

## فصل دوم

# اصول ریزپردازنده‌ها

پاییز ۱۳۹۶ - محمدعلی شفیعیان

1

### مقدمه (۱)

✓ پردازنده یکی از اجزای مهم سیستم رایانه است.

✓ پردازنده که با توجه به سیستم سلسله مراتبی رایانه، خود دارای یک سیستم سلسله مراتبی است، می‌تواند داده‌ها و دستورهای آن را از اجزای مختلف رایانه دریافت کرده و پس از پردازش، نتیجه آن را به مکان مشخصی ارسال کند.

✓ در این فصل سیر تکاملی اصول کلی ریزپردازنده‌ها را مورد بررسی قرار داده و اتفاقات و فناوری‌های مهمی معرفی می‌شوند که تأثیر فراوانی در موفقیت یا شکست این سیستم داشته‌اند.

2

## مقدمه (۲)

✓ در کامپیوترهای امروزی پردازنده‌های بسیاری به کار برده می‌شوند، مانند پردازنده کارت صدا و یا پردازنده کارت گرافیک، ولی پردازنده مورد بحث در این فصل به واحد پردازشگر مرکزی (CPU) در کامپیوتر گفته می‌شود.

|                               |                       |
|-------------------------------|-----------------------|
| ۱- انتقال و جابه‌جایی داده‌ها | } وظایف اصلی پردازنده |
| ۲- انجام محاسبات روی داده‌ها  |                       |
| ۳- تصمیم‌گیری                 |                       |

3

## سرعت ریزپردازنده (۱)

✓ پردازنده وظایف خود را با سرعت بسیار بالایی انجام می‌دهد. با وجود این سرعت بالا، باز هم افزایش سرعت، همواره مورد توجه کاربران و تولیدکنندگان پردازنده بوده است.

✓ تا جایی که قانون مور اجازه می‌داد، سازندگان تراشه می‌توانستند هر سه سال نسل جدیدی از تراشه‌ها را با چهار برابر از ترانزیستورها عرضه کنند.

4

## سرعت ریزپردازنده (۲)

✓ در تراشه‌های حافظه با همان فن‌آوری اصلی برای حافظه کامپیوتر، ظرفیت حافظه DRAM در هر سه سال، چهار برابر شده است.

✓ در مورد ریزپردازنده‌ها، اضافه شدن مدارهای جدید و افزایش سرعت که ناشی از کاهش فاصله بین آنها می‌شد، عملکردشان را در هر سه سال، چهار تا پنج برابر نمود.

5

## سرعت ریزپردازنده (۳)

۱- پیش‌بینی انشعاب (Branch Prediction)

۲- تحلیل جریان داده (Data Flow Analysis)

۳- اجرای گمانه‌ای (Speculative Execution)

روش‌های افزایش سرعت  
ریزپردازنده

6

## سرعت ریزپردازنده (۴)

- ✓ طراحان برای دستیابی به افزایش سرعت، در تولید پردازنده‌های جدید راه کارهای زیر را در نظر داشته‌اند:
- ✓ افزایش فرکانس پالس ساعت پردازنده
- ✓ افزایش عرض گذرگاه‌های مربوط به پردازنده، مانند گذرگاه سیستم FSB و در سال‌های اخیر گذرگاه QPI
- ✓ بهینه‌سازی ساختار هسته پردازنده و اجزای دیگر آن، برای انجام کارهای بیشتر در هر پالس ساعت
- ✓ افزایش سرعت سخت‌افزار پردازنده
- ✓ افزایش ابعاد و سرعت حافظه‌های نهان بین پردازنده و حافظه
- ✓ ایجاد تغییرات در سازمان و معماری پردازنده

7

## سرعت ریزپردازنده (۵)

- ✓ در سیر تکامل پردازنده از ابتدا تا به امروز، دو رویکرد برای افزایش کارایی آنها مورد توجه محققان و شرکت‌های تولیدکننده پردازنده بوده است:
- ✓ افزایش توان و سرعت پردازنده با افزایش فرکانس پالس ساعت
- ✓ استفاده بهینه از ظرفیت‌های موجود در پردازنده

8

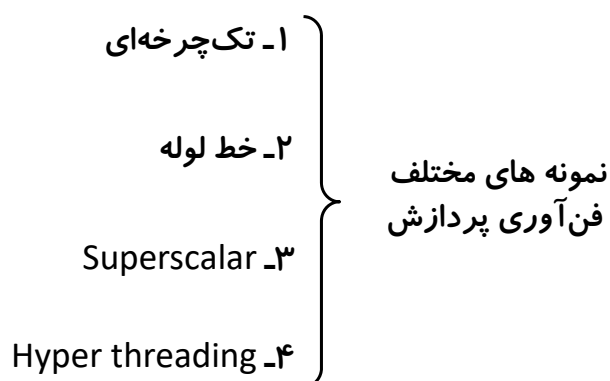
## سرعت ریزپردازنده (۶)

✓ برای توسعه پردازنده، محققان با گلوگاه‌های حساسی روبه‌رو هستند.

✓ یکی از این گلوگاه‌ها گذرگاه سیستم یا FSB است. به همین دلیل با پافشاری شرکت‌های تولیدکننده پردازنده برای افزایش پالس ساعت داخلی آن و همچنین محدودیت در افزایش سرعت انتقال داده‌ها به وسیله‌ی گذرگاه سیستم، تلاش شده است تا برای افزایش کارایی پردازنده، بیشتر به فن‌آوری پردازش پرداخته شود.

9

## سرعت ریزپردازنده (۷)



10

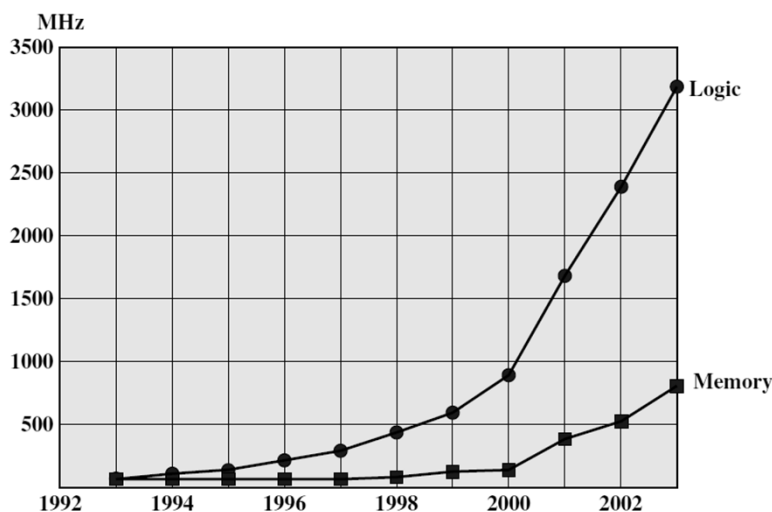
## تبادل در کار آیی (۱)

✓ در حالی که پردازنده با سرعت زیادی به پیش افتاد، قطعات حساس دیگر کامپیوتر نتوانستند این مسیر را ادامه بدهند.

✓ در نتیجه نیاز به ایجاد هماهنگی در کار آیی قطعات به وجود آمد:  
تنظیم سازمان و معماری کامپیوتر برای جبران عدم هماهنگی در توانایی‌های قطعات مختلف آن

11

## تبادل در کار آیی (۲)



12

## تبادل در کار آیی (۳)

✓ روش‌های برخورد معماری سیستم با این مسأله:

✓ افزایش تعداد بیت‌هایی که در هر بار بازیابی می‌شوند با عریض‌تر کردن DRAM‌ها به جای کامل‌تر کردن آن‌ها و با استفاده از گذرگاه عریض بریا مسیرهای داده.

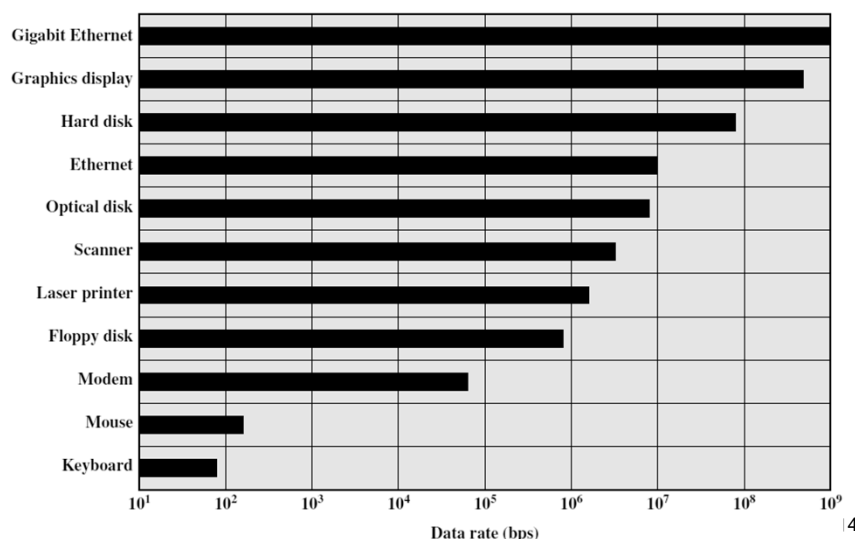
✓ تغییر واسط DRAM با لحاظ حافظه نهان و یا دیگر روش‌های بافر کردن در تراشه DRAM

✓ کاهش تعداد دفعات دستیابی حافظه با ادغام ساختارهای پیچیده حافظه نهان بین پردازنده و حافظه اصلی که شامل افزودن یک حافظه نهان و یا بیشتر روی تراشه پردازنده و نیز حافظه نهان خارج از تراشه نزدیک به تراشه پردازنده

✓ افزایش پهنای باند اتصال داخلی بین پردازنده‌ها و حافظه با استفاده از گذرگاه‌های با سرعت بالاتر و به‌کارگیری سلسله مراتبی از گذرگاه‌ها برای بافر کردن و ساختار جریان داده.

13

## تبادل در کار آیی (۴) کنترل وسایل I/O



4

## تبادل در کار آیی (۵) کنترل وسایل I/O

✓ هر چند نسل امروزی ریزپردازنده‌ها، می‌توانند داده‌های خارج‌شده توسط وسایل I/O را کنترل کنند، مشکل دستیابی به داده منتقل شده بین پردازنده و وسیله جانبی باقی می‌ماند.

✓ راهکارهای ارایه شده برای حل این مشکل:

✓ استفاده از حافظه نهان

✓ بافر کردن و استفاده از گذرگاه‌های ارتباطی با سرعت بالاتر

✓ استفاده از ساختارهای پیچیده‌تری از گذرگاه‌ها

✓ به‌کارگیری آرایش‌های چندپردازنده‌ای در برآوردن تقاضای I/O

15

## تبادل در کار آیی (۶) کنترل وسایل I/O

✓ راهکارهای ارایه شده باید از عهده دو عامل توسعه برآیند:

✓ سرعتی که در آن عملکرد سیستم در فن‌آوری‌های مختلف (پردازنده، گذرگاه‌ها، حافظه و وسایل جانبی) از یکی از انواع اجزای سیستم تا دیگری فرق دارد.

✓ کاربردها و وسایل جانبی، به‌طور مداوم طبیعت تقاضا در سیستم را بر حسب نوع دستور و الگوهای دستیابی داده، تغییر می‌دهند.

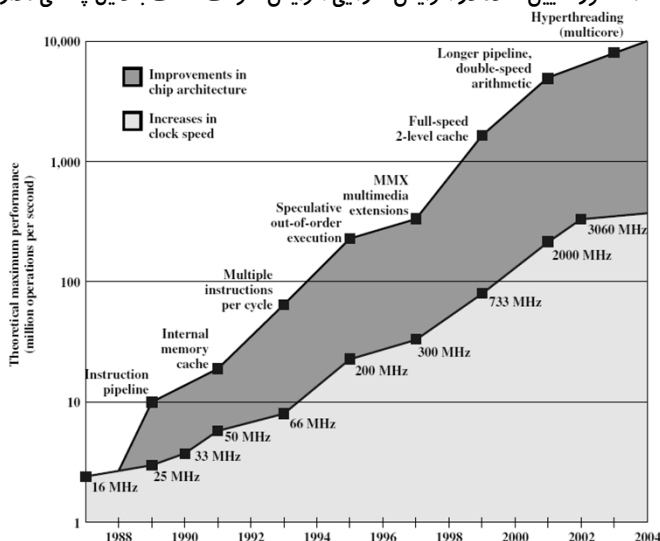
طراحی کامپیوتر و ریزپردازنده یک هنر در حال تکامل است.

16

## تبادل در کار آیی (۷)

### اصلاحاتی در سازمان و معماری تراشه

✓ در گذشته، فاکتور تعیین کننده در افزایش کار آیی افزایش سرعت ساعت به دلیل چگالی مدارهای منطقی بود



17

## تبادل در کار آیی (۸)

### اصلاحاتی در سازمان و معماری تراشه

✓ موانع به وجود آمده با افزایش سرعت ساعت و چگالی مدار منطقی:

✓ توان: با افزایش چگالی مدار و سرعت ساعت در تراشه، چگالی توان ( $\text{watt}/\text{cm}^2$ ) نیز افزایش پیدا کرد.

✓ تأخیر RC: با کاهش ابعاد قطعات در تراشه، سیمها نازکتر شده و مقاومت بالا می رود. همچنین، چون سیمها به هم نزدیکتر می شوند ظرفیت خازنی بالا خواهد رفت.

✓ کندی (Latency) حافظه: عقب ماندن سرعت حافظه از سرعت پردازنده

18

## تعدادل در کار آیی (۹)

### اصلاحاتی در سازمان و معماری تراشه

- ✓ در اواخر دهه ۱۹۸۰ و ادامه آن در ۱۵ سال بعدی، دو استراتژی برای افزایش کارآیی به بیش از آنچه که افزایش سرعت ساعت به دست می دهد به کار رفته است:
- ✓ افزایش حجم و تعداد سطوح حافظه نهان.
- ✓ پیچیده تر شدن مدار اجرای دستورالعمل در داخل پردازنده برای اجرای موازی دستورات:
- ✓ خط لوله: اجرای دستورات مختلف در مراحل مختلف به صوت همزمان
- ✓ سوپر اسکالر: امکان چند خط لوله ای در یک پردازنده برای اجرای موازی و مستقل از هم دستورات

19

## تعدادل در کار آیی (۱۰)

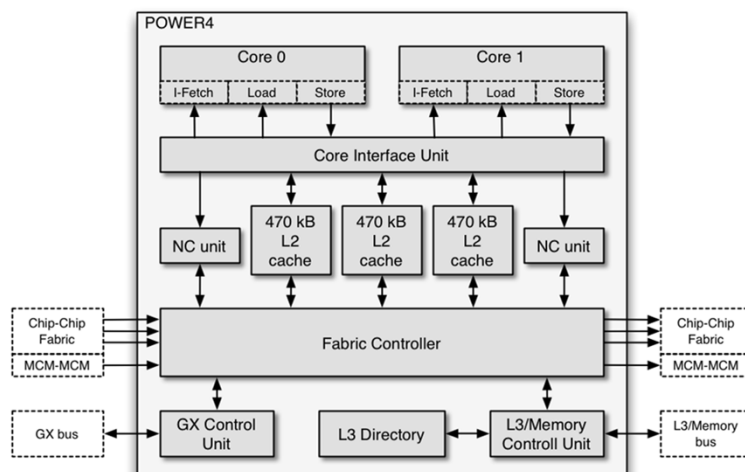
### اصلاحاتی در سازمان و معماری تراشه

- ✓ با وجود همه مشکلات، طراحان به روشی برای اصلاح کارآیی روی آوردند که در آن چند پردازنده را روی یک تراشه به همراه حافظه نهان مشترک بزرگ قرار دادند.
- ✓ استفاده از چند پردازنده در یک تراشه را چند هسته ای (Multicore) می گویند که موجب می شود کارآیی بدون افزایش سرعت ساعت بالا رود.
- ✓ به طور سرانگشتی افزایش در سرعت متناسب با جذر دوم افزایش پیچیدگی است.
- ✓ علاوه بر این، با دو پردازنده حافظه های نهان بزرگ تر منطقی است زیرا توان مصرف شده حافظه در تراشه کمتر از بخش پردازش است.

20

## تعداد در کار آیی (۱۰) اصلاحاتی در سازمان و معماری تراشه

✓ نخستین تراشه چندپردازنده‌ای تجاری که در سال ۲۰۰۱ به وسیله IBM معرفی شد.

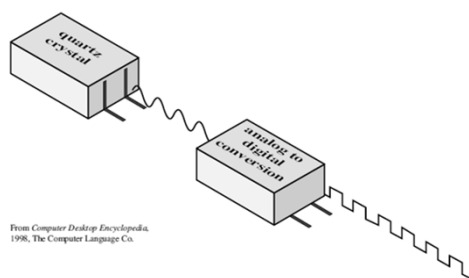


21

## پالس ساعت پردازنده (۱)

✓ هر پردازنده ای را که در نظر بگیرید اولین ویژگی و یا خصوصیتی که در مورد آن بیان می شود، فرکانس پالس ساعت است.

✓ همه پردازنده ها یک سرعت کاری دارند که به وسیله یک کریستال بسیار ریز تعیین می شود. این کریستال نوسان ساز روی برد اصلی قرار دارد.



From Computer Desktop Encyclopedia,  
1998, The Computer Language Co.

22

## پالس ساعت پردازنده (۲)

- ✓ در دنیای رایانه برای هماهنگی در انجام کارها و کنترل بیشتر، نیاز به یک ساعت وجود دارد.
- ✓ سیگنال تولید شده به وسیله کریستال نوسان ساز به تایمر اعمال می شود و تایمر با توجه به تنظیمات بایاس فرکانس پالس ساعت های متفاوت تولید و در اختیار سیستم قرار می دهد.
- ✓ یکی از این سیگنال های تولیدی به وسیله تایمر، مخصوص پردازنده است که به یکی از پایه های تراشه پردازنده اعمال می شود.
- ✓ پردازنده با استفاده از این سیگنال پالس ساعت، کارهای داخلی خود را با دیگر اجزای سیستم هماهنگ می کند.

23

## پالس ساعت پردازنده (۳)

- ✓ پردازنده های جدید به طور دائم با افزایش فرکانس پالس ساعت خود در حال توسعه هستند.
- ✓ پردازنده ها در سال ۱۹۸۱ با فرکانس ۴/۷ مگاهرتز کار می کردند در حالی که بعد از سی سال با فرکانسی بیشتر از ۶ گیگاهرتز کار می کنند.
- ✓ برای رسیدن به سرعت پردازش بسیار بالا و بالاتر در این مدت، شرکت های تولید کننده پردازنده نیاز داشتند تعداد بسیار زیادی ترانزیستور را در فضای بسیار کمی از تراشه قرار دهند.

24

## پالس ساعت پردازنده (۴)

- ✓ در رایانه هر ثانیه به میلیون‌ها قسمت تقسیم می‌شود که به هر یک از این قسمت‌ها پالس گفته می‌شود.
- ✓ به تعداد پالس‌های تولید شده در یک ثانیه، سرعت ساعت گویند که با واحد هرتز سنجیده می‌شود.
- ✓ به‌طور معمول سرعت هر رایانه بستگی به قدرت پردازنده در پردازش تعداد دستورالعمل‌ها در هر ثانیه دارد.
- ✓ در بسیاری از پردازنده‌ها، این تعداد روی پردازنده یا در دفترچه راهنمای آن ثبت می‌شود.

25

## پالس ساعت پردازنده (۵)

| نسل | پردازنده                                 | سال تولید | فرکانس پالس ساعت (مگاهرتز) |
|-----|------------------------------------------|-----------|----------------------------|
| ۱   | 8088                                     | ۱۹۷۹      | ۴/۷۷-۸                     |
| ۲   | 80286                                    | ۱۹۸۲      | ۶-۱۲/۵                     |
| ۳   | 80386                                    | ۱۹۸۵      | ۱۶-۳۳                      |
| ۴   | 80486                                    | ۱۹۸۹      | ۲۵-۱۰۰                     |
| ۵   | Pentium<br>Pentium MMX                   | ۱۹۹۳      | ۶۰-۲۰۰                     |
|     |                                          | ۱۹۹۷      | ۱۶۶-۳۰۰                    |
| ۶   | Pentium Pro<br>Pentium II<br>Pentium III | ۱۹۹۵      | ۱۵۰-۲۰۰                    |
|     |                                          | ۱۹۹۷      | ۲۳۳-۴۵۰                    |
|     |                                          | ۱۹۹۹      | ۴۵۰-۱۲۰۰                   |
| ۷   | Pentium IV<br>“Prescott”                 | ۲۰۰۰      | ۱۴۰۰-۲۲۰۰                  |
|     |                                          | ۲۰۰۲      | ۲۲۰۰-۲۸۰۰                  |
|     |                                          | ۲۰۰۳      | ۲۶۰۰-۳۲۰۰                  |
|     |                                          | ۲۰۰۴      | ۲۸۰۰-۳۶۰۰                  |

26

## پالس ساعت پردازنده (۶)

✓ برای رسیدن به سرعت پردازش بسیار بالا و بالاتر، شرکت های تولید کننده پردازنده نیاز داشتند تعداد بسیار زیادی ترانزیستور را در فضای بسیار کمی از تراشه قرار دهند.

✓ فن آوری تولید و ساخت ترانزیستورها در طراحی پردازنده ها نقش بسیار مؤثری دارد.

✓ فن آوری ساخت ترانزیستور شیوه تولید و ابعاد ترانزیستور تولید شده را معرفی می کند.

27

## پالس ساعت پردازنده (۷)

✓ تعداد ترانزیستورهای هفت نسل از پردازنده های اینتل

| نسل | پردازنده                                 | سال تولید | تعداد ترانزیستور |
|-----|------------------------------------------|-----------|------------------|
| ۱   | 8088                                     | ۱۹۷۹      | ۲۹/۰۰۰           |
| ۲   | 80286                                    | ۱۹۸۲      | ۱۳۴/۰۰۰          |
| ۳   | 80386                                    | ۱۹۸۵      | ۲۷۵/۰۰۰          |
| ۴   | 80486                                    | ۱۹۸۹      | ۱/۲۰۰/۰۰۰        |
| ۵   | Pentium<br>Pentium MMX                   | ۱۹۹۳      | ۳/۱۰۰/۰۰۰        |
|     |                                          | ۱۹۹۷      | ۴/۵۰۰/۰۰۰        |
| ۶   | Pentium Pro<br>Pentium II<br>Pentium III | ۱۹۹۵      | ۵/۵۰۰/۰۰۰        |
|     |                                          | ۱۹۹۷      | ۷/۵۰۰/۰۰۰        |
|     |                                          | ۱۹۹۹      | ۲۸/۰۰۰/۰۰۰       |
| ۷   | Pentium IV<br>“Prescott”                 | ۲۰۰۰      | ۴۲/۰۰۰/۰۰۰       |
|     |                                          | ۲۰۰۲      | ۵۵/۰۰۰/۰۰۰       |
|     |                                          | ۲۰۰۳      | ۵۵/۰۰۰/۰۰۰       |
|     |                                          | ۲۰۰۴      | ۱۲۵/۰۰۰/۰۰۰      |

28

## پالس ساعت پردازنده (۸)

✓ باید اشاره کرد که در پردازنده‌های پنتیوم III و IV به دلیل قرار گرفتن حافظه نهان سطح دو در پردازنده‌ها، تعداد ترانزیستورهای آن نیز به ترانزیستورهای پردازنده اضافه شده است.

29

## ولتاژ پردازنده (۱)

✓ پردازنده‌های امروزی به دلیل میزان پردازش‌های بسیار زیاد، مقدار انرژی الکتریکی خیلی زیادی مصرف می‌کنند.

✓ از آنجایی که پردازنده روی برد اصلی نصب می‌شود، برای تأمین مناسب انرژی الکتریکی مورد نیاز، هر پردازنده دارای دو سطح ولتاژ است که به وسیله برد اصلی تأمین می‌شود.

- |                                                                          |                                 |
|--------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|
| ۱- سطح ولتاژی که به هسته پردازنده اعمال می‌شود<br>(Core Voltage)         | } سطح ولتاژها<br>در ریزپردازنده |
| ۲- سطح ولتاژی که به بخش‌های دیگر پردازنده مانند حافظه نهان اعمال می‌شود. |                                 |

30

## ولتاژ پردازنده (۲)

✓ هر قدر اندازه (ابعاد) ترانزیستورها کاهش پیدا کند، سطح ولتاژ مورد نیاز آن برای عملکرد مناسب کاهش می‌یابد.

✓ به همین دلیل سطح ولتاژ ۵ ولت در هسته پردازنده‌های اولیه به ۳/۳ تا یک ولت در پردازنده‌های امروزی کاهش پیدا کرده است.

31

## ولتاژ پردازنده (۳)

✓ با کاهش اندازه ترانزیستورها تعداد بیشتری ترانزیستور در واحد سطح پردازنده قرار می‌گیرد که مصرف نهایی انرژی الکتریکی را بالا می‌برد.

✓ با کاهش سطح ولتاژ مورد نیاز ترانزیستورها انتظار کاهش مصرف انرژی وجود دارد، ولی با افزایش تعداد ترانزیستورها در تراشه پردازنده، مقدار انرژی مصرفی پردازنده‌های جدید به نسبت پردازنده‌های قدیمی، یا ثابت مانده و یا افزایش داشته است.

32

## سازمان پردازنده (۱)

✓ پردازنده برنامه‌هایی را که در حافظه اصلی وجود دارند، اجرا می‌کند.

✓ در واقع برای اجرای هر برنامه، ابتدا دستورالعمل‌ها و داده‌های مربوط به آن، به حافظه اصلی منتقل می‌شوند.

✓ هر برنامه از تعدادی دستورالعمل تشکیل می‌شود که به این دستورالعمل‌ها کد برنامه (Program Code) یا opcode گفته می‌شود.

33

## سازمان پردازنده (۲)

✓ ممکن است دستورالعمل به وسیله کاربر و با استفاده از صفحه کلید و یا ماوس به پردازنده ارسال شود مانند دستورهای ذخیره کردن و یا کپی کردن و یا دستور چاپ.

|                 |                       |
|-----------------|-----------------------|
| ۱- دستور ساده   | } انواع دستورالعمل‌ها |
| ۲- دستور پیچیده |                       |

34

### سازمان پردازنده (۳)

✓ دستور جمع کردن (Add) دستوری ساده است که به راحتی با کمترین زمان ممکن (یک واحد زمانی یا یک سیکل اجرا) در پردازنده انجام می‌شود.

✓ دستور ضرب کردن (Multiple) دستوری پیچیده است که برای اجرا نیاز به چند واحد زمانی (چند سیکل اجرا) در پردازنده دارد، زیرا برای اجرای هر عمل ضرب نیاز به اجرای چندین عمل جمع داریم.

35

### سازمان پردازنده (۴)

✓ داده‌ها ممکن است داده‌های ایجاد شده به وسیله کاربر باشد، مانند متن ایجاد شده در نرم افزار واژه پرداز و یا نامه الکترونیکی، و یا ممکن است داده‌های حاصل از پردازش تصویر یا فیلم باشد که به وسیله نرم افزارهای مخصوص ایجاد می‌شوند.

36

## سازمان پردازنده (۵)

✓ دستور به کدهای دودویی گفته می‌شود که قابل فهم به وسیله پردازنده باشد.

✓ کدهای دودویی یا کدهای ماشین به وسیله روش‌های خاصی (کمپایل شدن) پس از نوشتن هر برنامه تولید می‌شود.

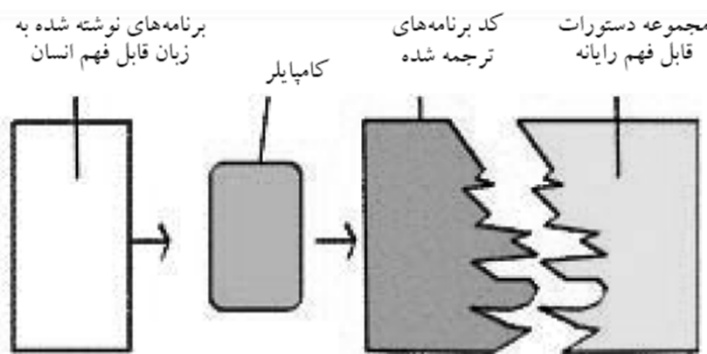
✓ همه پردازنده‌ها بدون توجه به سایر اجزای رایانه، قابلیت اجرای تعداد محدودی از دستورات عمل‌ها را دارند که به مجموعه آنها Instruction Set می‌گویند.

✓ در واقع مجموعه دستورات عمل‌ها، زبان قابل فهم برای پردازنده است و برنامه‌ها برای اجرا شدن روی رایانه‌ها مجبور هستند این مجموعه دستورها را به کار ببرند.

37

## سازمان پردازنده (۶)

✓ طراحان و تولیدکنندگان زبان‌های برنامه‌نویسی برای استفاده بیشتر و راحت‌تر کاربران، با استفاده از ابزارهای مترجم و مفسر مانند کامپایلر، برنامه ایجاد شده به وسیله کاربران را به زبان ماشین تبدیل کنند.



38

## سازمان پردازنده (۷)

✓ پردازنده‌های شرکت‌های مختلف مانند AMD و Intel از نظر مجموعه دستورها با هم سازگار هستند.

✓ در واقع می‌توان گفت که نرم‌افزارها و برنامه‌های مختلفی که روی هر کدام از این پردازنده‌ها اجرا شود می‌تواند روی پردازنده دیگر هم اجرا شود.

\*AMD : Advanced Micro Devices Inc.

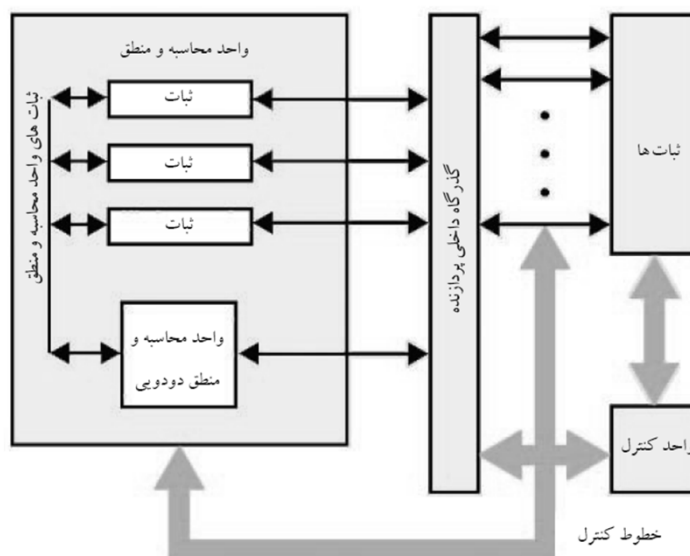
39

## سازمان پردازنده (۸)

✓ پردازنده تقاضاهای متفاوتی از سخت‌افزارهای مختلف دریافت می‌کند بنابراین برای انجام صحیح دستورها و سرعت بخشیدن به کارها به چند بخش تقسیم می‌شود.

40

## سازمان پردازنده (۹) ساختار کلی پردازنده



41

## سازمان پردازنده (۱۰)

- ۱- واکنشی (fetch)
  - ۲- رمز گشایی (decode)
  - ۳- اجرا (execute)
  - ۴- نوشتن نتیجه (write back)
- کارهای کنترل شده  
توسط واحد کنترل

42

## سازمان پردازنده (۱۱)

- |                                  |                        |
|----------------------------------|------------------------|
| ۱- واکشی دستور (fetch)           | } مراحل اجرای یک دستور |
| ۲- رمز گشایی دستور (decode)      |                        |
| ۳- برداشت داده                   |                        |
| ۴- پردازش داده یا اجرا (execute) |                        |
| ۵- نوشتن نتیجه (write back)      |                        |

43

## سازمان پردازنده (۱۲)

- ✓ برای اجرای یک دستور، پردازنده نیاز دارد دستور مورد نظر و داده مربوط به آن را به طور موقت در خود ذخیره کند.
- ✓ همچنین پردازنده باید مکان دستور بعدی در حافظه اصلی را برای اجرای آن بداند.
- ✓ به بیان دیگر پردازنده باید دستور و داده را ضمن اجرای یک دستور در یک مکان موقت ذخیره کند، به همین دلیل پردازنده به یک حافظه داخلی کوچک و سریع نیاز دارد. به این حافظه‌های کوچک، ثبات می‌گویند.

44

## سازمان پردازنده (۱۳)

✓ در داخل هسته پردازنده، مجموعه‌ای از ثبات‌ها قرار دارند که در سطحی بالاتر از حافظه اصلی و حافظه نهان کار می‌کنند و به پردازنده نزدیک‌تر هستند.

✓ در زمان اجرای دستور، از ثبات‌ها برای ذخیره موقت داده و دستور استفاده می‌شود.

45

## سازمان پردازنده (۱۴)

### ثبات‌های پردازنده

✓ ثبات شمارنده برنامه (Program Counter=PC)

✓ ثبات دستورالعمل (Instruction Register=IR)

✓ ثبات آدرس حافظه (Address register=AR)

✓ ثبات حافظه میانگیر (Memory Buffer Register =MBR)

✓ ثبات تست (Test register = TR)

46

## سازمان پردازنده (۱۵)

### اجزای اصلی پردازنده



47

## کمک پردازنده

✓ برای بالا بردن سرعت محاسبات ریاضی در مجموعه عددهای اعشاری و پردازش گرافیکی، از یک تراشه به نام کمک پردازنده (Coprocessor) در کنار پردازنده ی اصلی استفاده می شود.

پردازنده ی ریاضی MPU } انواع کمک پردازنده ها

پردازنده اعشاری FPU }

48

## اندازه گیری سرعت عملکرد اجرایی کامپیوتر (۱)

✓ بیشتر اجزای کامپیوتر برای ایجاد همزمانی با سایر اجزا، از پالس‌های ساعت استفاده می‌کنند ولی خود با سرعت‌های مختلف کار می‌کنند.

✓ سرعت پالس ساعت پردازنده یک نوع اندازه‌گیری خطی است و نمی‌تواند واحد مناسبی برای اندازه‌گیری سرعت عملکرد پردازنده باشد. به عنوان مثال با دو برابر کردن سرعت پالس ساعت یک پردازنده نمی‌توان نتیجه گرفت که سرعت اجرای دستورهای آن نیز دو برابر شده است.

49

## اندازه گیری سرعت عملکرد اجرایی کامپیوتر (۲)

✓ روش دیگری که برای بیان سرعت پردازنده وجود دارد این است که بر حسب تعداد دستور در ثانیه بیان شود.

✓ به طور معمول اجرای هر دستور به وسیله پردازنده به تعداد مشخصی از چرخه‌های پالس ساعت نیاز دارد که بسته به نوع دستور بین ۲ تا ۵۰ چرخه پالس ساعت می‌باشد.

✓ بنابراین بسته به نوع برنامه‌ی کاربردی و دستورهای آن، سرعت اجرای پردازنده به نسبت دیگر پردازنده‌ها قابل اندازه‌گیری است.

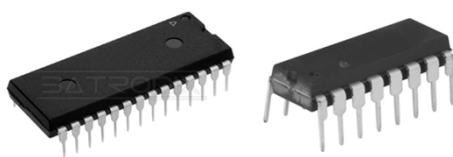
50

## سوکت پردازنده (۱)

✓ هر پردازنده به صورت تراشه‌ای جدا از برد اصلی تولید می‌شود. به محل قرار گرفتن پردازنده روی برد اصلی که ارتباط بین پردازنده و برد اصلی را برقرار می‌کند سوکت پردازنده می‌گویند.

✓ در ابتدا تراشه‌های پردازنده به صورت تراشه DIP (دو ردیف پایه در دو طرف تراشه) تولید شده و روی برد اصلی لحیم می‌شدند.

✓ با بزرگ‌تر شدن پردازنده و افزایش تعداد پایه‌های آن تراشه‌های DIP پاسخگوی نیازها نبود.

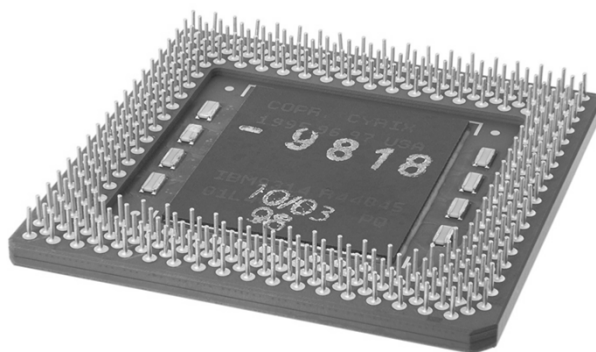


\*DIP: Dual Inline Package

51

## سوکت پردازنده (۲)

✓ یکی از نیازهای کاربران، توانایی برد اصلی برای ارتقای پردازنده بود. به همین دلیل سوکت‌های PGA همراه با بردهای اصلی AT طراحی و به بازار عرضه شد.

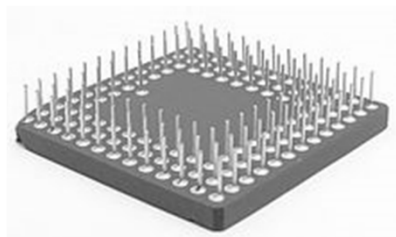


52

### سوکت پردازنده (۳)

✓ سوکت‌های PGA فضای مناسبی برای جابه‌جایی و ارتقای پردازنده‌ها ایجاد کرد ولی بیشتر کاربران برای نصب پردازنده‌های خود روی این سوکت‌ها دچار مشکل بودند.

✓ همچنین نصب خنک کننده روی پردازنده‌های ۴۸۶ به بعد کار بسیار مشکلی بود.



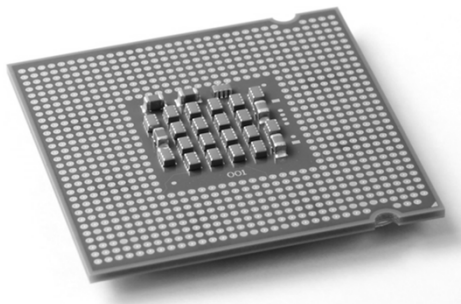
\*PGA: Pin Grid Array

53

### سوکت پردازنده (۴)

✓ بیشترین آسیب به پردازنده‌ها در زمان نصب و یا جداسازی آنها وارد می‌شود.

✓ برای کم کردن این آسیب‌ها در سوکت‌های جدید که LGA نام دارند، استفاده می‌شود.



\*LGA: Land Grid Array

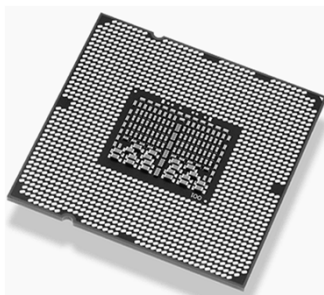
54

## سوکت پردازنده (۵)

✓ پایه‌های رابط پردازنده روی سوکت‌ها قرار می‌گیرد و هیچ پایه‌ای روی پردازنده‌ها وجود ندارد.

✓ با توجه به افزایش توان مصرفی پردازنده‌های جدید تلاش شده است تا در این سوکت‌ها انرژی به شکل بهتری توزیع شود.

✓ در این سوکت‌ها نصب سیستم خنک کننده راحت تر است و در زمان نصب آن، فشار کمتری به برد اصلی و پردازنده وارد می‌شود.

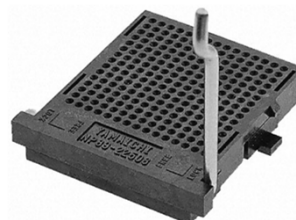
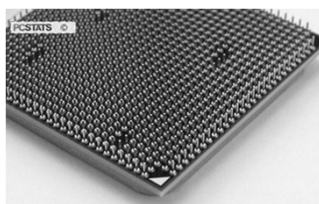


55

## سوکت پردازنده (۶)

✓ برای افزایش اطمینان از درستی نصب پردازنده و جلوگیری از آسیب رسیدن به آن، سوکت‌های ZIF روی بردهای اصلی قرار گرفت.

✓ با قرار گرفتن اهرمی در کنار این سوکت کاربران با کمترین فشار و با اطمینان بیشتر می‌توانند، پردازنده را در جای خود قرار دهند.

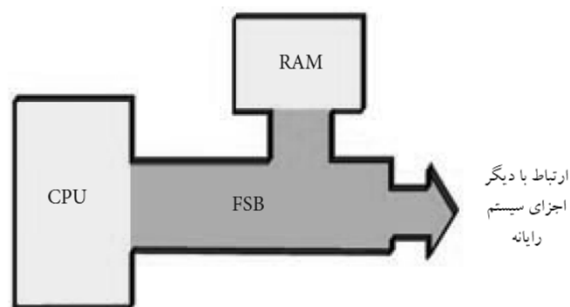


\*ZIF: Zero Insertion Force

56

## گذرگاه ها و پردازنده (۱)

✓ گذرگاه‌ها برای ارتباط بین اجزای مختلف سیستم طراحی شده‌اند و گذرگاه سیستم که به طور مستقیم به پردازنده وصل شده است ارتباط میان پردازنده و حافظه اصلی را برقرار می‌کند که به آن FSB نیز می‌گویند.



57

## گذرگاه ها و پردازنده (۲)

✓ گذرگاه سیستم بیشترین مقدار تبادل داده را نسبت به دیگر گذرگاه‌ها انجام می‌دهد و به همین دلیل بیشتر کاربران و سازندگان سیستم‌های رایانه‌ای، مشخصات این گذرگاه را به‌عنوان یکی از عوامل مهم و تأثیرگذار بر عملکرد سیستم مورد توجه قرار می‌دهند.

✓ در سال‌های اخیر با استفاده از فناوری جدید گذرگاه QPI به نظر می‌رسد بسیاری از محدودیت‌های سرعت انتقال داده در گذرگاه سیستم برطرف شده است.

FSB: Front Side Bus  
QPI: Quick Path Interconnect

58

## مجموعه دستورالعمل های پردازنده (۱)

- ✓ پردازنده ها تنها قادر به اجرای تعداد محدودی دستورالعمل هستند.
- ✓ اولین مجموعه دستورها که برای پردازنده های شرکت اینتل، خانواده x86 طراحی شد، به همین نام شناخته می شوند.
- ✓ طی مدت زمان تکامل پردازنده ها، شرکت های تولیدکننده آن به این قانون پایبند بودند که:
- هر پردازنده باید بتواند دستورالعمل های پردازنده های قبل از خود را اجرا کند.

59

## مجموعه دستورالعمل های پردازنده (۲)

- ✓ مجموعه دستورالعمل های x86 پایه و اساس دستورهای پردازنده ها شد و بعد از آن دستورهای جدیدی براساس نیاز به این مجموعه اضافه شد.
- ✓ در واقع با تولید هر نسل از پردازنده ها، تعدادی دستور به مجموعه دستورها اضافه می شد و آن را توسعه می دادند؛ به عنوان مثال در هنگام طراحی پردازنده ۸۰۳۸۶ تعداد ۲۶ دستور به مجموعه دستورهای پایه x86 اضافه شد و در زمان عرضه پردازنده ۸۰۴۸۶، تعداد ۶ دستور و در پردازنده پنتیوم، ۸ دستور جدید به این مجموعه اضافه شدند.

60

### مجموعه دستورالعمل های پردازنده (۳)

✓ شاید بتوان پایبندی پردازنده‌ها به مجموعه دستورات قبل از خود را برای احترام به تلاش‌ها و تولیدات نرم‌افزاری قبل از خود، در نظر گرفت کرد.

✓ نباید در نظر گرفت که پردازنده‌ها در روش اجرای همان دستورها نیز، به یک شیوه پایبند بودند.

✓ فن‌آوری اجرای دستورها با توسعه پردازنده‌ها و افزایش امکانات آن، تغییرات گسترده‌ای را تجربه کرده است که بسیاری از آن‌ها موفق بودند و بسیاری نیز نتوانستند موفق باشند.

61

### مجموعه دستورالعمل های CISC و RISC (۱)

پردازش مبتنی بر مجموعه ی دستورالعمل های پیچیده (CISC)

پردازش مبتنی بر مجموعه دستورالعمل‌های کاهش یافته (RISC)

تقسیم‌بندی پردازنده‌ها را براساس مجموعه دستورالعمل کمک پردازنده‌ها

62

## مجموعه دستورهای CISC و RISC (۲)

✓ برای اجرای هر دستور (Opcode) باید مدار الکترونیکی آن در پردازنده ایجاد شود.

✓ در ابتدایی‌ترین طراحی برای پردازنده‌ها، طراحان سعی کردند بیشتر دستورهای مورد نیاز را در پردازنده به صورت مدارهای منطقی ایجاد نمایند تا برنامه نویسان برای ایجاد برنامه‌های مورد نظر خود مشکلات کمتری داشته باشند.

✓ این طراحی که به CISC معروف است، مشکلات و محدودیت‌های زیادی داشت.

63

## مجموعه دستورهای CISC و RISC (۳)

✓ در طراحی CISC، گرایش طراحان بیشتر به سمت داشتن مجموعه دستورهای بیشتر از نظر تعداد و پیچیدگی آن‌ها بوده است.

✓ در طراحی CISC همان‌طور که از نامش پیداست، پردازش‌گر توانایی پردازش دستورهای پیچیده را نیز دارد.

✓ در واقع در این فن‌آوری، دستورهایی مانند ضرب اعداد به صورت مدارهای منطقی سخت افزاری در پردازنده طراحی می‌شدند که طراحان برای پیاده‌سازی آن‌ها مجبور به طراحی مدارهای پیچیده و بزرگی بودند.

64

## مجموعه دستورهای CISC و RISC (۴)

✓ مجموعه دستورهای x86 که برای پردازنده‌های ۸۰۸۶ شرکت اینتل طراحی شدند نمونه‌ای از دستورهای CISC هستند.

✓ این مجموعه دستورها شامل دستورهای مختلفی از دستور ساده تا دستور پیچیده بود و طولهای مختلفی از ۸ بیت تا ۱۲۰ بیت داشتند.

✓ همه این دستورها در پردازنده‌های اولیه ۸۰۸۶ با ۲۹۰۰۰ ترانزیستور طراحی شدند.

65

## مجموعه دستورهای CISC و RISC (۵)

✓ مدت زمانی پس از توسعه سخت‌افزاری پردازنده و بیشتر شدن تعداد ترانزیستورهای آن و بالاتر رفتن فرکانس پالس ساعت پردازنده، طراحان به فکر فناوری دیگری در پردازش دستورها افتادند.

✓ در این فناوری به جای استفاده از دستورهای زیاد و طراحی سخت‌افزاری آن‌ها در پردازنده، از دستورهای ساده و کمتری استفاده می‌شود.

66

## مجموعه دستورهای CISC و RISC (۶)

✓ پردازشگرهای مبتنی بر طراحی RISC (محاسبه‌گر مجموعه دستورهای کاهش یافته) فقط توانایی انجام دستورهای ساده را دارد.

✓ در فناوری RISC طول بیشتر دستورها یکسان است، در صورتی که در فناوری CISC هر دستور می‌توانست طول خاص خود را داشته باشد.

67

## مجموعه دستورهای CISC و RISC (۷)

✓ پردازشگر مبتنی بر طراحی CISC:

✓ به دلیل اجرای دستورهای پیچیده دارای واحد کنترل پیچیده و بزرگی است که فضای زیادی از پردازنده را اشغال می‌کند و همین پیچیدگی باعث سخت و دشوار شدن طراحی و ساخت این واحد می‌گردد.

✓ چون دستورها قالب (Format) واحدی ندارند و بیشتر آن‌ها دستورهای پیچیدگی هستند، به همین دلیل برای اجرا نیز زمان‌های متفاوتی از پردازنده به آن‌ها اختصاص می‌یابد.

✓ بعضی از دستورها چند سیکل زمانی از پردازنده و تعدادی دیگر از دستورها فقط یک سیکل زمانی جهت اجرا نیاز دارند. به همین دلیل در زمان اجرا، ناهمبندی زیادی بین واحدهای اجرا و کنترل پیش می‌آید که به طور معمول واحد اجرا زمان‌های زیادی را جهت هماهنگی با واحد کنترل از دست می‌دهد و بیکار می‌ماند.

68

## مجموعه دستورهای CISC و RISC (۸)

✓ پردازشگر مبتنی بر طراحی RISC:

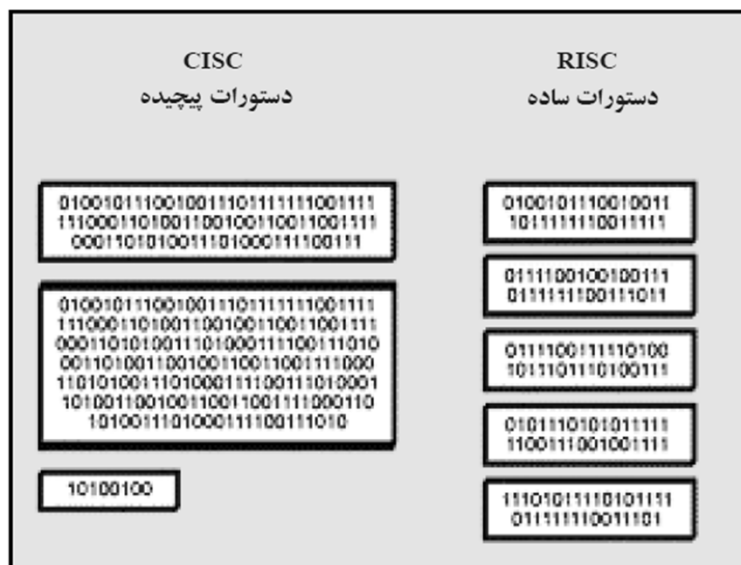
✓ چون دستورها دارای قالب و ساختار واحدی می‌باشند واحد کنترل واحد کوچک و ساده‌ای است که فضای کمی از پردازنده را اشغال می‌کند و طراحی آن نیز آسان‌تر است.

✓ چون تمام دستورها (تقریباً ۸۰٪ دستورها) شکل یکسان دارند. در زمان اجرا هماهنگی زیادی بین واحد کنترل و واحد اجرا وجود دارد و زمان از دست رفته واحد اجرا نزدیک به صفر است.

✓ می‌توان گفت که در پردازنده‌ی مبتنی بر طراحی RISC، واحدهای کنترل و اجرا هیچ وقت بیکار نمی‌مانند.

69

## مجموعه دستورهای CISC و RISC (۹)



70

## مجموعه دستورهای CISC و RISC (۱۰)

✓ یکی از وظایف پردازنده پس از هر پردازش، نوشتن نتیجه به دست آمده در حافظه سیستم است.

✓ در سیستم‌های CISC به دلیل وجود واحد کنترل بزرگ فضای کمی در اختیار واحد اجرا برای نگهداری اطلاعات و نتایج پردازش‌ها قرار می‌گیرد، به همین دلیل پردازنده مجبور است که نتایج را به طور دائم به حافظه اصلی منتقل کند که این عمل زمان زیادی از پردازنده را تلف می‌کند.

✓ از طرفی در پردازش‌های بعدی وقتی به این داده نیاز باشد پردازنده مجبور است دوباره زمان دیگری برای فراخوانی آن تلف کند.

71

## مجموعه دستورهای CISC و RISC (۱۱)

✓ در پردازش‌گرهای مبتنی بر طراحی RISC به دلیل کوچک بودن واحد کنترل فضای بیشتری از پردازنده در اختیار واحد اجرا است و می‌تواند نتایج حاصل از هر پردازش را جهت استفاده‌های بعدی در ثبات‌های خود نگهداری کند.

✓ این ویژگی، از تلف شدن زمان زیادی جلوگیری می‌کند و باعث افزایش سرعت پردازش می‌گردد.

72

## مجموعه دستورهای CISC و RISC (۱۲)

### ✓ مشکلات طراحی RISC

✓ برنامه‌های تولید شده برای اجرا روی پردازنده‌های مبتنی بر RISC باید براساس مجموعه دستورهای ساده‌ای ترجمه و یا تفسیر شوند.

✓ برای اجرای دستورهای پیچیده به دو، سه و یا تعداد بیشتری دستور ساده نیاز است.

✓ در واقع برنامه پس از ترجمه و تفسیر برای اجرا روی پردازنده‌های مبتنی بر RISC، بلندتر از طول همان برنامه برای اجرا روی پردازنده مبتنی بر CISC است.

✓ براساس پژوهش‌های صورت گرفته، به طور متوسط برنامه‌های قابل اجرا در پردازنده‌های مبتنی بر طراحی RISC حدود ۳۰٪ بلندتر از برنامه‌های قابل اجرا در پردازنده‌های مبتنی بر طراحی CISC است.

73

## مجموعه دستورهای CISC و RISC (۱۳)

### ✓ در مجموع می‌توان گفت:

✓ حافظه بیشتری باید در زمان اجرا به برنامه‌های RISC اختصاص داد.

✓ در معماری RISC حجم نقل و انتقال دستورها بین پردازنده و حافظه اصلی بیشتر می‌شود.

امروزه، ترکیبی از طراحی CISC و RISC در معماری پردازنده‌ها به کار می‌رود.

74

If 'Plan A'  
Didn't Work  
The alphabet has  
25 more letters!  
**Stay Cool.**

**پایان فصل دوم**

75

76