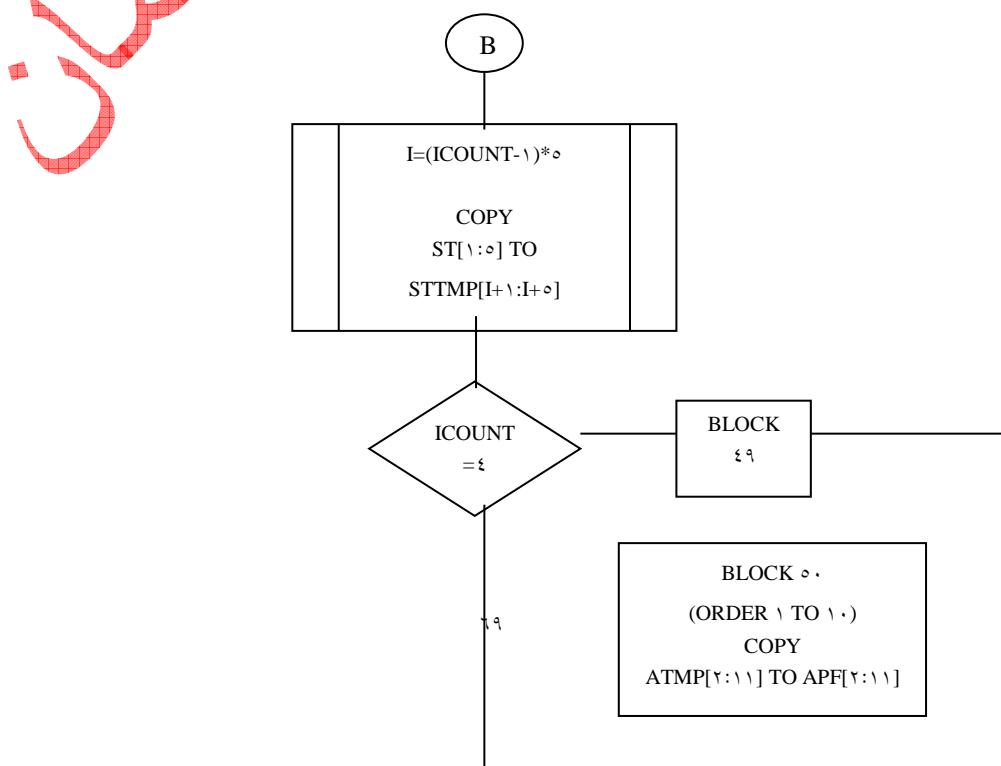
. (main-loop) باز می گردد .

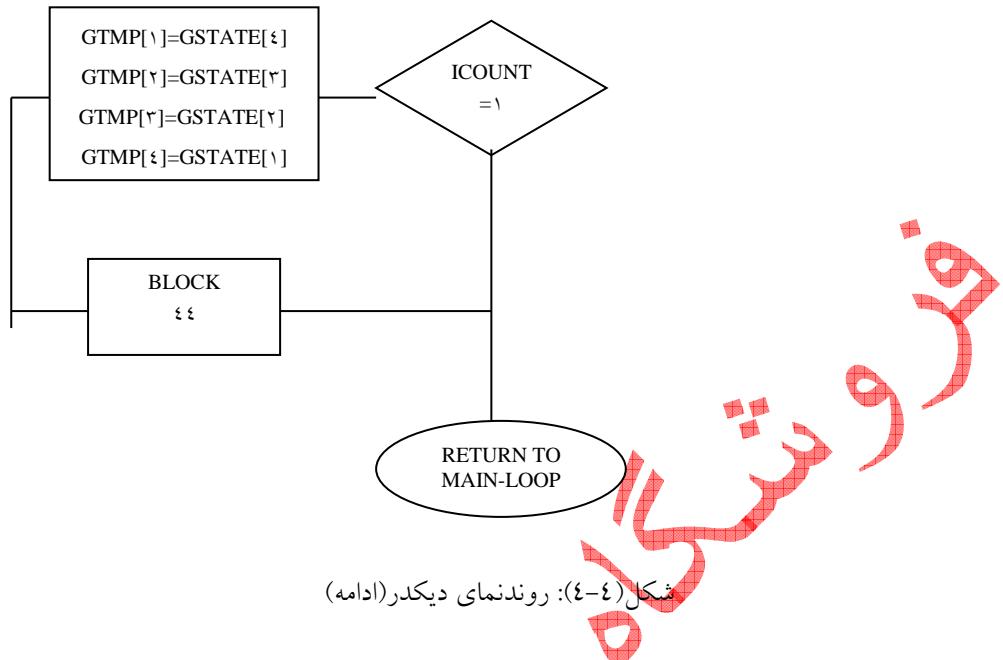
	Initialize GLOBAL Variables	
	ILLCOND=FALSE ILLCONDG=FALSE ILLCONDG=FALSE	
	ICOUNT=.	





شکل (۴-۴): روندnamای دیکدر(ادامه)





## پیاده سازی الگوریتم بر روی DSP

۱-۱- مقدمه

پس از شبیه سازی الگوریتم کدک G.۷۲۸ به زبان C ، نوبت به انتخاب DSP

و پیاده سازی برنامه بر روی آن می رسد . در این فصل ابتدا مروری بر نحوه پیاده سازی

بلادرنگ داریم . سپس به معرفی DSP های سری TMS می پردازیم . در قسمت بعدی

این فایل فقط برای مشاهده می باشد . برای خرید فایل ورد این پایان نامه با قیمت فقط ۵ هزار تومان به سایت فروشگاه علمی اسماں مراجعه کنید .  
[www.asemankafinet.ir](http://www.asemankafinet.ir)  
نحوه برنامه نویسی TMS و تبدیل کد برنامه از زبان C به زبان اسمبلي TMS و بهینه سازی آن را به منظور پیاده سازی بی درنگ شرح می دهیم .

## ۲-۵- مروری بر پیاده سازی بلادرنگ

یک پروسه بلادرنگ ، فرآیندی است که باید در زمان مشخص انجام پذیرد . این حد زمانی ممکن است از مرتبه  $200\text{us}$  تا حدود  $20\text{ms}$  برسد . در کدینگ صحبت با فرض نرخ نمونه برداری  $8\text{ khz}$  برای کدری که بصورت نمونه به نمونه کارمی کند ، پردازش بلادرنگ باید در زمان  $0.125\text{ ms}$  انجام شود . اما در کدرهای جدید مانند کد CELP ، فرآیند کدینگ ، بصورت بلوکی و با طول بلوک اصلی در حدود  $20-30\text{ ms}$  ( فریم اصلی ) و طول بلوک فرعی  $4-8\text{ ms}$  ( فریم فرعی ) صورت می گیرد که باعث افزایش محدودیت زمانی مجاز می شود .  
به موازات پیشرفت در الگوریتم های کدینگ صحبت ، تکنولوژی پردازنده های DSP هم در چند سال اخیر پیشرفت زیادی داشته و با استفاده از DSP های قدرتمند ممیز ثابت<sup>۳۰</sup> و ممیز شناور<sup>۳۱</sup> ، امکان پیاده سازی بلادرنگ الگوریتم های صحبت بسیار پیچیده همچون CELP فراهم

<sup>۳۰</sup> Fixed Point

<sup>۳۱</sup> Floating Point

این فایل فقط برای مشاهده می باشد . برای خرید فایل ورد این پایان نامه با قیمت فقط ۵ هزار تومان به سایت فروشگاه علمی اسماں مراجعه کنید. [www.asemankafinet.ir](http://www.asemankafinet.ir)

شده است DSP های ممیز ثابت ارزانتر هستند ولی از نظر برنامه نویسی مشکل تر می باشند .

هر چند که از نظر قیمت ،استفاده از یک DSP ممیز ثابت بهتر به نظر می رسد اما طراحی یک

نسخه ممیز ثابت از یک الگوریتم کدینگ صحبت که ممیز شناور است کاری دشوار و گاهی غیر

ممکن می باشد زیرا باید اثرات مقیاس کردن ، نرمالیزه کردن و سرریز شدن را در نظر گرفت.

دو عامل مهم در انتخاب DSP جهت پیاده سازی الگوریتم کدینگ صحبت عبارتند از سیکل

زمانی دستور العمل DSP (سرعت محاسبه) و مناسب بودن دستورالعملهای آن برای پردازش

بلوک های اصلی آن الگوریتم . بعنوان مثال در الگوریتم کدینگ CELP بیشتر زمان پردازش

DSP با دستوراتی به شکل MAC (ضرب و انباست ) گرفته می شود. برای چنین الگوریتمی

DSP هایی که این کار را در یک سیکل دستوعمل انجام دهند مناسب خواهند بود.

### ٣-٥-چیپ های DSP

DSP های برنامه پذیر با توجه به دقت و عملیات حسابی به دو گروه ممیز ثابت و ممیزشناور

دسته بندی می شوند . DSP های ممیز ثابت سریعتر و ارزانتر هستند ولی از نظر برنامه نویسی

مشکل تربوده و دقت پایین تری را فراهم می سازند . امتیاز های پیاده سازی ممیز شناور بر پیاده

سازی ممیز ثابت زیاد است . دقت در اعداد ممیز شناور بخاطر نرمالیزه شدن اتوماتیک مانیس

بوسیله پردازنده در طول برنامه ثابت می ماند . در حالیکه دقت داده های ممیز ثابت، بسته به اندازه

ذخیره سازی آن داده پس از عملیات روی آن، تغییر می کند . بخاطر نرمالیزه شدن اتوماتیک

مانیس در DSP های ممیز شناور ، رند کردن و بریدن اعداد ، خطای کلی کمتری نسبت به ممیز

ثابت بوجود می آورد . همچنین دقت ثابت بهمراه توانایی نمایش اعداد خیلی بزرگ یا خیلی

این فایل فقط برای مشاهده می باشد . برای خرید فایل ورد این پایان نامه با قیمت فقط ۵ هزار تومان به سایت فروشگاه علمی اسماں مراجعه کنید. [www.asemankafinet.ir](http://www.asemankafinet.ir)

کوچک ، باعث می شود مشکلاتی که در پیاده سازی فیلترها از نظر فاصله مکان صفرها و قطب ها

وجود دارد ، برطرف گردد.

همانطور که در شکل(۱-۵) دیده می شود ، رنج دینامیکی وسیع در DSP های ممیز شناور اجازه

می دهد که اعداد خیلی کوچک و خیلی بزرگ با دقت بالا نمایش داده شوند [۵] . این بخصوص

در محاسبات میانی FFT ها و فیلتر های بازگشتی مرتبه بالا لازم می شود . همچنین رنج

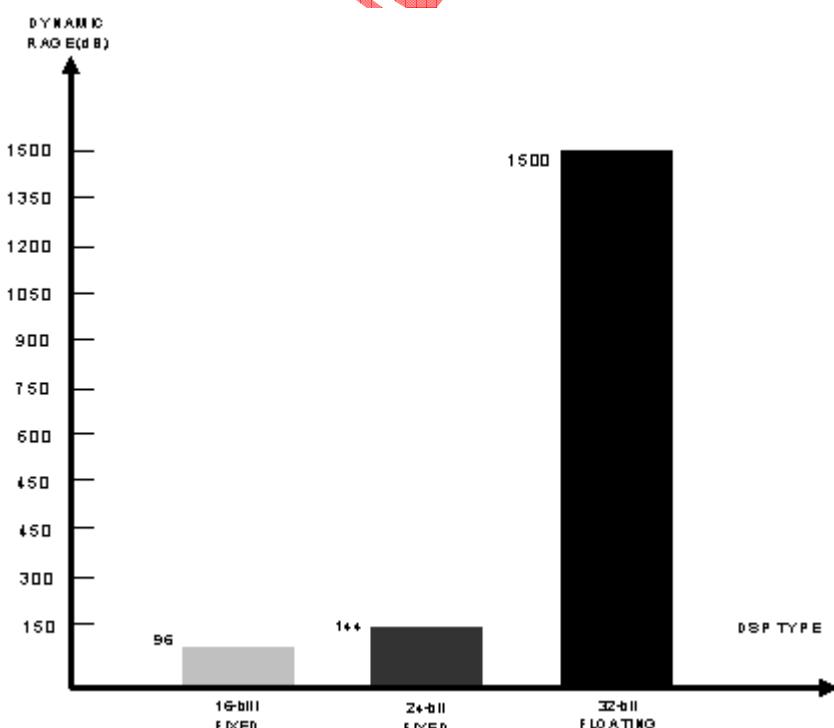
دینامیکی وسیع موجب حذف نیاز مقیاس کردن میانی در DSP های ممیز ثابت ، جهت جلوگیری

از سرریز شدن داده، می گردد. از این رو استفاده از DSP های ممیز شناور ، باعث کاهش اندازه و

پیچیدگی برنامه می شود بعلاوه اغلب الگوریتم های DSP ابتدا بر روی کامپیوتر های شخصی و

با استفاده از امکانات ممیز شناور شبیه سازی می شوند و در صورت استفاده از DSP های

ممیز شناور نیاز به شبیه سازی مجدد ممیز ثابت این الگوریتم ها بر طرف می گردد .



شکل (۱-۵) . رنج دینامیک در DSP های ممیز ثابت و ممیز شناور

### ۵-۱-۳-۵ DSP های ممیز ثابت

در DSP های ممیز ثابت باید توجه خاصی به سرریز شدن و مقیاس کردن داده ها نمود . از طریق چک کردن اعداد و مقیاس کردن مناسب آنها می توان به دقت یکنواختی در تمام پیاده سازی دست یافت ، کاهش دقت اغلب در هنگام ضرب دو عدد رخ می دهد چرا که تعداد بیت لازم برای نمایش حاصلضرب برابر مجموع بیت های آن دو عدد می باشد . این بیت های اضافی باعث از دست رفتن اطلاعات می شود و بایستی حاصلضرب را با دقت مضاعف ذخیره نمود . در برخی از DSP ها سرریز شدن (overflow) بسادگی با قرار دادن نتیجه برابر با بزرگترین عدد مثبت یا منقی قابل نمایش در DSP ، کنترل می شود . ولی معمولا برای اینکه کنترل بهتری روی الگوریتم و کاهش خطای آن داشته باشیم بایستی قبل از جمع کردن ، حاصلضرب را به اندازه مناسب به سمت راست شیفت دهیم تا از سرریز شدن آکومولاتور جلوگیری شود .

### ۵-۳-۳-۵ موری بر DSP های خانواده TMS۳۲۰

شرکت TI بعنوان پیشرو در بازار DSP ، اولین چیپ DSP را در سال ۱۹۸۲ معرفی نمود . خانواده TMS۳۲۰ در حال حاضر به سه گروه اصلی C۶۰۰۰,C۵۰۰۰,C۴۰۰۰ تقسیم شوند [۱۶] .

گروه TMS۳۲۰C۶۰۰۰ از نظر عملکرد و سرعت و راحتی استفاده برای برنامه نویسی سطح بالا بهینه شده اند . این گروه به نسل های ممیز ثابت C۶۴X,C۶۲X و ممیز شناور X

تقسیم می شوند .

این فایل فقط برای مشاهده می باشد . برای خرید فایل ورد این پایان نامه با قیمت فقط ۵ هزار تومان به سایت فروشگاه علمی اسماں مراجعه کنید. [www.asemankafinet.ir](http://www.asemankafinet.ir)

گروه TMS320C5000 از نظر عملکرد و مخصوصاً توان مصرفی بهینه شده اند و برای کاربردهای

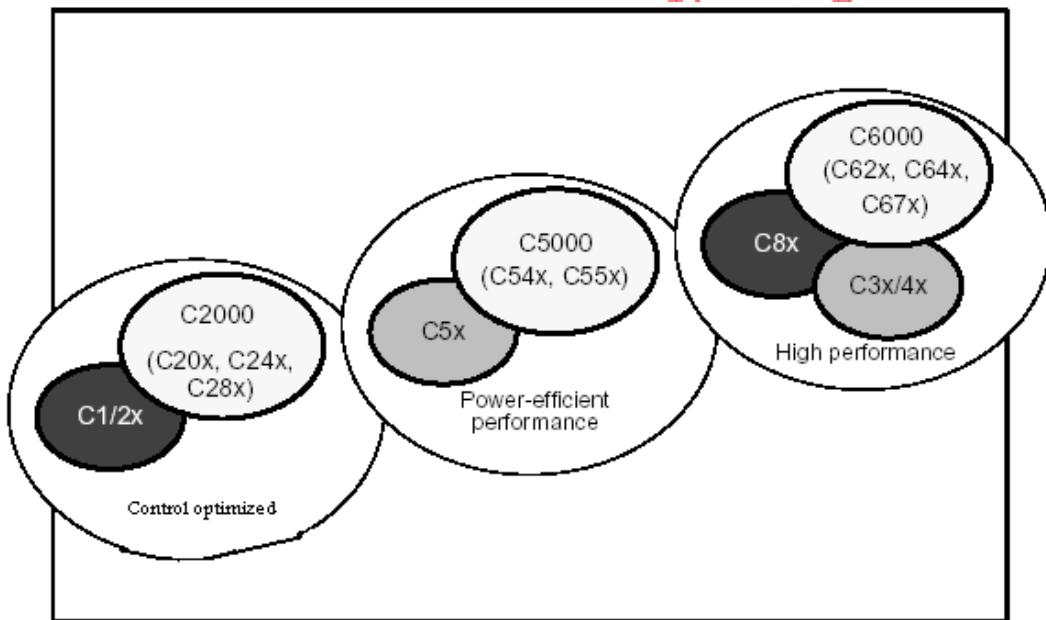
موبایل و اینترنت که مشکل باتری دارند بسیار مناسب هستند. این گروه شامل دو نسل ممیز ثابت

C55X, C54X می باشد.

گروه TMS320C ۲۰۰۰ برای کاربردهای کنترل دیجیتال در نظر گرفته شده و شامل دو نسل

C28X, C24X می باشند.

در شکل زیر نمودار DSP های خانواده TMS320 نشان داده شده است.



شکل (۲-۵) : DSP های خانواده TMS320

### TMS320C54X سری ۱-۳-۳-۵ معرفی

DSP های سری C54X دارای سرعت و قابلیت عملیاتی بالایی هستند و از یک معماری باس

پیشرفته ، CPU با سخت افزار مناسب کاربردهای خاص ، حافظه و ادوات جانبی on-chip و

دستورالعمل های ویژه استفاده می کنند.

این فایل فقط برای مشاهده می باشد . برای خرید فایل ورد این پایان نامه با قیمت فقط ۵ هزار تومان به سایت فروشگاه علمی اسماں مراجعه کنید. [www.asemankafinet.ir](http://www.asemankafinet.ir)  
**ویزگی های C54x :**

- معماری پیشرفته چند باسه با یک باس برنامه ، ۳ باس داده و ۴ باس آدرس
- واحد محاسبه و منطق (ALU) ۴ بیتی و دو آکومولاتور ۴۰ بیتی جداگانه
- ضرب کننده موازی برای عملیات ضرب / انباشت (MAC) تک سیکلی بدون pipeline
- فضای حافظه آدرس پذیر ۱۶ بیتی ( ۶۴ kword Data , ۶۴ kword Program )

در جدول (۱-۵) مشخصات حافظه DSP های C54x ( به kword ) نشان داده شده است [۱۲].

Device	Program ROM	Program/Data ROM	DARAM†	SARAM‡
C541	20	8	5	0
C542	2	0	10	0
C543	2	0	10	0
C545	32	16	6	0
C546	32	16	6	0
C548	2	0	8	24
C549	16	16	8	24
C5402	4	4	16	0
C5410	16	0	8	56
C5420	0	0	32	168

†Dual-access RAM

‡Single-access RAM

جدول (۱-۵)

کاربردهای زیررا می توان برای سری C54X در نظر گرفت:

- کدینگ و دیکدینگ صحبت
- حذف اکو - حذف نویز
- مدولاسیون و دمودولاسیون

این فایل فقط برای مشاهده می باشد . برای خرید فایل ورد این پایان نامه با قیمت فقط ۵ هزار تومان به سایت فروشگاه علمی اسماں مراجعه کنید. [www.asemankafinet.ir](http://www.asemankafinet.ir)  
- فشره سازی تصویر و صدا

- رمز نگاری صحبت

- تشخیص صحبت و باز سازی صحبت

#### ۴-۴- توسعه برنامه بلادرنگ

پیاده سازی یک نرم افزار بصورت بلادرنگ بر روی سخت افزار از اهمیت بالایی در سیستم های مخابراتی پر خوردار است. در پیاده سازی بلا درنگ هزینه تجهیزات همانند پارامترهای کیفی سیستم اهمیت زیادی داشته و بایستی سعی شود که یک الگوریتم به روش بهینه پیاده سازی گردد.

در عمل پیاده سازی بلادرنگ یک الگوریتم بر روی چیپ DSP شامل مراحل زیر می شود :  
الف) بهبود تئوری الگوریتم. ب) آزمایش الگوریتم بوسیله شبیه سازی کامپیوتری با استفاده از یک زبان سطح بالا مانند C . ج) تبدیل کد سطح بالا به کد اسembly DSP مربوطه . د) آزمایش کد بلادرنگ با استفاده از ابزارهای توسعه گر موجود(مانند شبیه سازها) و ه) طراحی سخت افزار مناسب.

در قسمت (ج) برای تبدیل کد سطح بالا به کد DSP سه روش وجود دارد. روش اول، استفاده از کراس کمپایلر DSP است که زبان سطح بالای C را به اسembly DSP ترجمه می کند. روش دوم، برنامه نویسی دستی و مستقیم الگوریتم با استفاده از مجموعه دستورالعمل های DSP می باشد و روش سوم که عبارتست از استفاده از کراس کمپایلر و همچنین برنامه نویسی دستی در قسمتهایی که از نظر زمان اجرا محدودیت وجود دارد. از آنجا که برنامه نویسی دستی کاری مشکل و وقت گیر می باشد و مخصوصاً وقتی که اندازه برنامه بزرگ باشد آزمایش و اشکال زدایی آن وقت زیادی صرف می کند، معمولاً از روش سوم در برنامه های بزرگ بیشتر استفاده می شود.

این فایل فقط برای مشاهده می باشد . برای خرید فایل ورد این پایان نامه با قیمت فقط ۵ هزار تومان به سایت فروشگاه علمی اسماں مراجعه کنید. [www.asemankafinet.ir](http://www.asemankafinet.ir)  
در قسمت (د) نتایج شبیه سازی کامپیوتری با خروجی های معادل DSP مقایسه می شوند . این

کار معمولاً برای داده های آزمایش محدودی انجام می شود زیرا که پردازش مقدار زیادی داده در شبیه ساز DSP کار وقت گیر و دشواری می باشد. پس از مقایسه و درستی خروجی DSP و بررسی اجرای نرم افزار بصورت بلاذرنگ آنگاه می توان از درستی پیاده سازی بلاذرنگ الگوریتم اطمینان حاصل کرد.

### ۵-۵- اجرای برنامه روی برد توسعه گر C5402 DSK

پس از آشنایی با پردازنده های TI ، حال نوبت به معرفی برد توسعه گر C5402 DSK و برنامه نویسی آن می رسد . DSK امکان آزمایش و توسعه برنامه ها را بر روی پردازنده C5402 فراهم می سازد و می تواند مرجع خوبی برای طراحی سخت افزاری سیستم باشد [۱۵] .

برد DSK شامل اجزای زیر است :

100 MHz VC5402 DSP -

SRAM ۶۴ kword -

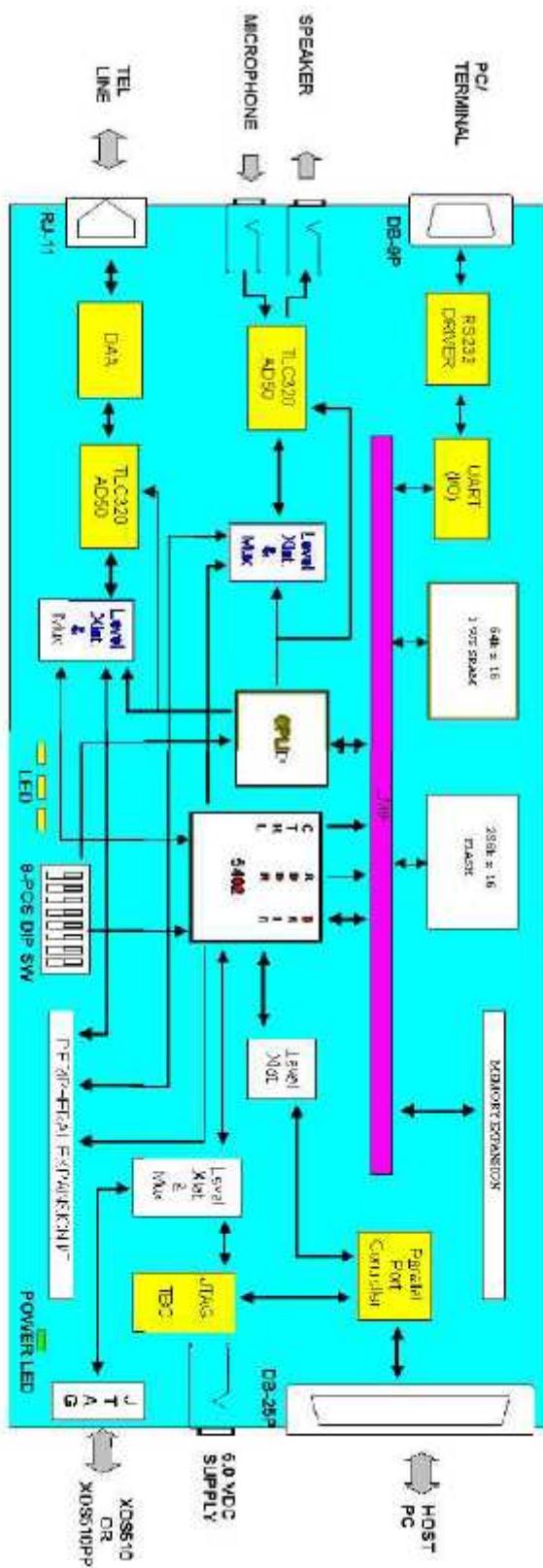
- رابط صوتی میکروفون / بلندگو

- رابط تلفن

- رابط داده نامزممان RS-۲۳۲

- رابط JTAG برای امولیشن و رابط Host

در شکل (۳-۵) بلوک دیاگرام و ارتباط های DSK نشان داده شده است .



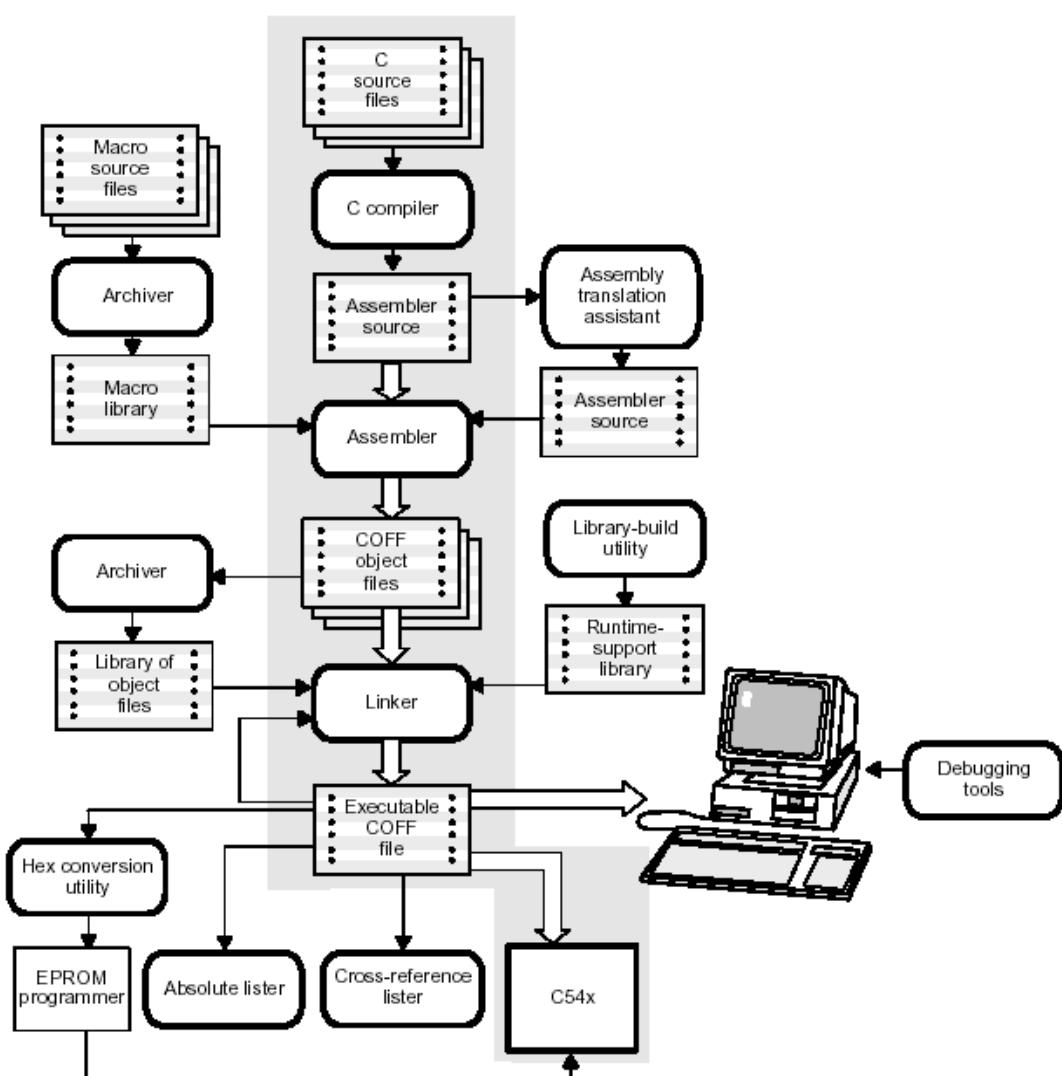
شکل(۳-۵) : طرح بلوکی C5402 DSK

این فایل فقط برای مشاهده می باشد . برای خرید فایل ورد این پایان نامه با قیمت فقط ۵ هزار تومان به سایت فروشگاه علمی اسما مراجعه کنید. [www.asemankafinet.ir](http://www.asemankafinet.ir)

#### ۵-۱-۵-۵- بکارگیری ابزارهای توسعه نرم افزار

شکل (۴-۵) دیاگرام توسعه نرم افزاری C54X را نشان می دهد . بخش سایه زده مسیری را

مشخص می کند که بیشتر استفاده می شود و بقیه بخش ها انتخابی هستند [۱۳، ۱۴] .



شکل (۴-۵) : دیاگرام توسعه نرم افزاری TMS320C54X

در این قسمت برخی از ابزارهای نشان داده شده در شکل فوق را بررسی می کنیم :

این فایل فقط برای مشاهده می باشد . برای خرید فایل ورد این پایان نامه با قیمت فقط ۵ هزار تومان به سایت فروشگاه علمی اسماں مراجعه کنید. [www.asemankafinet.ir](http://www.asemankafinet.ir) -  
C/C++ Compiler ، کد زبان اسembly ترجمه می کند .

COFF Object ، فایل های اسembly را به زبان ماشین بصورت یک فایل Assembler -  
تبديل می نماید .

COFF Object فایل های تولید شده توسط اسembler را بصورت یک ماژول Linker -  
قابل اجرا تبدیل می نماید .

مدل Hex ، DSP های C54x می توانند فایل COFF را بعنوان ورودی قبول کنند  
وی اغلب برنامه ریز های EPROM قادر به این کار نیستند ، از این رو باید فایل COFF به  
یکی از فرمات های TI-tagged ، Intel ، Motorola ,Tektronix تبدیل شود تا در  
برنامه ریز EPROM مربوطه ریخته شود .

## ۲-۵-۵- استفاده از نرم افزار (Code Composer Studio) CCS

این فایل فقط برای مشاهده می باشد . برای خرید فایل ورد این پایان نامه با قیمت فقط ۵ هزار تومان به سایت فروشگاه علمی اسماں مراجعه کنید. [www.asemankafinet.ir](http://www.asemankafinet.ir)

نرم افزار CCS محصول شرکت TI است و در قالب یک محیط ویژوال مانند Visual C++ ،

امکان برنامه نویسی C ، اسembly و تمامی ابزارهای توسعه نرم افزاری شرح داده شده در قسمت

قبل را فراهم می آورد. این نرم افزار که بهمراه برد DSK می باشد ، از طریق پورت موازی

کامپیوتر به برد DSK متصل شده و کار کنترل و مونیتور کردن آن را انجام می دهد .

همه رجیسترها و فضای حافظه و پورت های برد DSK ، توسط این نرم افزار کنترل و برنامه ریزی

می شوند و پس از تولید کد قابل اجرا بر روی TMS ۵۴۰۲ را

برنامه ریزی کند. همچنین امکانات اشکال زدایی مانند اجرای برنامه بصورت های مختلف و

مشاهده متغیرها توسط CCS فراهم شده است .

بمنظور استفاده از CCS و اجرای برنامه بر روی DSK ابتدا برنامه شبیه سازی ممیز ثابت کدر

G.۷۲۸ را در قالب یک پروژه بنام CODEC به محیط CCS منتقل کردیم. آنگاه پروژه را بدون

استفاده از optimizer ، کمپایل و لینک نموده و پس از رفع اشکالات برنامه و ساختن فایل

codec.out ، آن را بر روی DSK اجرا کردیم . هدف ما در این مرحله اطمینان از صحت اجرای

برنامه و اندازه گیری MIPS مورد نیاز آن بود . از اینرو بخشی از یک فایل صحبت PCM ۱۶ بیتی

( در حدود ۲ ثانیه، ۱۶ kword ) را در بخشی از فضای حافظه بنام input\_ذخیره نموده و سپس

اینکدر و دیکدر را در یک حلقه قرار دادیم . اینکدر نمونه های ورودی را می خواند و بصورت

کدشده به دیکدر می داد و دیکدر هم آنها را بازسازی کرده و در بخشی از حافظه

بنام output\_ذخیره می ساخت .

با استفاده از امکان Profiler در نرم افزار CCS می توان از عملکرد هر یک از توابع موجود

در برنامه ، MIPS و مقدار حافظه مورد نیاز آنها آگاه شد . شکل (۷-۵) خروجی Profiler را

برای ۶۵ دور اجرا ( ۳۲۵ نمونه ) نشان می دهد. در ستون اول نام توابع برنامه را می توان دید که

این فایل فقط برای مشاهده می باشد . برای خرید فایل ورد این پایان نامه با قیمت فقط ۵ هزار تومان به سایت فروشگاه علمی اسماں مراجعه کنید. [www.asemankafinet.ir](http://www.asemankafinet.ir)

البته بدلیل محدودیت نمایش همه توابع دیده نمی شوند. ستون دوم اندازه کد هر تابع به word و

ستون سوم تعداد اجرای آنرا تا کنون نشان می دهد. در ستون ۴ کل سیکل دستورالعمل و ستون ۵

ماکریم سیکل دستورالعمل لازم برای اجرای هر تابع را نشان می دهد. در ستون ۶ و ۷ هم به ترتیب

مینیمم و میانگین سیکل دستور هر تابع دیده می شود.

برای اجرای برنامه اینکدر و دیکدر بصورت دو طرفه کامل لازم است که عملیات پردازش هر دور

برنامه در زمان ۵ نمونه یعنی  $ms_{0.625}$  به پایان برسد و این در واقع برابر تاخیر الگوریتمی کدک

کم تاخیر  $G_{0.728}$  می باشد. با توجه به قدرت پردازنده C5402 MIPS ۱۰۰ است لازم است

هر دور اجرای برنامه از ۶۲۵۰۰ سیکل دستورالعمل بیشتر نباشد. برای محاسبه تعداد سیکل

دستورالعمل هر دور برنامه ، در نقطه ای که برنامه اینکدر و دیکدر به پایان می رسد

یک Break Point قرار می دهیم و با استفاده از دستور RUN برنامه را تا این نقطه اجرا می کنیم.

خروجی CLOCK پردازنده در این حالت تعداد سیکل دستورالعمل یک دور برنامه

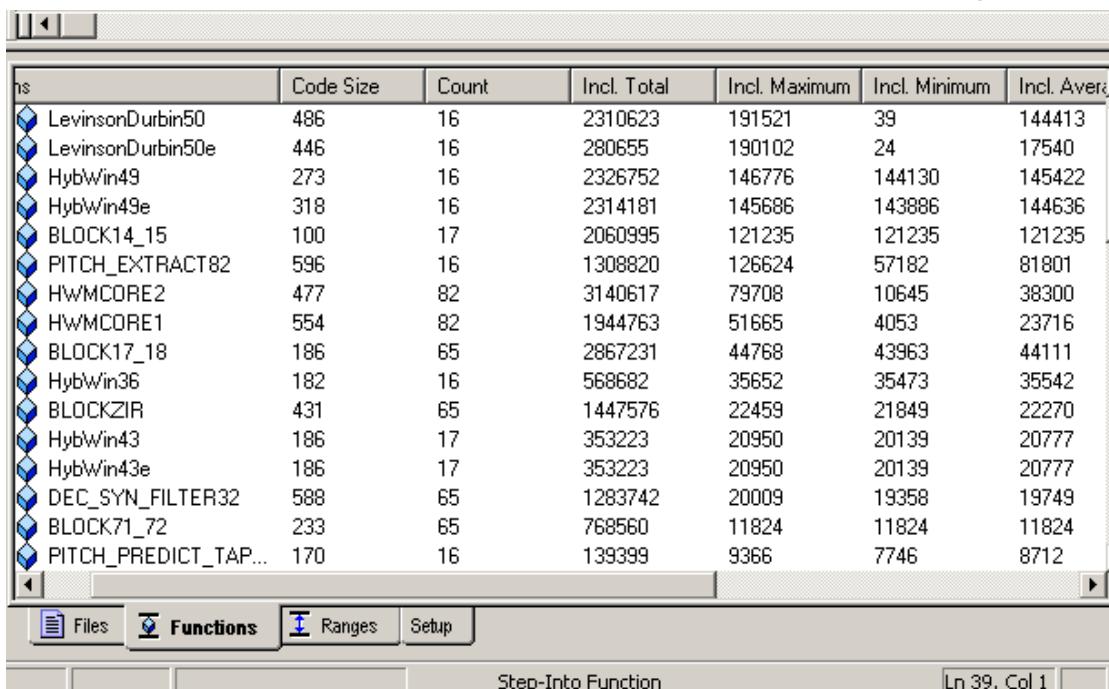
را نشان می دهد.

در این حالت چون از optimizer استفاده نشده ، مشاهده می شود که MIPS کلی برنامه چندین

برابر قدرت C5402 MIPS (۱۰۰) است و حتی در حالت ماکریم به ۴۷۸۹۹۱ برای هر دور اجرا می

رسد در صورتی که با توجه به قدرت C5402 ، نباید از ۶۲۵۰۰ در هر دور فراتر رود.

این فایل فقط برای مشاهده می باشد . برای خرید فایل ورد این پایان نامه با قیمت فقط ۵ هزار تومان به سایت فروشگاه علمی اسماں مراجعه کنید. [www.asemankafinet.ir](http://www.asemankafinet.ir)



The screenshot shows a software interface for code profiling. At the top, there's a menu bar with 'File', 'Functions' (which is selected), 'Ranges', and 'Setup'. Below the menu is a table with columns: 'Name', 'Code Size', 'Count', 'Incl. Total', 'Incl. Maximum', 'Incl. Minimum', and 'Incl. Average'. The table lists various functions like 'LevinsonDurbin50', 'LevinsonDurbin50e', etc., along with their respective metrics. At the bottom of the window, there are buttons for 'Step-Into Function' and 'Ln 39, Col 1'.

Name	Code Size	Count	Incl. Total	Incl. Maximum	Incl. Minimum	Incl. Average
LevinsonDurbin50	486	16	2310623	191521	39	144413
LevinsonDurbin50e	446	16	280655	190102	24	17540
HybWin49	273	16	2326752	146776	144130	145422
HybWin49e	318	16	2314181	145686	143886	144636
BLOCK14_15	100	17	2060995	121235	121235	121235
PITCH_EXTRACT82	596	16	1308820	126624	57182	81801
HWMCORE2	477	82	3140617	79708	10645	38300
HWMCORE1	554	82	1944763	51665	4053	23716
BLOCK17_18	186	65	2867231	44768	43963	44111
HybWin36	182	16	568682	35652	35473	35542
BLOCKZIR	431	65	1447576	22459	21849	22270
HybWin43	186	17	353223	20950	20139	20777
HybWin43e	186	17	353223	20950	20139	20777
DEC_SYN_FILTER32	588	65	1283742	20009	19358	19749
BLOCK71_72	233	65	768560	11824	11824	11824
PITCH_PREDICT_TAP...	170	16	139399	9366	7746	8712

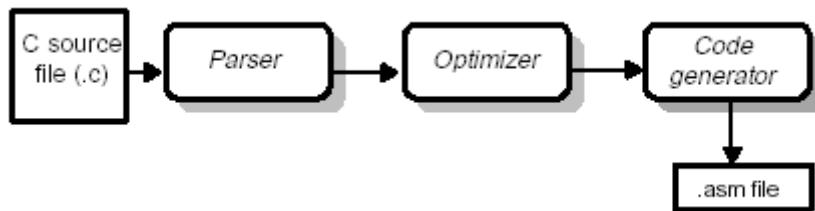
شکل (۷-۵): خروجی Profiler نرم افزار CCS

### - استفاده از Optimizer

بهینه ساز باعث بهبود در سرعت اجرای برنامه و حجم کد تولید شده در کمپایلر می شود . این کار با ساده سازی حلقه ها ، مرتب کردن عبارت ها و قراردادن متغیرها در رजیسترها ممکن می شود.

کمپایلر C54X قادر به انجام بهینه سازی های مختلفی است و بهینه سازی سطح بالا در optimizer و بهینه سازی سطح پایین در code generator انجام می شود . شکل (۸-۵) جایگاه optimizer را بهتر نشان می دهد .

این فایل فقط برای مشاهده می باشد . برای خرید فایل ورد این پایان نامه با قیمت فقط ۵ هزار تومان به سایت فروشگاه علمی اسما مراجعه کنید. [www.asemankafinet.ir](http://www.asemankafinet.ir)



شکل (۸-۵): روند کمپایل یک فایل

ساده ترین راه استفاده از optimizer این است که در خط فرمان در دستور `c1500` از انتخاب `-on`

استفاده شود که `n (۳ & ۰،۱،۲)` ، نشان دهنده سطح بهینه سازی بصورت زیر است :

۰- ساده سازی روندنما

- قرار دادن متغیرها در رجیسترها

- حذف کدهای استفاده نشده

- ساده سازی جمله ها و عبارت ها

۰۱- همه بهینه سازی های ۰۰- بعلاوه :

- حذف تخصیص های استفاده نشده

- حذف عبارت های مشترک محلی

۰۲- همه بهینه سازی های ۰۱- بعلاوه :

- بهینه سازی حلقه ها

- حذف تخصیص های سراسری استفاده نشده

- حذف عبارت های فرعی مشترک سراسری

۰۳- همه بهینه سازی های ۰۲- بعلاوه :

- حذف توابعی که صدا نشده

این فایل فقط برای مشاهده می باشد . برای خرید فایل ورد این پایان نامه با قیمت فقط ۵ هزار تومان به سایت فروشگاه علمی اسماں مراجعه کنید. [www.asemankafinet.ir](http://www.asemankafinet.ir)  
 - ساده سازی توابع با مقدار برگشتی استفاده نشده

- inline کردن صدای زدن توابع کوچک

- شناسایی مشخصات متغیر ها در سطح فایل

در این مرحله از پیاده سازی، پروژه CODEC را با استفاده از optimizer و با حداقل قدرت بهینه سازی ۰۳- وبهینه سازی در سطح فایل اجرا کردیم . نتایج بدست آمده در شکل (۹-۵) نشان می دهد که optimizer کاهش چشمگیری در MIPS و حجم کد برنامه بوجود آورده ولی هنوز هم MIPS برنامه بیش از دو برابر قدرت ۵۴۰۲ است و حتی در حالت ماقزیم به ۲۳۳۸۹۲ در هر دور اجرا می رسد.

Name	Code Size	Count	Incl. Total	Incl. Maximum	Incl. Minimum	Incl. Average
LevinsonDurbin50	389	16	136754	91283	46	8547
LevinsonDurbin50e	355	16	135902	90998	28	8493
HybWin49	179	16	832522	53104	51360	52032
HybWin49e	172	16	791010	50496	48792	49438
BLOCK17_18	193	65	3052663	47081	46752	46964
PITCH_EXTRACT82	506	16	433522	37380	17695	27095
BLOCK14_15	62	17	544153	32009	32009	32009
HWMCORE2	476	82	1046001	26091	4102	12756
HWMCORE1	512	82	740526	19236	2377	9030
HybWin36	143	16	236629	14898	14743	14789
HybWin43	152	17	181521	10784	10624	10677
HybWin43e	152	17	181521	10784	10624	10677
LevinsonDurbin44e	355	17	59133	10098	28	3478
LevinsonDurbin44	356	17	59017	10080	28	3471
DEC_SYN_FILTER32	459	65	606084	9495	9069	9324
BLOCKZIR	301	65	465758	7314	6908	7165

این فایل فقط برای مشاهده می باشد . برای خرید فایل ورد این پایان نامه با قیمت فقط ۵ هزار تومان به سایت فروشگاه علمی اسماں مراجعه کنید. [www.asemankafinet.ir](http://www.asemankafinet.ir)

### شکل (۹-۵): خروجی Optimizer در حالت استفاده از Profiler

- برنامه نویسی اسembly بصورت دستی

همانطور که در قسمت قبل دیدیم، کمپایلر C54x حتی با استفاده از optimizer هم نتوانست

اجرای برنامه را به MIPS ۱۰۰ برساند. این بدین دلیل است که در خانواده C54x به

حد کافی قوی نیست چراکه ما همین برنامه را با استفاده از optimizer پردازنده C55x کمپایل

کردیم و به حدود MIPS ۴۰ برای اجرای آن ببروی C55x نیاز بود.

به هر حال باید اجرای این برنامه را به MIPS ۱۰۰ برسانیم تا بتوان بصورت بلاذرنگ آنرا پیاده

سازی کرد. در این مرحله تنها راهی که باقی مانده اینست که بر روی توابع برنامه و MIIPS آنها و

نتایج بدست آمده از مرحله قبل بررسی کرده تا توابع و قسمت هایی که به نظر میرسد Optimizer

نتوانسته خوب بهینه سازد را بصورت دستی برنامه نویسی کنیم . واضح است که در این مرحله

باید به زبان اسembly C54x تسلط کافی داشت تا بتوان کد اسembly تولید شده توسط کمپایلر

C54x را بهینه کرد .

در ابتدا ملاحظه می شود که در محاسبات کورلیشن در بعضی از حلقه ها از دستور ضرب/انباشت

MAC استفاده نشده و حلقه چند دستوری بوجود آمده است که می توان آنها را با استفاده از این

دستور به حلقه تک سیکلی تبدیل کرد . همچنین در بعضی از حلقه های محاسبه انرژی نیز

می توان از دستور تک سیکلی مجدور SQURA استفاده نمود. با انجام این اصلاحات MIPS برنامه

کاهش یافت ولی هنوز فاصله زیادی با مقدار مورد نیاز ما دارد.

این فایل فقط برای مشاهده می باشد . برای خرید فایل ورد این پایان نامه با قیمت فقط ۵ هزار تومان به سایت فروشگاه علمی اسماں مراجعه کنید. [www.asemankafinet.ir](http://www.asemankafinet.ir)

در این مرحله مهمترین توابع برنامه از نظر MIPS - همانطور که در شکل(۹-۵) دیده می شود -

همچون ()<sup>۵۰</sup> LevinsonDurbin Block<sup>۴۹</sup>() ، HybWin<sup>۱۷\_۱۸</sup>() و ()<sup>۱۵</sup> Block<sup>۱۴\_۱۵</sup> را بصورت

دستی بازنویسی کردیم . در اینجا بعنوان نمونه به ()<sup>۱۵</sup> Block<sup>۱۴</sup> که کوچکتر است می پردازیم :

همانطور که در کد C این تابع درضمیمه (ب) دیده می شود ،تابع از ۳ حلقه تو در تو تشکیل

شده است. حلقه بیرونی NCWD=۱۲۸ بار ، حلقه میانی IDIM=۵ بار و حلقه داخلی از ۱ تا ۵ بار

اجرا می گردند. سیکل دستورالعمل این تابع بیش از ۳۲۰۰۰ است(شکل(۹-۵)). در ادامه کد

اسمبلی تولید شده توسط کمپایلربا حد اکثر بهینه سازی و کد بازنویسی شده بصورت

دستی در این ضمیمه آورده شده است. در بازنویسی این بلوک به این نکته توجه شده که

دستورالعمل های حلقه داخلی به حد اقل برسد چرا که این حلقه در ضریب  $5 \times 128 = 640$  ضرب

می شود .

نتایج این بهینه سازی و برنامه نویسی در شکل(۱۰-۵) به ترتیب صعودی بیشترین MIPS

نشان داده شده است. با مقایسه نتایج این شکل و شکل (۹-۵) می توان گفت که MIPS بعضی از

توابع همچون ()<sup>۱۵</sup> LevinsonDurbin به کمتراز یک سوم و بعضی دیگر همچون ()<sup>۱۴\_۱۵</sup> به

کمتر از نصف رسیده است و نتیجه کلی اینکه هر دور اجرای برنامه که شامل اینکدر و دیکدر

بصورت دو طرفه کامل (Full Duplex) می باشد ، کمتر از ۶۲۵۰۰ شده است و می توان آنرا

بصورت بلاذرنگ اجرا نمود .

این فایل فقط برای مشاهده می باشد . برای خرید فایل ورد این پایان نامه با قیمت فقط ۵ هزار تومان به سایت

فروشگاه علمی اسما مراجعه کنید. [www.asemankafinet.ir](http://www.asemankafinet.ir)

Functions	Code Size	Count	Incl. Total	Incl. Maximum	Incl. Minimum	Incl. Average
codec.out						
LevinsonDurbin50	297	17	36453	26453	39	2142
LevinsonDurbin50e	233	17	35687	26187	28	2099
HybWin49	179	17	296596	18229	17241	17446
HybWin49e	168	17	257603	15961	15019	15153
PITCH_EXTRACT82	504	18	138998	14368	5189	7722
BLOCK14_15	58	19	268014	14106	14106	14106
BLOCK17_18	132	71	588319	8301	8273	8286
HWMCORE2	434	88	325146	7396	1507	3694
HybWin36	143	18	124094	6971	6847	6894
HWMCORE1	460	88	279042	6597	1249	3170
HybWin43	152	18	102510	5782	5665	5695
HybWin43e	152	18	102510	5782	5665	5695
DEC_SYN_FILTER32	459	71	368155	5275	5063	5185
BLOCKZIR	301	71	287752	4134	3932	4052
LevinsonDurbin44e	355	18	23314	3630	20	1295
LevinsonDurbin44	356	18	23180	3612	20	1287
PITCH_PREDICT_...	121	18	31653	1994	1143	1758
FltrMemUpdt	460	71	126376	1896	1608	1779
BLOCK71_72	166	71	126238	1778	1778	1778
FINDNLS	187	54	67860	1757	1016	1256
BAND_EXP51	64	2	3504	1752	1752	1752

شکل(۱۰-۵) : نتایج برنامه نویسی دستی

### ۳-۵-۵- نتایج پیاده سازی

در این قسمت به نتایج پیاده سازی بلاذرنگ کدک G.728 می پردازیم . معمولا برای ارزیابی یک

کدک صحبت از معیار های Objective و Subjective استفاده می شود. معروفترین معیار

MOS<sup>۲۲</sup> است که دارای ۵ سطح از ۱ (بد) تا ۵ (عالی) می باشد . این معیار به

شرایط آزمایش ، زبان وشنوندگان وابستگی دارد . معروفترین معیار Objective ، معیار SNR است

که اعوجاج بین ورودی و خروجی سیستم را در نظر می گیرد و بصورت نسبت توان ورودی به

توان خطای بین ورودی و خروجی تعریف می شود .

<sup>۲۲</sup> Mean Opinion Score

این فایل فقط برای مشاهده می باشد . برای خرید فایل ورد این پایان نامه با قیمت فقط ۵ هزار تومان به سایت فروشگاه علمی اسماں مراجعه کنید. [www.asemankafinet.ir](http://www.asemankafinet.ir)

معمولا در صحبت به دلیل تفاوت انرژی قسمت های باواک و بی و اک از معیار SNRseg

بصورت زیر استفاده می شود :

$$SNRseg = 1/M \sum_{m=1}^M 10 \log \frac{\sum_{n=1}^N S_{in}^2(n)}{\sum_{n=1}^N [S_{out} - S_{in}]^2}$$

که در آن  $N$  تعداد نمونه های صحبت در یک سگمنت که معمولا ۱۲۸ تا ۲۵۶ نمونه است و  $M$

تعداد این سگمنت ها می باشد [۷].

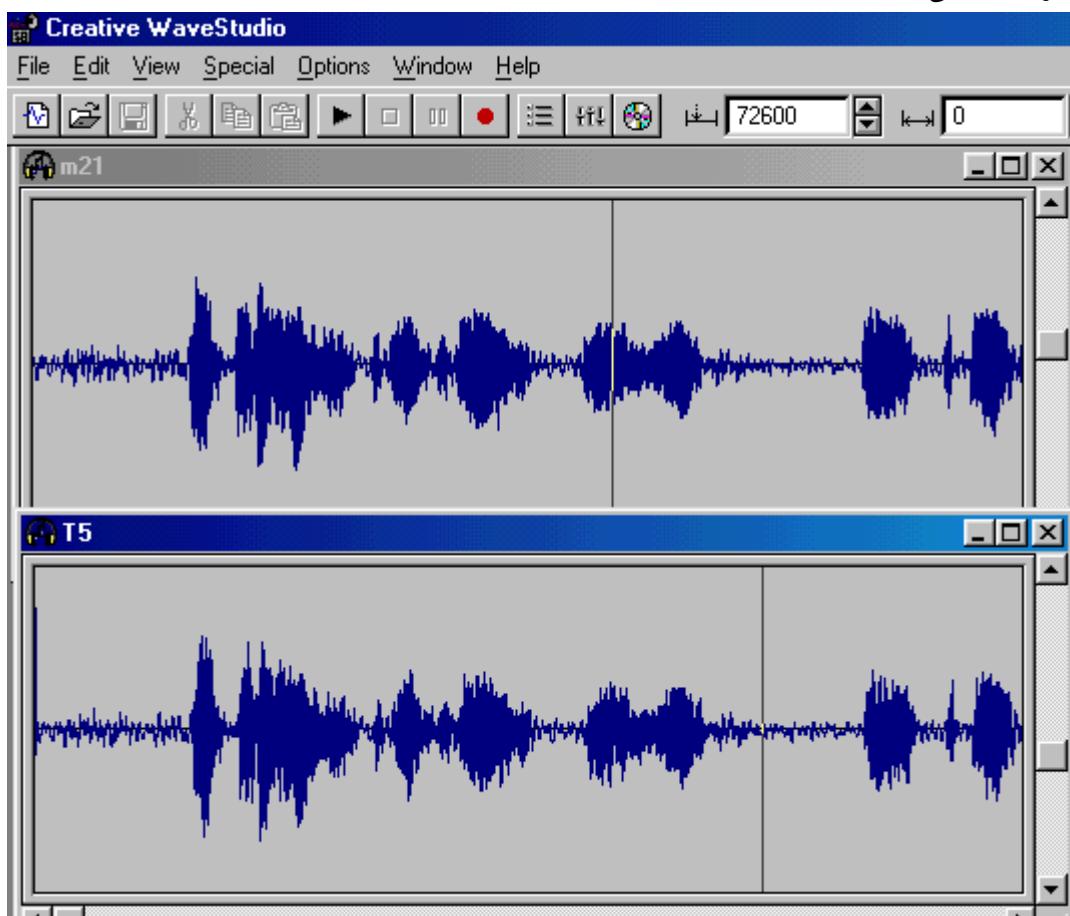
در شکل (۱۱-۵) صحبت ورودی و صحبت سنتز شده خروجی کدک حاصل از شبیه سازی

ممیز ثابت و در شکل (۱۲-۵) مقایسه ورودی و خروجی در پیاده سازی بر روی C5402 نشان داده

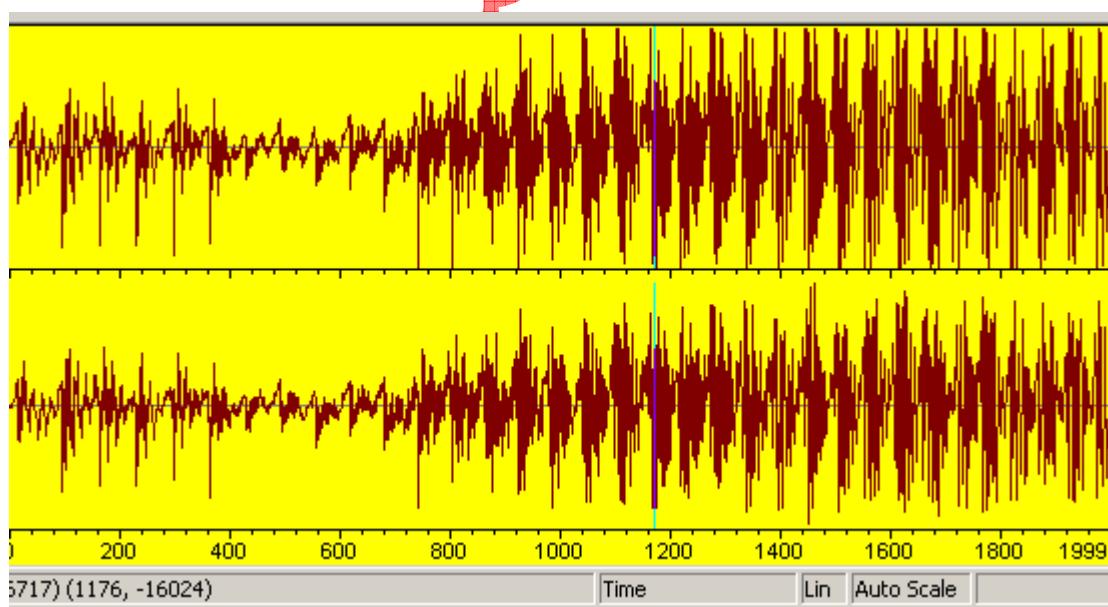
شده است. فایل صحبت جمله "بر سر آنم که گر ز دست بر آید..." با گوینده مرد می باشد. همچنین

در جدول (۲-۵) مقادیر SNR محاسبه شده برای سگمنت های ۲۵۶ تایی و کل فایل آورده شده است

این فایل فقط برای مشاهده می باشد . برای خرید فایل ورد این پایان نامه با قیمت فقط ۵ هزار تومان به سایت فروشگاه علمی اسماں مراجعه کنید. [www.asemankafinet.ir](http://www.asemankafinet.ir)



شکل (۱۱-۵) : مقایسه صحبت ورودی(بالا) و صحبت سنتز شده (پایین) در شبیه سازی



شکل (۱۲-۵) : مقایسه صحبت ورودی(بالا) و صحبت سنتز شده (پایین) در DSP

	SEG۲۵۶	GLOBAL
--	--------	--------

این فایل فقط برای مشاهده می باشد . برای خرید فایل ورد این پایان نامه با قیمت فقط ۵ هزار تومان به سایت فروشگاه علمی اسما مراجعه کنید. [www.asemankafinet.ir](http://www.asemankafinet.ir)

SNR (dB)	۱۷.۳۱	۱۷.۵۷
----------	-------	-------

جدول (۲-۵)

در مرجع [۷] مقدار SNR برای این کدک از نظر تئوری ۲۲dB محاسبه شده است هرچند که در پیاده سازی ها مثلا مرجع [۱۷] ، SNR کلی کدک برابر ۱۸dB بدست آمده است .

در اینجا نتایج پیاده سازی بر روی پردازنده TMS۳۲۰C۵۴۰۲ از نظر مقدار حافظه برنامه و حافظه

Program Memory	Data Memory
۸۵۸۲ word	۲۱۳۲ word

جدول (۳-۵)

	Maximum	Average
Encoder	۷۱.۱۳	۵۴.۶
Decoder	۳۸.۱۷	۳۲.۸
Full Duplex	۹۹.۳	۸۷.۴

جدول (۴-۵)

برای مقایسه به نتایج پیاده سازی شرکت DCS بر روی C۵۴X که به حافظه برنامه ۹ kword و

حافظه دیتا ۲.۱ و پردازش MIPS ۳۷ نیاز دارد[۱۹] ، اشاره می کنیم که البته اختلاف MIPS

آن با پیاده سازی ما ناشی از برنامه نویسی اس梅بلی بصورت کاملا دستی می باشد .

## ۵-۶- نتیجه گیری و پیشنهاد

در این گزارش به پیاده سازی بلادرنگ کدک صحبت کم تاخیر G.۷۲۸ بر روی پردازنده

TMS۳۲۰C۵۴۰۲ پرداختیم. در این راه پس از بررسی روش های کدینگ صحبت و مطالعه الگوریتم

کدینگ LD-CELP ، این الگوریتم را به زبان C و بصورت ممیز ثابت شبیه سازی نمودیم . سپس

برد توسعه دکتر C۵۴۰۲ DSK و نرم افزار CCS ( Code Composer Studio ) و امکانات آنرا

معرفی و نحوه اجرای برنامه بر روی برد را بیان کردیم . با استفاده از نرم افزار CCS برنامه

کدک به زبان C را به کد اسمبلی ترجمه و بر روی TMS اجرا نموده و دیدیم که کمپایلر C۵۴X

با حداکثر قدرت بهینه سازی هم نمی تواند برنامه را بصورت بلادرنگ اجرا نماید . از اینرو توابع

مهم برنامه از نظر MIPS را بصورت دستی به زبان اسمبلی بازنویسی کردیم. در نتیجه MIPS

بعضی از توابع به نصف و بعضی به یک سوم کاهش یافت و برنامه بصورت بلادرنگ

قابل اجرا گردید.

بعنوان اولین پیشنهاد می توان با اعمال تغییراتی در ساختار کتاب کد LD-CELP ۱۶ kb/s آنرا به

یک کدک با نرخ بیت متغیر تبدیل نمود که جزئیات آن در Annex H توصیه نامه G.۷۲۸ آورده

شده است [۱۸] . چنین کدکی با نرخ بیت متغیر برای شبکه های موبایل و اینترنت مناسب است.

پیشنهاد دیگری که در اینجا مطرح می شود ترکیب این کدک با حذف کننده اکو استاندارد G.۱۶۵

است . چرا که در سیستم های انتقال صحبت بلوک های فشرده سازی و حذف اکو در کنار هم قرار

می گیرند و اگر هردو در یک بلوک پیاده سازی شوند می توان از نظر MIPS و حافظه به نتایج

بهتری دست یافت.

## ضمائمه

- ضمیمه (ب) : مقایسه برنامه نویسی C و اسambilی

```
*****  
BLOCK ۱۴, ۱۰ :SHAPE CODEVECTOR CONVOLUTION &  
ENERGY CALCULATION  
inputs: H,Y  
output: YO  
*****  
void BLOCK14_10()  
{  
    int I,J,K,KN=N;  
    long AAM;  
  
    for(J=N;J<=NCWD;J++)  
    {  
        for(K=N;K<=IDIM;K++)  
        {  
            KN++; //KN=( J-N ) * IDIM+K+N;  
            AAM=M;  
            for(I=N;I<=K;I++)  
                AAM+=H[ I ] * Y[ KN-I ];  
  
            AAM>>=NQ;  
            TEMP[ K ]=AAM;  
        }  
        AAM=M;  
        for(K=N;K<=IDIM;K++)  
            AAM+=(TEMP[ K ] * TEMP[ K ] );  
        AAM>>=NR;  
        YO[ J ]=AAM;  
    }  
}  
*****  
کد اسambilی تولید شده توسط کمپایلر  
*****  
.sect ".text"  
.global _BLOCK14_10  
.sym _BLOCK14_10,_BLOCK14_10, ۳۲, ۲, .  
.func ۱۷۵۷  
;-----  
; ۱۷۵۷ | void BLOCK14_10()  
;-----
```

```
*****
;* FUNCTION DEF: _BLOCK14_10 *
*****
;
_BLOCK14_10:
.line ९
.sym _I,·, ४, १, १६
.sym _J,·, ४, १, १६
.sym _K,·, ४, १, १६
.sym _K1,·, ४, १, १६
.sym _AA·,·, ५, १, ३२
PSHM AR1
FRAME #-६
NOP
.line ३
;
; १७०९ | int I,J,K,K1=1;
; १७१० | long AA·;
;
ST #1,*SP(३) ; | १७०९|
.line ७
;
; १७१२ | for(J=1;J<=NCWD;J++)
;
SSBX SXM
LD #128,A
ST #1,*SP(१) ; | १७१२|
SUB *SP(१),A ; | १७१२|
BC L182,ALT ; | १७१२|
; branch occurs ; | १७१२|
L170:
.line ८
;
; १७१४ | for(K=1;K<=IDIM;K++)
;
LD #0,A
ST #1,*SP(२) ; | १७१४|
SUB *SP(२),A ; | १७१४|
BC L179,ALT ; | १७१४|
; branch occurs ; | १७१४|
L171:
.line १
;
; १७१६ | K++; //K1=(J-1)*IDIM+K+1;
;
ADDI #1,*SP(३) ; | १७१६|
.line १
;
; १७१७ | AA·=·;
;
LD #·,A
DST A,*SP(४) ; | १७१७|
.line १२
;
; १७१८ | for(l=1;l<=K;l++)
;
ST #1,*SP(·) ; | १७१८|
LD *SP(२),A ; | १७१८|
SUB *SP(·),A ; | १७१८|
BC L178,ALT ; | १७१८|
; branch occurs ; | १७१८|
```

درو شکن

```

L177:
.line ۱۳
;-----
; ۱۷۶۹ | AA·+=H[I]*Y[K¹-I];
;-----
LD *SP(۲),A
SUB *SP(·),A ; |۱۷۶۹|
STLM A,AR¹
NOP
NOP
LD *AR¹(_Y),T
MVDK *SP(·),*(AR¹)
MPY *AR¹(_H),A ; |۱۷۶۹|
DADD *SP(ξ),A,A ; |۱۷۶۹|
ADDM #1,*SP(·) ; |۱۷۶۹|
DST A,*SP(ξ) ; |۱۷۶۹|
LD *SP(۲),A ; |۱۷۶۹|
SUB *SP(·),A ; |۱۷۶۹|
BC L1۷۸,AGEQ ; |۱۷۶۹|
; branch occurs ; |۱۷۶۹|
L1۷۸:
.line ۱۰
;-----
; ۱۷۷۱ | AA·>>=۱۴;
;-----
DLD *SP(ξ),A ; |۱۷۷۱|
SFTA A,#-۱۴,A ; |۱۷۷۱|
DST A,*SP(ξ) ; |۱۷۷۱|
.line ۱۱
;-----
; ۱۷۷۲ | TEMP[K]=AA·;
;-----
MVDK *SP(۲),*(AR¹)
LD *SP(ο),A
STL A,*AR¹(_TEMP)
.line ۱۲
ADDM #1,*SP(γ) ; |۱۷۷۳|
LD #ο,A
SUB *SP(γ),A ; |۱۷۷۳|
BC L1۷۶,AGEQ ; |۱۷۷۳|
; branch occurs ; |۱۷۷۳|
L1۷۹:
.line ۱۳
;-----
; ۱۷۷۴ | AA·=·;
;-----
LD #·,A
DST A,*SP(ξ) ; |۱۷۷۴|
.line ۱۹
;-----
; ۱۷۷۵ | for(K=۱;K<=IDIM;K++)
;-----
ST #1,*SP(γ) ; |۱۷۷۵|
LD #ο,A
SUB *SP(γ),A ; |۱۷۷۵|
BC L1۸۱,ALT ; |۱۷۷۵|
; branch occurs ; |۱۷۷۵|
L1۸۰:
.line ۲۰
;-----
```

دُوْشِنْجَاه

این فایل فقط برای مشاهده می باشد . برای خرید فایل ورد این پایان نامه با قیمت فقط ۵ هزار تومان به سایت فروشگاه علمی اسما مراجعه کنید. [www.asemankafinet.ir](http://www.asemankafinet.ir)

; ۱۷۷۶ | AA·+=(TEMP[K]\*TEMP[K]);  
;  
MVDK \*SP(۲),\*(AR۱)  
LD \*AR۱(\_TEMP),T  
MPY \*AR۱(\_TEMP),A ; |۱۷۷۶|  
DADD \*SP(۴),A,A ; |۱۷۷۶|  
ADDM #۱,\*SP(۲) ; |۱۷۷۶|  
DST A,\*SP(۴) ; |۱۷۷۶|  
LD #۰,A  
SUB \*SP(۲),A ; |۱۷۷۶|  
BC L۱۸·,AGEQ ; |۱۷۷۶|  
; branch occurs ; |۱۷۷۶|  
L۱۸۱:  
.line ۲۱  
;  
; ۱۷۷۷ | AA·>>=۱۰;  
;  
DLD \*SP(۴),A ; |۱۷۷۷|  
SFTA A,#-۱۰,A ; |۱۷۷۷|  
DST A,\*SP(۴) ; |۱۷۷۷|  
.line ۲۲  
;  
; ۱۷۷۸ | Y۲[J]=AA·;  
;  
MVDK \*SP(۱),\*(AR۱)  
LD \*SP(۰),A  
STL A,\*AR۱(\_Y۲)  
.line ۲۴  
ADDM #۱,\*SP(۱) ; |۱۷۷۸|  
LD #۱۲۸,A  
SUB \*SP(۱),A ; |۱۷۷۸|  
BC L۱۷·,AGEQ ; |۱۷۷۸|  
; branch occurs ; |۱۷۷۸|  
L۱۸۲:  
.line ۲۶  
FRAME #۱  
POPM AR۱  
RET  
; return occurs  
.endfunc ۱۷۸۲,.....۴۰h,۷

کد اسsemblی تولید شده با برنامه نویسی دستی

\*\*\*\*\*

.text  
.global \_BLOCK1۴\_۱۰  
\_BLOCK1۴\_۱۰:  
PSHM AR·  
PSHM AR۱  
PSHM AR۲

این فایل فقط برای مشاهده می باشد . برای خرید فایل ورد این پایان نامه با قیمت فقط ۵ هزار تومان به سایت فروشگاه علمی اسماں مراجعه کنید. [www.asemankafinet.ir](http://www.asemankafinet.ir)

```

PSHM AR۳
PSHM AR۴
PSHM AR۰
PSHM AR۱
frame #۲
ssbx   ssm
STM   #_Y۲+۱,AR۴
STM   #۰,BK
STM   #۱۲۷,AR۱
stm    _Y,ar۲

L1:
STM #_TEMP+۱,AR۰
stm #-۱,ar۱
stm #۴,brc

rptb L۲
mar *ar۲+
mar *ar۱+
ldm ar۲,a
stlm a,ar۰
ldm ar۱,a
stl a,*sp(·)
STM #_H+۱,AR۳
LD #۰,A
RPT *sp(·)
MAC *AR۰-, *AR۳+, A, A

SFTA A,#-۱۴,A
L2: STL A,*AR۰+
STM #_TEMP+۱,AR۳
LD #۰,b
rpt #۴
    squra *ar۳+,b
    SFTA B,#-۱۰,B
    STL B,*AR۴+
BANZ L1,*AR۱-
frame #۲
    POPM AR۱
    POPM AR۰
    POPM AR۴
    POPM AR۳
    POPM AR۲
    POPM AR۱
    POPM AR۰
    RET

```

## مراجع

۱- Panos E. Papamichalis, "Practical Approaches to Speech Coding ", Prentice-Hall

Inc. , ۱۹۸۷.

۲-B.S. Atal & R.Remde "A new model of LPC excited for producing natural-sounding speech at low bit rates", Proc.ICASSP pp.۶۱۴-۶۱۷ ۱۹۸۲.

این فایل فقط برای مشاهده می باشد . برای خرید فایل ورد این پایان نامه با قیمت فقط ۵ هزار تومان به سایت  
فروشگاه علمی اسماں مراجعه کنید. [www.asemankafinet.ir](http://www.asemankafinet.ir)

۱-Jason P. Woodard , "Digital Speech Coding" , Mini-Thesis , Department of

Electronics & Computer Science, University of Southampton, Jun ۱۹۹۴.

۲-J.Makhoul "Linear Prediction: A Tutorial Review " Proc. IEEE,vol ۷۳,

No.۴,pp.۵۶۱-۵۸۰ Apr ۱۹۷۵.

۳- Kondoz A.M," Digital Speech , Coding of low bit rate communication Systems",  
Chichester Wiley ۲۰۰۰.

۴- Chen,Cox & Lin,"A Low-Delay CELP Coder for the CCITT ۱۶ kb/s Speech Coding  
Standard",IEEE Jour. On Selected Area in Comm.,vol.۱۰,no.۵ ,June ۹۲.

۵- L.Hanzo,A.Somerville & Jason P. Woodard, "Voice Compression and  
Communication",IEEE series on Digital & Mobile, ۲۰۰۰.

۶- Schroeder & Atal , "Code-Excited linear Prediction (CELP):High quality speech at  
very low bit rates",IEEE,ICASSP,pp.۹۳۷-۹۴۰, ۱۹۸۰.

۷- ITU,"Coding of Speech at ۱۶ kbps using Low-Delay Code Excited Linear  
Prediction ", ITU (CCITT) Recommendation G.۷۲۸, ۱۹۹۲.

۸- ITU," G.۷۲۸ Annex G , ۱۶ kbps Fixed Point specification ", ۱۱/۹۴.

۹- TI, "TMS۳۲۰.۳۲۰۰ Assembly language tools user guide ", [www.ti.com](http://www.ti.com)  
June ۲۰۰۱.

۱۰- TI, " TMS۳۲۰.۳۲۰۰ DSP reference set, volume ۱: CPU", spru۱۳۱, [www.ti.com](http://www.ti.com).

۱۱- TI, " TMS۳۲۰.۳۲۰۰ DSP reference set, volume ۲: Mnemonic instruction set",  
spru۱۷۷, [www.ti.com](http://www.ti.com) .

۱۲- TI, "Code Composer user guide",spru ۳۲۸, [www.ti.com](http://www.ti.com).

۱۳- TI, "C۰۰.۲ DSK user guide" ,[www.ti.com](http://www.ti.com).

۱۴- TI," DSP product tree" , <http://dspvillage.ti.com/docs/allproducttree.jhtml>.

۱۵- TCTS Lab," The LD-CELP at ۱۶kb/s (ITU-T G.۷۲۸)",Coding research group  
homepage ,<http://tcts.fpms.ac.be/coding.htm>.

این فایل فقط برای مشاهده می باشد . برای خرید فایل ورد این پایان نامه با قیمت فقط ۵ هزار تومان به سایت  
فروشگاه علمی اسماں مراجعه کنید. [www.asemankafinet.ir](http://www.asemankafinet.ir)

۱۸- ITU,"G.۷۲۸ Annex H:variable bit rate LD-CELP operation mainly for DCME at  
rates less than ۱۶ kb/s",۵/۹۹.

۱۹- DCS G.۷۲۸ C۵۴x Vocoder,

algorithm,<http://wwwd.connect.ti.com/dsp/tpcat/tpcodec.nsf/SoftwareForExternal/>  
EAB۷۲۸D۳۶C۲C۹۱۶E۸۶۲۵۶۹F۲۰۰۵۴۲A۹۲.

