

## به نام خدا

ابتدا معماری های MIPS/x86/ARM را بررسی می کنیم.

## ARM

### پردازنده ARM چیست؟

آرم هولدینگز (ARM Holdings plc) یک شرکت نیمه‌هادی سطح اول است که محصولات آن پردازنده‌ها، سیستم‌های برون‌تراشه‌ای (System-on-Chips)، نرم‌افزارهای کامپیوتری و غیره است. معماری آرم یا ARM که مخفف Advanced RISC Machine به معنی ماشین‌های RISC پیشرفته است، در سال 1990 ساخته شد RISC یا ریسک، مخفف Reduced Instruction Set Computer به معنی رایانه کم‌دستور و نوع معماری ساخت کامپیوتر یا ریزپردازنده است که در آن به جای استفاده از دستورالعمل‌های خاص سایر معماری‌ها، از یک مجموعه دستورالعمل حداقلی و بسیار بهینه‌سازی شده استفاده می‌شود. ریسک (RISC) اصلی‌ترین استراتژی طراحی CPU است که در پردازنده‌های آن اجرا می‌شود.

ARM ارائه دهنده پیشرو ریزپردازنده‌های مبتنی بر RISC و سایر IP های نیمه‌هادی با بیش از 85 میلیارد تراشه مبتنی بر ARM است ARM مانند سایر شرکت‌های تولید ریزپردازنده همچون اینتل (Intel)، هیتاچی (Hitachi)، فری‌اسکیل (Freescale) و غیره، پردازنده یا سایر ادوات نیمه‌هادی را تولید نمی‌کند بلکه، به عنوان مالکیت فکری (IP) مجوز ساخت هسته‌های نیمه‌هادی را به سایر شرکت‌های نیمه‌هادی مانند اتمل (ATMEL)، فیلیپس (اکنون NXP)، سامسونگ (Samsung) و غیره می‌دهد. مهم‌ترین مالکیت‌های فکری ARM شامل ریزپردازنده‌های RISC توان‌پایین، کم‌هزینه و با کارایی بالا، سیستم برون‌تراشه‌ای و سایر لوازم جانبی است.

جدا از پردازنده‌ها و مالکیت فکری هسته‌ها، ARM ابزارهای توسعه نرم‌افزاری کاملی مانند Keil و DS-5 را برای توسعه سیستم‌های کامل مبتنی بر میکروکنترلر ARM و سیستم برون‌ترانه‌ای ارائه می‌دهد.

امروزه پردازنده‌های ARM تقریباً در هر زمینه‌ای مانند دستگاه‌های الکترونیکی دستی، دستگاه‌های برقی، رباتیک، اتوماسیون و غیره یافت می‌شوند. پردازنده‌های تولید شده از مالکیت فکری ARM در سیستم‌های تعبیه شده یا توکار یا نهفته (Embedded) مانند تلویزیون‌های هوشمند، ساعت‌های هوشمند، تبلت‌ها و غیره استفاده می‌شوند.

## ویژگی‌های پردازنده ARM

پردازنده‌های ARM مبتنی بر معماری رایانه کم‌دستور یا ریسک (RISC) هستند، اما بر اساس الزامات سیستم‌های تعبیه شده، برخی از اصلاحات نیز در معماری RISC انجام می‌شود. پردازنده‌های ARM معماری نوع انتقال داده (Load-Store) را دنبال می‌کنند که پردازش داده‌ها فقط بر روی محتویات ثبات‌ها یا رجیسترها انجام می‌شود و نه مستقیماً روی حافظه. دستورالعمل پردازش داده‌ها در رجیسترها با دسترسی به حافظه متفاوت است.

مجموعه دستورالعمل ARM یکنواخت و طول آن ثابت است. پردازنده‌های ARM ۳۲ بیتی دو مجموعه دستورالعمل دارند: به طور کلی، مجموعه دستورالعمل ARM ۳۲ بیتی و مجموعه دستورالعمل Thumb با ۱۶ بیت است (Thumb شیوه‌ای برای فشردسازی دستورات پرکاربرد 32 بیتی به صورت 16 بیتی جهت کاهش حجم برنامه، در ازای کاهش سرعت اجرای آن است).

پردازنده ARM از چندین مرحله خط لوله (Pipeline) برای سرعت بخشیدن به جریان دستورالعمل‌ها پشتیبانی می‌کند. در خط لوله سه مرحله‌ای ساده، دستورالعمل‌ها از سه مرحله پیروی می‌کنند: واکنشی (fetch)، رمزگشایی (decode) و اجرا (execute).

برخی از ویژگی‌های عمومی ARM به شرح زیر هستند:

- پردازنده‌های ARM از سرعت مناسب نسبت به توان مصرفی برخوردار هستند.

- طیف فرکانس ساعت (کلاک) میکروپروسسورهای ARM گسترده و از ۱ مگاهرتز تا چند گیگاهرتز است.
- از اجرای مستقیم کدهای جاوا با استفاده از *Java Jazelle DBX ARM* پشتیبانی می‌کنند.
- پردازنده‌های ARM به صورت سخت‌افزاری برای اشکال‌زدایی (*Debugging*) ساخته شده‌اند.
- از دستورالعمل‌های پیشرفته برای عملیات پردازش سیگنال دیجیتال یا *DSP* بهره می‌برند.

## خانواده‌های پردازنده ARM

آرم دارای چندین خانواده پردازنده است که بر اساس هسته پردازشی که با آن پیاده‌سازی شده‌اند، تقسیم می‌شود. معماری پردازنده‌های ARM با تکامل در هر خانواده ادامه دارد. برخی از خانواده‌های معروف پردازنده آرم، عبارتند از *ARM10*، *ARM9*، *ARM7* و *ARM11*. در جدول زیر تعدادی از خانواده‌های رایج ARM در کنار معماری آن‌ها ارائه شده است.

خانواده ARM	معماری
<b>ARM7TDMI</b>	ARMv4T
<b>ARM9E</b>	ARMv5TE
<b>ARM11</b>	ARMv6
<b>Cortex-M</b>	ARMv7-M
<b>Cortex-R</b>	ARMv7R
<b>Cortex-A (32-bit)</b>	ARMv7-A
<b>Cortex-A (64-bit)</b>	ARMv8-A

## انواع پردازنده‌های ARM

پردازنده‌های ARM را می‌توان به پردازنده‌های کلاسیک آرم (ARM Classic Processors) ، پردازنده‌های توکار آرم (ARM Embedded Processors) و پردازنده‌های کاربردی آرم (ARM Application Processors) تقسیم‌بندی کرد.

پردازنده‌های کلاسیک ARM شامل خانواده‌های ARM9 ، ARM7 و ARM11 هستند و ARM7TMDI هنوز پر استفاده‌ترین پردازنده 32 بیتی است. پردازنده‌های مبتنی بر ARM7 هنوز هم در بسیاری از دستگاه‌های کوچک و ساده 32 بیتی استفاده می‌شوند.

می‌توان از ARM7 یا سایر پردازنده‌های کلاسیک ARM برای سیستم‌های تعبیه شده در مقیاس کوچک استفاده کرد که با استفاده از پردازنده‌های پیشرفته تعبیه شده ARM یا پردازنده‌های Cortex-M و پردازنده‌های Cortex-R ساخته می‌شوند. پردازنده‌های Cortex-M دارای مشخصات میکروکنترلری هستند، در حالی که پردازنده‌های Cortex-R زمان واقعی‌اند.

پردازنده‌های Cortex-M دارای انرژی کارآمد بوده و برای اجرا ساده هستند و عمدتاً برای برنامه‌های پیشرفته تعبیه شده توسعه یافته‌اند. پردازنده‌های Cortex-M ARM به چندین هسته پردازنده مانند Cortex-M0 ، Cortex-M0+ ، Cortex-M3 ، Cortex-M4 و Cortex-M7 تقسیم می‌شوند.

سری Cortex-A بالاترین عملکرد را در بین پردازنده‌های ARM دارند. این پردازنده‌ها در دستگاه‌های تلفن همراه، محصولات فناوری مانند تجهیزات شبکه، لوازم برقی، سیستم‌های اتوماسیون، خودروها و سایر سیستم‌ها توکار به کار می‌روند.

پردازنده‌های Cortex-A خود به انواع پردازنده‌های عملکرد بالا (High Performance) ، بازده بالا (High Efficiency) و بازده بسیار بالا (Ultra-high Efficiency) تقسیم می‌شوند. هریک از این‌ها نیز خود انواع هسته‌های متخلفی دارند.

**میکروکنترلر ARM**

میکروکنترلر ARM خانواده STM32 مبتنی بر Cortex-M است. خانواده STM32 به طور کلی به چهار دسته کلی طبقه‌بندی می‌شوند که هر یک بازار خاص خودش را دارد. این چهار دسته عبارتند از: کارایی بالا، اصلی، توان بسیار کم و بی‌سیم. خانواده STM32 از میکروکنترلر ARM ساخت استی‌مایکروالکترونیکس (STMicroelectronics) است.

میکروکنترلرهای STM32 امکانات جانبی ارتباطی سریال و موازی را ارائه می‌دهند که می‌توانند با انواع قطعات الکترونیکی از جمله سنسورها، نمایشگرها، دوربین‌ها، موتورها و سایر تجهیزات ارتباط برقرار کنند. هر نوع میکروکنترلر ARM از خانواده STM32 دارای حافظه داخلی فلش و رم هستند. دامنه عملکرد میکروکنترلر ARM خانواده STM32 بسیار گسترده است. برخی از ابتدایی‌ترین انواع این خانواده، سری STM32F0 و STM32F1 است که از فرکانس ساعت تنها 24 مگاهرتز شروع می‌شوند و در بسته‌هایی با حداقل 16 پین در دسترس هستند.

از طرف دیگر، میکروکنترلر ARM سری STM32H7 با کارایی بسیار عالی، در بسته‌هایی با حداکثر 240 پین موجود است. این میکروکنترلر، یک میکروکنترلر ARM تک یا دو هسته‌ای است که از یک هسته Cortex-M7 با فرکانس 480 مگاهرتز و یک هسته Cortex-M7 با فرکانس ۲۴۰ مگاهرتز اضافه برای نسخه‌های دو هسته‌ای تشکیل شده است. دسته عملکرد بالا، بهترین عملکرد را در اجرای کد و انتقال داده‌ها ارائه می‌دهد. مدل‌های پیشرفته‌تر با واحدهای ممیز شناور (FPU) برای کاربردهای نیازمند پردازش عددی در دسترس هستند. این مدل‌های پیشرفته خط بین میکروکنترلر و یک میکروپروسسور را حذف می‌کنند.

سرنجام، سری STM32L به طور خاص برای کاربردهای قابل حمل با توان کم (از یک باتری کوچک) طراحی شده است.

**ابزارهای توسعه میکروکنترلر ARM**

ابزارهای توسعه برای تهیه کد، برنامه‌نویسی میکروکنترلر و آزمایش و اشکال‌زدایی کد مورد نیاز هستند. ابزارهای توسعه شامل موارد زیر است:

- کامپایلر (Compiler)
- اشکال‌زدا (Debugger)
- برنامه‌نویس سریالی درون‌مداری (ICSP)

چندین ابزار توسعه نرم‌افزاری برای تهیه کد در میکروکنترلرهای STM32 وجود دارد. ابزارهای نرم‌افزاری به عنوان محیط یکپارچه توسعه نرم‌افزار (IDE) در دسترس هستند که تمام ابزارهای لازم را در یک محیط یکپارچه در خود دارند.

## x86

x86 به خانواده‌ای از مجموعه دستورالعمل‌ها که بر پایه پردازنده Intel 8086 است، اشاره دارد. ۸۰۸۶ در سال ۱۹۷۸ به عنوان پردازنده ۱۶ بیتی و توسعه شده پردازنده ۸ بیتی ۸۰۸۰، به کار گرفته شد. بعدها پردازنده‌هایی عرضه شدند که همگی آن‌ها مانند Intel 8086 به عدد 86 ختم می‌شدند. مانند: 80286، 80386، 80486، 80586 و... (از اواسط سال ۱۹۸۰ تا ۱۹۹۰) این کار باعث سازگاری عقب‌رو شد.

در واقع x86 خانواده‌ای از پردازنده‌ها است که دارای یک سری از ویژگی‌های مشترک هستند. برخی از این ویژگی‌ها عبارت‌اند از:

۱. تعداد ثبات‌های مشخصی دارند.
۲. همه پردازشگرها مجموعه دستورالعمل‌های یکسانی را پیاده‌سازی می‌کنند. این کار کمک می‌کند که طراحی پردازشگر منطبق باهم باشد.
۳. برای اجرای برنامه به دستورهای کمتری (به زبان اسمبلی) احتیاج دارند.
۴. آنها با نسخه‌های قدیمی‌تر سازگار هستند. به این معنی که اگر یک برنامه بر روی یک پردازشگر x86 که در سال ۲۰۰۸ تولید شده اجرا می‌شده است بر روی پردازشگر x86 ای که در سال ۲۰۰۹ تولید شده نیز اجرا خواهد شد. البته عکس این قضیه صادق نخواهد بود.

## MIPS

MIPS یک معماری مجموعه دستورالعمل (ISA) برای کامپیوترهای کم دستور (RISC) است که توسط MIPS Technologies (MIPS Computer Systems سابق) توسعه یافته است. معماری اولیه میپس ۳۲ بیتی بود، و نسخه‌های ۶۴ بیتی بعداً به آن اضافه شد. نسخه‌های متعددی از میپس وجود دارد از جمله: میپس I, II, III, IV و V؛ و همچنین پنج توریع میپس ۳۲/۶۴ (به ترتیب برای پیاده‌سازی ۳۲ و ۶۴ بیتی). از آوریل ۲۰۱۷، آخرین نسخه میپس ۳۲/۶۴ توزیع ۶ است. تفاوت اساسی بین میپس ۳۲/۶۴ و میپس I-V تعریف پردازنده کمکی برای کنترل سیستم در حالت کرنل دارای حق ویژه علاوه بر معماری حالت کاربر است.

چندین افزونه اختیاری نیز موجود است، از جمله میپس سه بعدی که مجموعه ای ساده از دستورالعمل‌های شناور چند داده است که به وظایف سه بعدی معمول اختصاص دارد) MDMX یا MadMaX که یک مجموعه جامع تر چند داده برای اعداد صحیح است و از رجیسترهای ممیز شناور ۶۴ استفاده می‌کند، MIPS16e است که فشرده سازی را به جریان دستورالعمل‌ها اضافه می‌کند تا برنامه‌ها از فضای کمتری را اشغال کنند، و میپس MT، که قابلیت چندرسمانی را اضافه می‌کند.

اغلب دوره‌های معماری کامپیوتر در دانشگاه‌ها و مدارس فنی معماری میپس را مطالعه می‌کنند معماری‌های ریسک جدید تر مانند آلفا تا حد زیادی از این معماری تأثیر پذیرفته‌اند.

از آوریل ۲۰۱۷، پردازنده‌های میپس در سامانه‌های نهفته مانند دروازه‌های محلی و روترها استفاده می‌شود. در آغاز، میپس برای محاسبات عمومی طراحی شده بود. در دهه‌های ۱۹۸۰ و ۱۹۹۰، شرکت‌های بسیاری

مانند NEC, Pyramid Technology, Digital Equipment Corporation, MIPS Computer Systems

SiCortex, Siemens Nixdorf, Silicon Graphics و Tandem Computers از پردازنده‌های میپس

برای کامپیوترهای شخصی، ایستگاه‌های کار و کامپیوترهای سرور استفاده می‌کردند. در طول

تاریخ، کنسول‌های بازی مانند نینتندو ۶۴، پلی استیشن، پلی استیشن ۲ و پلی استیشن همراه از پردازنده‌های میپس استفاده می‌کردند. همچنین در دهه ۱۹۹۰ پردازنده‌های میپس محبوبیت زیادی در ابر رایانه‌ها داشتند،

اما تمام این سیستم‌ها از فهرست TOP500 (پانصد ابر رایانه برتر) حذف شده‌اند. این استفاده‌ها در ابتدا توسط

کاربردهای جاسازی شده جا افتاد، اما در دهه ۱۹۹۰، میپس بخش بزرگی از بازار پردازنده‌های جاسازی شده را به خود اختصاص داده بود، و در دهه ۲۰۰۰، اکثر پردازنده‌های میپس در این زمینه به کار می‌رفتند.

در اواسط تا اواخر دهه ۱۹۹۰ تخمین زده شد که یک در هر سه ریزپردازنده ریسک تولید شده یک پردازنده میپس بوده.<sup>۱۱</sup>

میپس یک معماری مدولار است که تا چهار پردازنده کمکی را پشتیبانی می‌کند CP۳/۲/۱/۰ در اصطلاح

میپس، CP۰ پردازنده کمکی کنترل سیستم است بخشی حیاتی از پردازنده است که در میپس I-V در

پیاده‌سازی تعریف شده است، CP۱ یک واحد اختیاری ممیز شناور (FPU) است و CP۲/۳ پردازنده‌های

کمکی اختیاری اند که در پیاده‌سازی تعریف می‌شوند. میپس CP3 III را حذف کرد و آپ کد آن را برای امور

دیگر استفاده کرد. (به عنوان مثال، در کنسول بازی پلی استیشن، CP۲ موتور تبدیل هندسی (GTE) است که

پردازش هندسه را در گرافیک کامپیوتری سه بعدی تسهیل می‌کند.

در دسامبر ۲۰۱۸، Wave Computing، صاحب جدید معماری میپس اعلام کرد که میپس ISA در برنامه ای که MIPS Open initiative نامیده می شود، متن باز می شود. هدف برنامه ای که برای سال ۲۰۱۹ برنامه ریزی شده است، این است که دسترسی آزاد به اکثر نسخه های اخیر طراحی های ۳۲ بیتی و ۶۴ بیتی را بدون نیاز به هیچ گونه مجوز یا هزینه حق امتیاز فراهم کند و همچنین مجوز استفاده از اختراعاتی ثبت شده میپس موجود را در اختیار به شرکت کنندگان قرار دهد.

## تفاوت ARM با X86

"ARM" مخفف عبارت **"Advanced RISC Machine"** می باشد و هسته اصلی CPU آن نیاز به 35 هزار ترانزیستور دارد.

اما در پردازنده های "X86" نیاز به میلیون ها ترانزیستور در بخش هسته سی پی یو هست و همین امر نیز منجر به بالا بودن سرعت و قیمت آن می شود.

در حال حاضر استفاده از پردازنده "ARM" در گوشی های تلفن همراه و تبلت ها رواج بیشتری یافته است. و یکی از علل آن مصرف پایین انرژی می باشد.

در حال حاضر از جمله شرکت هایی که پردازنده خود را بر اساس معماری "ARM" طراحی و تولید می کنند عبارتند از: شرکت سامسونگ، اپل با تراشه های AX، انویدیا، کوالکام و.. "RISC" یکی از انواع طراحی های "CPU" می باشد و مخفف عبارت "Reduced instruction Set Computing" به معنی مجموعه دستورات ساده می باشد.

"ARM" بر اساس این معماری معروف طراحی شده است.

در مقابل طراحی معروف "ریسک"، طراحی دیگری به نام "CISC" وجود دارد و مخفف عبارت "Complex Instruction Set Computing" که به معنی "مجموعه دستورات پیچیده" می باشد.



بر خلاف "ARM" ، اینتل "X86" از این معماری برای پردازنده‌های سیستم‌های کامپیوتری استفاده نموده است.

اما به طور کلی و خلاصه می‌توان گفت معماری "RISC" ، نوعی معماری سیستمی می‌باشد که به صورت کامل و فشرده بهینه سازی شده است.

در صورتی که معماری "CISC" از دستورات پیچیده‌تری تبعیت می‌کند.

از دیگر تفاوت‌های این دو می‌توان به **چگونگی دسترسی به حافظه و ذخیره اجرای اطلاعات** اشاره نمود.

در "RISC" ، دسترسی داشتن به حافظه از طریق دستورات عمل‌های خاصی انجام می‌پذیرد.

"CISC" قابلیت پردازش دستورات پیچیده‌تری را دارا می‌باشد و به همین دلیل هم می‌باشد که در آن از ترانزیستورهای بیشتری نیز استفاده شده است و بدیهی است که قیمت آن نیز گران‌تر باشد.

در حال حاضر "CISC" بین بیشتر تولیدکنندگان اپلیکیشن‌ها و نرم‌افزار محبوبیت زیادی به دست آورده است. چرا که برنامه‌نویسان به لطف "CISC" ، می‌توانند دستورات خود را به صورت ساده‌تری به "CPU" منتقل نمایند.

## تفاوت ARM با MIPS

MIPS و ARM دو مجموعه معماری متفاوت در خانواده از مجموعه دستورالعمل RISC هستند. اگرچه هر دو مجموعه دستورالعمل دارای یک اندازه دستورالعمل ثابت و یکسان هستند، ARM فقط 16 بیت دارد در حالی که MIPS دارای 32 رجیستر است. ARM دارای توان بالا و راندمان بسیار خوبی نسبت به MIPS است زیرا پردازنده های ARM از اتوبوس های داده 64 بیتی بین هسته و انبارها پشتیبانی می کنند. به منظور امکان تغییر کارآمد در زمینه زمینه، معماری MIPS از اجرای چندین بانک ثبت نام پشتیبانی می کند. ARM فقط برای اهداف حسابی و سایر توابع دیگر فقط ثبات هایی را در اختیار شما قرار می دهد، اما MIPS برای ثبت نتایج عملیات ضرب، دو رجیستر جداگانه فراهم می کند. MIPS هیچ دستورالعمل معادل با دستورالعمل ARM MOV ندارد. دستورالعمل MIPS ADD به طور عادی استثنائی در سرریز ایجاد می کند، بنابراین به ندرت از ARM استفاده می شود. تمام دستورالعمل های پردازش داده های ARM کدهای شرط ALU را بطور پیش فرض تنظیم می کنند، اما MIPS SLT را برای مقایسه فراهم می کند.

## علت فراگیر شدن ARM در بازار فعلی پردازنده ها

از مدت ها قبل این اینتل بوده که سرمدار تولید چیپ های به حساب می آمده اما ARM در نهایت با پردازنده های با سرعت ساعت نه چندان بالا اما کم مصرف و کوچک، نام خود را بر سر زبان ها انداخت. پردازنده های تولید شده بر اساس معماری ARM در دستگاه های متعددی از جمله تلویزیون ها هوشمند، گوشی ها، لپتاپ ها و حتی لوازم خانگی هوشمند قرار گرفته اند. اما سوالی که مطرح می شود این است که چرا معماری های دیگری از جمله x86 توانایی رقابت با ARM در این حوزه ها را ندارند؟

## RISC در مقابل CISC

RISC یا «مجموعه دستورات ساده شده» یکی از مهمترین ویژگی های معماری ARM است. در حالی که معماری X86 از CISC یا «مجموعه دستورات پیچیده» بهره می برد. هر یک از این دو معماری مزایا و معایب خاص خود را دارند.

در RISC هر دستورالعمل به طور مستقیم به یک عمل خاص برای اجرا توسط پردازنده اختصاص می یابد و این دستورات نسبتاً ابتدایی هستند. اما در CISC، دستورالعمل ها پیچیده تر هستند و گزینه های گسترده تری را پیش روی پردازنده قرار می دهند. به عبارت دیگر می توان گفت پردازنده های مبتنی بر معماری پیچیده تر CISC معمولاً هر دستور را به مجموعه ای از ریز دستورهای دیگر تقسیم می کنند. معماری CISC می تواند جزئیات بیشتری را در یک دستور واحد یکپارچه کند که همین موضوع تا حد زیادی کارایی را افزایش می دهد. به عنوان مثال در معماری RISC ممکن است تنها یک یا دو دستور برای جمع زدن دو عدد وجود داشته باشد اما در معماری CISC این مقدار ۲۰ عدد است و برای هر نوع داده یا پارامترهای متنوع دیگر دستورات مختلفی استفاده می شود.

یکی از تفاوت های دیگر دو معماری در این است که در CISC بیشتر پیچیدگی به سمت سخت افزار باز می گردد اما RISC پیچیدگی را به سمت نرم افزار می برد. علاوه بر این اجرای فعالیت های موازی در CISC مشکل است اما RISC این کار را راحت تر کرده است. برای تعامل با حافظه هم CISC روش های پیچیده ای دارد اما در عوض در RISC روش ها محدود تر هستند.

در واقع می توان تفاوت های دو معماری را با ابزارهای ساخت یک خانه مقایسه کرد. در یک سیستم مبتنی بر RISC تنها چکش و اره در اختیار دارید اما در CISC انواع ابزارهای دریل، چکش و انبر و ... پیش رویتان است. پس با CISC می توان کارهای متنوع تری انجام داد چرا که ابزارها تخصصی تر و قدرتمند تر هستند. با RISC هم می توان کارها را پیش برد اما از آنجایی که ابزارهای آن ضعیف تر و ابتدایی تر هستند، زمان بیشتری طول می کشد.

اما شاید این سوال برایتان مطرح شده باشد که اگر CISC قدرتمند تر است چرا بسیاری از تولیدکنندگان چیپ ها به معماری RISC تمایل بیشتری دارند؟ در جواب باید گفت که کارایی تنها عاملی نیست که باید به آن توجه کرد. اگر بخواهیم به مثال ساخت خانه باز گردیم باید بگوییم که آنهایی که CISC را انتخاب می کنند نیاز به کارگرهای بیشتر با تخصص های متنوع تر دارند و سازمان دهی و برنامه ریزی کل این مجموعه هم پیچیده تر است و هزینه بیشتری می طلبد. در حالی که با انتخاب RISC تمام کارگران می توانند با همان ابزارهای ساده کار کنند و نیاز به تخصص خاصی نیست. در نهایت خروجی هر دو یکسان خواهد بود؛ در حالی که فرایند ساخت کاملاً با هم متفاوت بوده است.

اما خارج از این مثال در دنیای واقعی باید بگوییم که یک برنامه نویس می تواند نرم افزار خود را برای پردازنده های مبتنی بر هر دو معماری ARM یا X86 تولید کند و این در حالی است که دستورالعمل ها در این دو معماری به کل با هم متفاوت هستند اما نتیجه خروجی در کل مشابه است.

## نیاز به انرژی کمتر

در سیستم های کوچک یا موبایل، مصرف انرژی بهینه اهمیت بالاتری نسبت به کارایی دارد. طراحان سیستم های موبایل تقریباً در هر لحظه ای به این فکر هستند که چطور به قیمت از دست رفتن کمی از کارایی، مصرف انرژی را بهینه تر کنند.

تا زمانی که باتری دستگاه ها پیشرفت اساسی را تجربه کند، گرما و مصرف انرژی همچنان مهمترین فاکتور محدود کننده محصولات قابل حمل خواهند بود. دقیقاً به همین دلیل است که پردازنده های بزرگ سیستم های دسکتاپ به موبایل ها راه پیدا نمی کنند. برای مقایسه باید بگوییم پردازنده های رده بالای کامپیوترهای دسکتاپ تا ۲۰۰ وات مصرف انرژی دارند در حالی که یک پردازنده موبایل حداکثر ۲ تا ۳ وات انرژی مصرف می کند.

البته می توان پردازنده های X86 کم مصرف را هم طراحی کرد اما الگوی معماری CISC به گونه ای است که بیشتر به کار پردازنده های قدرتمند می آید. به همین دلیل است که به ندرت شاهد استفاده از پردازنده های ARM در کامپیوترهای دسکتاپ یا مجهز شدن موبایل ها به پردازنده های X86 هستیم.

## معماری ناهمگون بیگ-لایتل

یکی دیگر از ویژگی های کلیدی ARM معماری محاسباتی ناهمگون [big.LITTLE](#) است. به لطف این قابلیت، دو مجموعه پردازنده در یک چیپ قرار می گیرند. یک مجموعه (یا به اصطلاح خوشه) ضعیف تر و کم مصرف تر هستند و پردازش های سبک تر را به عهده می گیرند در حالی که مجموعه قدرتمند تر وظایف سنگین تر را انجام می دهند. تعیین این که کدام وظیفه باید به کدام خوشه و کدام یک از هسته ها سپرده شود، به عهده چیپ است. اگر دستگاه بیکار باشد یا به انجام وظایف ابتدایی مشغول شود، هسته های کم مصرف تر (LITTLE) روشن شده و هسته های قدرتمند (big) خاموش می شوند. به گفته ARM این معماری می تواند تا ۷۵ درصد در مصرف انرژی صرفه جویی کند.

در مقابل در پردازنده های دسکتاپ در زمان کارهای سبک تنها مصرف برخی از اجزا کاهش می یابد و بعضی از بخش های پردازنده هیچ گاه خاموش نمی شوند. در نتیجه از آنجایی که معماری ARM امکان خاموش کردن کامل یک هسته را می دهد می توان گفت که از این نظر بر رقیب غلبه می کند.

## راهکار ARM برای درآمد زایی: فروش مجوز و دوری از تولید

یکی از دلایل این که ARM بر بازار پردازنده های مبتنی بر RISC حکمرانی می کند رویکرد کسب و کار مبتنی بر صدور مجوز است. تولید چیپ ها به شدت مشکل و پیچیده است و به همین دلیل ARM به سراغ آن نمی رود. همین موضوع موجب می شود تمرکز بیشتری بر طراحی داشته باشد و با انعطاف پذیری بیشتر، بسته به نیاز سازندگان چیپ، مدل های دلخواه را برایشان طراحی کند.

لیست شرکت هایی که از معماری ARM استفاده می کنند بسیار طولانی است اما به طور خلاصه می توان از مهمترین آنها به اپل، انویدیا، سامسونگ، AMD، برادکام، فوجیتسو، آمازون، هواوی و کوالکام اشاره کرد.

در کنار شرکت هایی که از معماری ARM در چیپست های گوشی های هوشمند استفاده می کنند مایکروسافت هم تلاش کرده لپتاپ های سرفس و دیگر محصولات سبک وزن را به پردازنده هایی با این معماری مجهز کند. همچنین از مدت ها پیش شایعاتی مبنی بر پشتیبانی مک او اس از ARM به گوش می رسد. در این صورت شاید روزی برسد که لپتاپ ها از نظر مصرف انرژی به اندازه گوشی های هوشمند بهینه شوند.

ARM همچنین سال ها است که وعده کاهش مصرف انرژی در سرورها را می دهد. این موضوع به خصوص وقتی هزاران هزار سیستم سرور در کنار هم قرار می گیرند اهمیت دو چندان پیدا می کند.

ARM مجموعه ای از حقوق مالکیت فکری را نیز در اختیار دارد که می تواند از آنها در کنار معماری های متنوع خود استفاده کند. این موارد شامل معماری هایی در زمینه شتاب دهنده ها، کد گذارها و کد گشاها و ... هستند که مشتریان می توانند بر اساس نیاز خود حق استفاده از آنها در محصولاتشان را خریداری کنند.

## همه چیز روی یک چیپ

ARM همچنین فعالیت های خود را به حوزه «سیستم روی یک چیپ» یا SoC هم گسترش داده است. به مرور بازار حوزه پردازش موبایل از نظر فضا و مصرف انرژی با محدودیت های بیشتری روبرو شده و SoC راه حل غلبه بر این مشکل است.

SoC همان طور که از نامش هم مشخص است اجزای مختلف را روی یک چیپ در کنار هم ترکیب کرده تا کارایی بهبود یابد. به عنوان مقایسه، تصور کنید تمامی اجزای یک مادربرد کامپیوتر دسکتاپ روی یک چیپ واحد جمع شوند و یک SoC را تشکیل دهند. یک SoC شامل پردازنده، رم، پردازشگر گرافیکی، کنترل کننده های تجهیزات جانبی، برخی شتاب دهنده ها و بخش های مربوط به شبکه و مدیریت انرژی است. تا پیش از ارائه راهکار SOC تولید کنندگان مجبور بودند برای هر کدام از کاربردها یک چیپ جداگانه طراحی کنند.

SoC همچنین موجب شده ارتباط بین تمامی این اجزا بین ۱۰ تا ۱۰۰ برابر سریع تر شود و مصرف انرژی هم بین ۱۰ تا ۱۰۰ برابر کاهش یابد.

با این حال SoC ها برای برخی از سیستم های خاص مناسب نیستند. به طور معمول این چیپست ها در لپ تاپ های معمول یا کامپیوترهای دسکتاپ دیده نمی شوند. زیرا تعداد اجزایی که می توانند روی یک چیپ در کنار هم قرار بگیرند محدود هستند. به عنوان مثال نمی توان کارت گرافیک های مستقل، مقدار کافی از رم یا تمامی بخش های کنترل کننده اتصالات متعدد یک لپ تاپ را در یک چیپ قرار داد.