فصل چهارم

حافظه‌های اصلی و جانبی

حافظه محلی برای نگهداری داده‌هاست و زمینه‌ی پردازش‌های لازم را روی داده‌های متفاوت به وسیله‌ی پردازنده فراهم می‌کند. همان‌طور که در فصل اول گفته شد می‌توان به لحاظ ساختاری، رایانه را به چهار جزء اصلی تقسیم کرد. یکی از اجزای مهم این تقسیم‌بندی ماژول حافظه است. همان‌طور که خواهید دید بنابر نیازهای مختلف سیستم، حافظه‌های مختلفی ارایه شده است که هر کدام کاربری خاص خود را دارد. در این بخش تلاش می‌شود تا با آشنایی با انواع حافظه‌ها و کاربردهای آن، شیوه‌ی کار هر کدام را بررسی کنیم.

هنرجو پس از آموزش این فصل می‌تواند:

- **ویژگی‌های انواع حافظه‌های اصلی و جانبی را شرح دهد.**
- **ویژگی‌های انواع دیسک‌های سخت و نوری را بیان کند.**
- **انواع کنترلرهای دیسک سخت و تفاوت آن‌ها را بیان کند.**
- **نحوه‌ی ذخیره‌سازی داده‌ها در حافظه‌ی اصلی و جانبی را شرح دهد.**
- **حافظه‌ی اصلی و جانبی مورد نیاز را تعیین کند.**
- **کاربردهای حافظه‌های قابل حمل را بیان کند.**

۴-۱ مقدمه

هر وسیله‌ای که توانایی حفظ و نگهداری داده‌ها را به گونه‌ای داشته باشد که اجزای رایانه بتوانند در هر زمان به داده‌های آن دسترسی[1] داشته باشند، **حافظه** نام دارد. حافظه در رایانه محل نگهداری و ذخیره‌ی داده‌هاست. حافظه‌های رایانه تنوع بسیار گسترده‌ای از نظر نوع، فناوری، عملکرد و قیمت در میان دیگر اجزای رایانه دارند، زیرا هیچ‌کدام از فناوری‌های موجود در ساخت حافظه‌ها، به‌تنهایی قادر نیست همه‌ی نیازهای کاربران رایانه‌ها را به صورت بهینه برآورده کند. بنابراین هر سیستم رایانه‌ای با سلسله مراتبی از انواع حافظه‌ها مجهز می‌شود تا تمام فرایندهای رایانه را به صورت بهینه پاسخ دهد.

1. Access

حافظه‌های رایانه به دو دسته‌ی کلی تقسیم می‌شوند :

- **حافظه‌ی اصلی (اولیه - درونی):** این نوع حافظه‌ها در داخل رایانه قرار دارند و برای اجرای برنامه به طور مستقیم به وسیله‌ی پردازنده مورد استفاده قرار می‌گیرند.
- **حافظه‌ی جانبی (ثانویه - خارجی):** این نوع حافظه‌ها برای نگهداری داده‌ها و اطلاعات پرونده‌ها برای مدت زمان طولانی به کار می‌روند و در خارج[1] از رایانه قرار می‌گیرند تا از طریق ماژول‌های ورودی/ خروجی برای پردازنده قابل دسترس باشند. بخشی از این نوع حافظه‌ها که برای آرشیو و بایگانی داده‌ها به کار می‌روند به صورت نوع سوم شناخته می‌شوند.

۴-۲ ویژگی‌های مهم حافظه

برای بررسی انواع حافظه‌های رایانه، به معرفی و توصیف ویژگی‌های مهم حافظه می‌پردازیم حافظه‌ها را براساس این ویژگی‌ها دسته‌بندی می‌کنیم. تعدادی از این ویژگی‌ها عبارت‌اند از:

۴-۲-۱ حافظه‌ی نامانا و مانا

حافظه‌هایی که با قطع جریان برق داده‌های آن‌ها از بین می‌روند، حافظه‌های نامانا[2] و آن‌هایی که با قطع جریان برق داده‌های خود را حفظ می‌کنند مانا[3] هستند. حافظه‌های اصلی اغلب نامانا و حافظه‌های جانبی مانا هستند.

۴-۲-۲ محل استقرار حافظه

بیانگر داخلی یا خارجی بودن حافظه نسبت به رایانه است. حافظه‌های داخلی را اغلب حافظه‌ی اصلی می‌گویند که انواع مختلفی دارد و در ادامه با آن‌ها آشنا خواهید شد. حافظه‌ی خارجی را اغلب حافظه‌ی جانبی می‌گویند که تنوع زیادی دارد و در این فصل تعدادی از آن‌ها آورده شده است.

۴-۲-۳ ظرفیت حافظه

مقدار داده‌ای را که می‌توان در یک حافظه ذخیره کرد، ظرفیت آن حافظه می‌گویند. همان‌طور که در بخش‌های گذشته اشاره شد، کوچک‌ترین واحد حافظه را کلمه گویند. کلمه می‌تواند یک عدد یا یک دستورالعمل باشد و اندازه‌ی آن به طور معمول برابر با بیت‌های به کار رفته برای نمایش آن است (البته استثناهای زیادی در این رابطه در سیستم‌های رایانه‌ای گذشته وجود داشته

۱. «خارج از رایانه» یعنی هر حافظه‌ای که برای ارتباط با سایر اجزای رایانه به‌خصوص پردازنده، نیاز به یک واسط یا کنترلر دارد، مانند دیسک سخت یا حافظه‌ی FLASH. در ادامه‌ی همین فصل با واسط‌ها و کنترلرها آشنا خواهید شد.

2. non Volatile

3. Volatile

است که ورود به این بحث از حوصله‌ی این کتاب خارج است). بنابراین ظرفیت حافظه متناسب با تعداد بیت‌های یک کلمه و تعداد آن‌ها در یک حافظه است. با واحدهای رایج اندازه‌گیری ظرفیت حافظه در درس مبانی رایانه آشنا شده‌اید.

۴-۲-۴ آدرس‌دهی حافظه

هر حافظه را به مجموعه‌ای از خانه‌ها تقسیم می‌کنند که این خانه‌ها برای نگهداری داده‌ها به کار می‌روند. برای خواندن و یا نوشتن داده‌ها در یک خانه‌ی حافظه، نیاز به آدرس آن خانه است. هر حافظه یک شیوه‌ی آدرس‌دهی دارد که به کمک آن، خانه‌های حافظه مورد دستیابی قرار می‌گیرند.

۴-۲-۵ روش‌های دستیابی به داده‌های حافظه

یکی از ویژگی‌های اساسی حافظه‌ها، روش‌های دستیابی به واحدهای داده است. در واقع هر حافظه براساس فناوری تولید و اجزای تشکیل دهنده‌ی آن، شیوه‌ی خاصی برای دسترسی به خانه‌هایش دارد. تعدادی از این روش‌ها عبارت‌اند از:

- دستیابی ترتیبی
- دستیابی مستقیم
- دستیابی تصادفی
- دستیابی انجمنی

شکل ۱-۴ نوار مغناطیسی

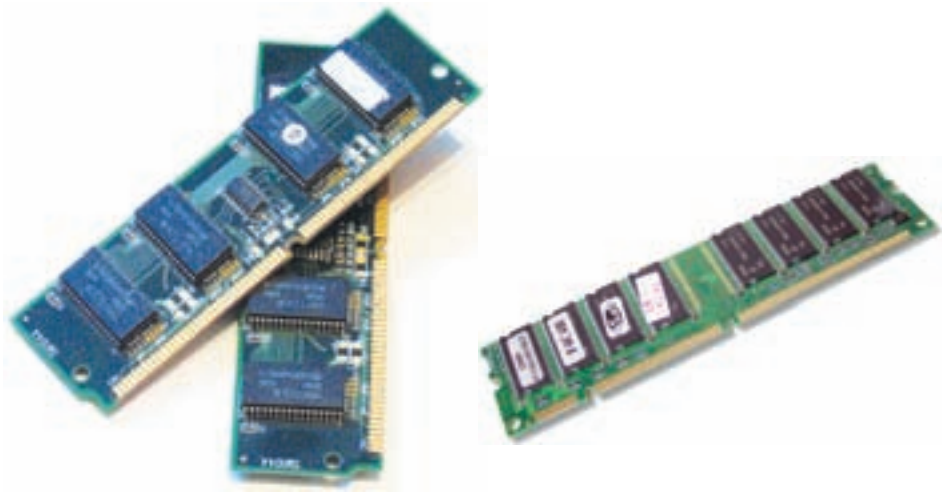
دستیابی ترتیبی: در این روش ساختار ذخیره‌سازی داده‌ها در حافظه به گونه‌ای است که برای دستیابی به هر سلول از حافظه، باید از خانه‌های مختلفی که قبل از سلول داده‌ی مورد نظر است، عبور کرده و بعد از رسیدن به سلول مربوط، داده را از آن خواند یا در آن نوشت. در این روش حافظه به صورت واحدهایی از داده که به آن رکورد داده می‌گویند، سازماندهی می‌شود. برای دستیابی به هر رکورد از داده باید رکوردهای قبل از آن خوانده شود و بعد از رسیدن به رکورد مورد نظر، کار خواندن یا نوشتن در حافظه انجام شود. در حقیقت زمان دستیابی به هر داده در این حافظه به فاصله‌ی مکانی که داده در آن قرار گرفته، تا هد دستگاه بستگی دارد. نوار مغناطیسی(شکل ۱-۴) از این نوع حافظه است.

دستیابی مستقیم: در این روش، حافظه به صورت بلوک‌هایی از داده سازماندهی می‌شود. هر بلوک شامل چند بایت است که دارای آدرس منحصر به فرد است. برای دستیابی به داده‌ی مورد نظر فقط باید به بلوکی که داده در آن واقع است، مراجعه کرد و در آن بلوک، داده به صورت ترتیبی بازیابی می‌شود و نیازی به پیمودن کل حافظه‌ی ماقبل داده‌ی مورد نظر نیست. در واقع می‌توان گفت دستیابی مستقیم ترکیبی از دستیابی ترتیبی و دستیابی تصادفی است که در آن به دلیل آدرس‌دهی برای هر بلوک، زمان دستیابی به داده، به فاصله‌ی مکانی محل قرارگیری داده نسبت به اولین داده‌ی بلوک مورد نظر، بستگی دارد. هد دستگاه در ابتدا به طور مستقیم به آدرس بلوک مراجعه می‌کند، سپس آن بلوک را برای پیدا کردن داده‌ی مورد نظر می‌پیماید. در این روش، زمان دستیابی به خانه‌های حافظه کمتر از دستیابی ترتیبی است. دیسک سخت(شکل ۲-۴) از این نوع حافظه است.

شکل ۲-۴ دیسک سخت

دستیابی تصادفی: فناوری ساخت حافظه‌هایی با دستیابی تصادفی به سیستم این اجازه را می‌دهد تا برای هر بایت از حافظه یک آدرس منحصر به فرد در نظر بگیرد. در این حافظه روش ذخیره‌سازی داده به گونه‌ای است که بتوان بدون نیاز به عبور از بخش‌های مختلف حافظه، هر سلول آن را خواند یا نوشت. با توجه به آدرس منحصر به فردی که به هر مکانی از حافظه داده

می‌شود می‌توان به مکان مورد نظر به طور مستقیم دسترسی پیدا کرد. به همین دلیل هر مکانی از حافظه را می‌توان به طور تصادفی انتخاب کرد و به آن یک آدرس منحصر به فرد داد و براساس همان آدرس، به داده‌های آن دسترسی پیدا کرد. با توجه به شیوه‌ی آدرس‌دهی این حافظه‌ها، زمان دستیابی به هر مکان از حافظه، مستقل از محل قرار گرفتن داده در حافظه است و زمان ثابتی دارد. در این روش، زمان دستیابی به خانه‌های حافظه کمتر از دستیابی ترتیبی و دستیابی مستقیم است. حافظه‌ی اصلی(شکل ۳-۴) از این نوع حافظه است.



شکل ۳-۴ حافظه‌های RAM

دستیابی انجمنی: این دستیابی مانند دستیابی تصادفی است با این تفاوت که در آن هر مکان از حافظه به طور کامل براساس آدرس آن دستیابی نمی‌شود و برای دسترسی به خانه‌های این حافظه، محتوای آن نیز بررسی می‌گردد. در این نوع حافظه نیز دسترسی به هر مکان از حافظه، مدت زمان ثابتی دارد و کمتر از زمان دستیابی تصادفی است. حافظه‌های نهان[1] از این نوع هستند.

۴-۲-۶ کارایی حافظه

از دیدگاه کاربران دو مشخصه‌ی مهم حافظه، ظرفیت و کارایی هستند. کارایی حافظه‌ها سه ویژگی به شرح زیر دارد:

- **زمان دستیابی**

این زمان مربوط به انجام عمل خواندن یا نوشتن است. یعنی فاصله‌ی زمانی، از لحظه‌ای که

1. cache

آدرس در حافظه وارد می‌شود تا لحظه‌ای که داده در آن ذخیره و یا روی گذرگاه داده(در مورد خواندن) قرار می گیرد.

- **سیکل حافظه**

زمانی که طول می کشد تا گذرگاه آدرس وضعیت‌گذاری شود، به علاوه زمان دستیابی به داده را سیکل حافظه می‌نامند .

- **سرعت انتقال داده**

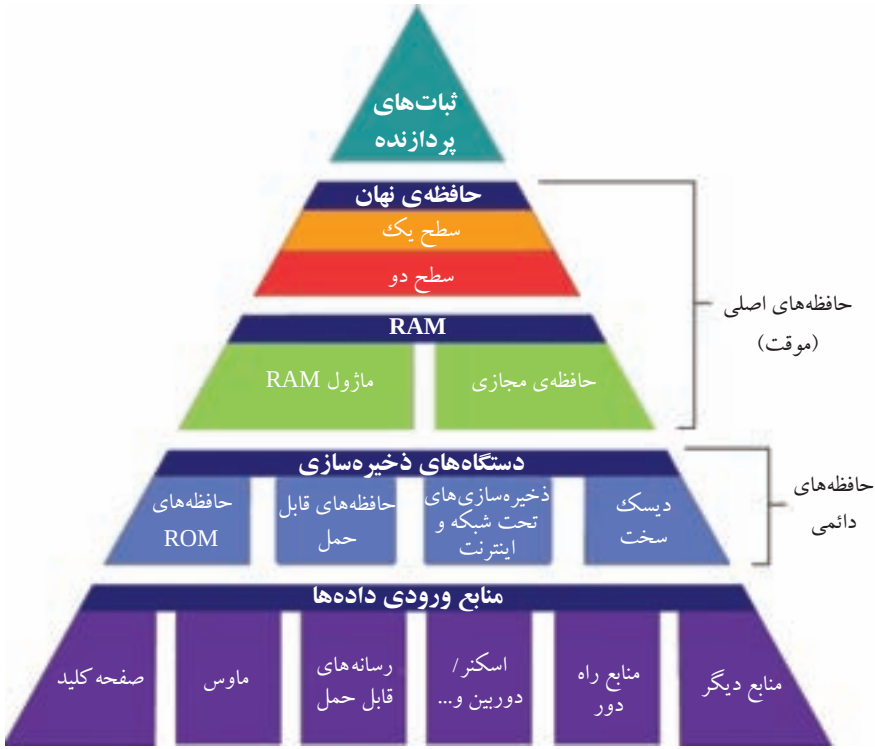
مقدار بایت‌های ارسالی و یا دریافتی در هر ثانیه را سرعت انتقال داده می گویند. این سرعت به طورکامل به مدت زمان سیکل حافظه بستگی دارد. هر چه زمان این سیکل کم باشد سرعت انتقال بالاتر است و بالعکس، هر چه زمان سیکل بیشتر باشد داده‌ی کمتری در واحد زمان قابل دستیابی است و سرعت انتقال کمتر می‌شود. پس می‌توان گفت که سرعت انتقال با زمان سیکل حافظه رابطه‌ی معکوس دارد. در واقع تعداد دفعاتی را که سیکل حافظه در یک ثانیه قابل تکرار شدن است، سرعت انتقال داده در یک حافظه گویند.

جدول ۱-۴ ویژگی‌های انواع حافظه‌ها را نشان می‌دهد.

جدول ۱-۴ ویژگی‌های انواع حافظه

سرعت دستیابی حافظه	نوع حافظه	محل استقرار حافظه	قیمت حافظه
سریع و با دستیابی تصادفی	ثبات‌ها، حافظه‌ی نهان، حافظه‌ی اصلی	حافظه‌های درونی یا روی برد اصلی	خیلی گران و گران
کند و با دستیابی مستقیم	دیسک مغناطیسی، CD، DVD و Blu Ray	حافظه‌های خارج از برد اصلی اما متصل	ارزان
خیلی کند و با دستیابی ترتیبی	نوار مغناطیسی	حافظه‌های خارجی و غیرمتصل	خیلی ارزان

براساس فناوری ساخت، حافظه‌ها به انواع مختلفی تقسیم می‌شوند. هر فناوری دارای مزایا و معایب خاص خود است. هرم حافظه‌ها (شکل ۴-۴) تلاش کرده است که حافظه‌ها را براساس سرعت دستیابی به داده، دسته‌بندی کند.



شکل ۴-۴ هرم حافظه‌های رایانه و منابع ورود داده و اطلاعات

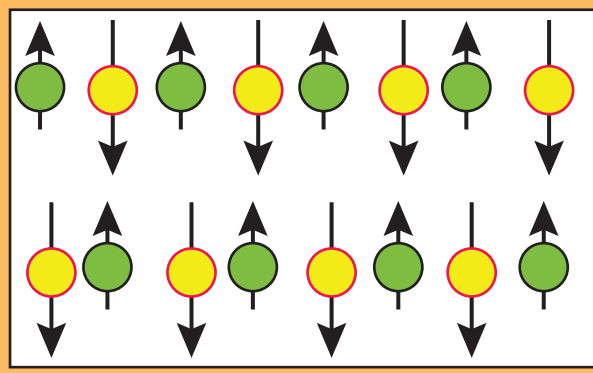
پردازنده به دلیل سرعت بالایی که در انجام کارهایش دارد باید داده‌ها را با سرعت بالا و به مقدار زیاد در اختیار داشته باشد. ذخیره‌سازهای ثانویه مانند دیسک سخت و دیسک‌های نوری و... به دلیل سرعت کمی که دارند نمی‌توانند پاسخگوی نیازهای پردازنده باشند و داده‌ی مورد نظر آن را با سرعت بالا تأمین کنند. به همین دلیل تلاش شده است تا تعدادی حافظه‌های موقت ولی با سرعت بیشتر و نزدیک به سرعت پردازنده، طراحی و در اختیار پردازنده قرار دهند. در این هرم هر چه‌قدر حافظه‌ی مورد نظر به پردازنده نزدیک‌تر باشد، سرعت انتقال داده‌ی بیشتری دارد و به طور طبیعی این سرعت بالا مستلزم هزینه‌ی بیشتری است.

۴-۳ حافظه‌ی اصلی

در رایانه‌های اولیه، رایج‌ترین وسیله‌ی ذخیره‌سازی که به عنوان حافظه‌ی اصلی بود، از تعدادی آرایه‌ی فرومغناطیس استفاده می‌کرد. با ظهور نیمه‌هادی‌ها و مزایای آن، حافظه‌های فرومغناطیس منسوخ شد و امروزه استفاده از حافظه‌های نیمه‌هادی به عنوان حافظه‌ی اصلی رایج شده است. این حافظه‌ها به طور مستقیم با پردازنده ارتباط دارند.

بیشتر بدانید

مواد فرومغناطیس دسته‌ای از مواد مغناطیسی هستند که دو قطبی‌های مغناطیسی همسو شده دارند. این مواد هنگامی که در مجاورت میدان مغناطیسی خارجی قرار می‌گیرند، تبدیل به آهن‌ربا می‌شوند. چون میدان مغناطیسی بر حوزه‌های مغناطیسی اثر می‌گذارد و سبب می‌شود که دو قطبی مغناطیسی هر حوزه تحت تأثیر میدان مغناطیسی قرار گیرد(شکل ۵-۴).



شکل ۵-۴ دوقطبی‌های مغناطیسی همسو شده

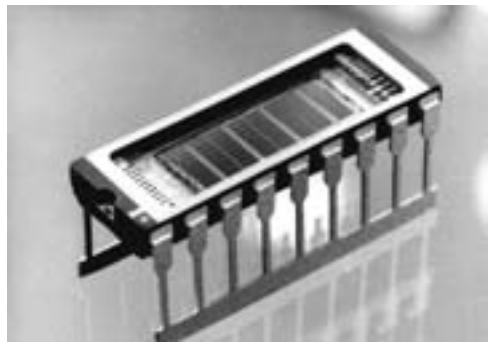
در موادی مثل آهن، کبالت و نیکل در صورتی که خالص باشند، دو قطبی مغناطیسی حوزه‌ها به آسانی تغییر می‌کند، در نتیجه به آسانی آهن‌ربا می‌شوند، ولی به آسانی هم خاصیت آهن‌ربایی خود را از دست می‌دهند. این مواد را فرومغناطیس نرم می‌نامند و در ساخت آهن‌رباهای غیر دائم کاربرد دارند. موادی مثل فولاد، به سختی آهنربا می‌شوند و به سختی هم این خاصیت را از دست می‌دهند. این گونه مواد، فرومغناطیس سخت نامیده می‌شوند.

هر سلول از حافظه‌ی نیمه‌هادی که به بیت معروف است، دارای خواص زیر است:

- هر سلول حافظه دو حالت از خود به نمایش می‌گذارد که از این دو حالت برای تعیین صفر و یک بودن آن بیت استفاده می‌شود.
- می‌توان حداقل یک‌بار در آن نوشت که این کار با تعیین وضعیت سلول‌ها (بیت‌ها) امکان‌پذیر است.
- به راحتی می‌توان وضعیت صفر یا یک بودن این سلول‌ها را مشخص کرد که این کار همان خواندن حافظه است.

براساس خواص فوق می‌توان گفت که این حافظه‌ها توانایی نگهداری داده‌ها در مبنای دو و قابلیت نوشتن و خواندن آن‌ها را دارند. حافظه‌هایی که در این بخش درباره‌ی آن‌ها صحبت می‌شود، از نوع دستیابی تصادفی هستند که رایج‌ترین نوع حافظه با دستیابی تصادفی را RAM[1] می‌گویند. RAM معروف‌ترین حافظه‌ی مورد استفاده در رایانه است. سلول‌های حافظه‌ی آن بلافاصله قابل دسترسی هستند و به همین دلیل به آن‌ها Random Access می‌گویند. نقطه‌ی مقابل RAM را SAM[2] می‌نامند. همان‌طور که از نامش پیداست داده‌ها را به صورت سریال مانند نوار کاست نگهداری می‌کند. در SAM اگر داده‌ای در دسترس نباشد کلیه‌ی داده‌های قبل از آن خوانده می‌شوند تا به داده‌ی مورد نظر برسد. کاربرد حافظه‌های SAM بیشتر به صورت حافظه‌ی میانگیر[3] است. حافظه‌ی کارت گرافیک نمونه‌ای از حافظه‌ی SAM است که در آن داده‌ها به ترتیب ورود باید خوانده شوند.

یکی از مشخصه‌های بارز حافظه‌ی RAM قابلیت خواندن و نوشتن در آن است. مشخصه‌ی مهم دیگر این نوع حافظه، نامانا بودن اطلاعات آن است و این یعنی این‌که RAMها همواره باید به یک منبع تغذیه‌ی الکتریکی متصل باشند. هر زمان انرژی الکتریکی متوقف گردد، داده‌های این حافظه از دست خواهند رفت. بنابراین RAM همیشه به عنوان یک ذخیره‌ساز موقت به کار می‌رود. شکل ۶-۴ حافظه‌ی اصلی با ظرفیت یک مگابایت را نشان می‌دهد.



شکل ۶-۴ حافظه‌ی اصلی با ظرفیت یک مگابایت

RAMها دو نوع دارند:

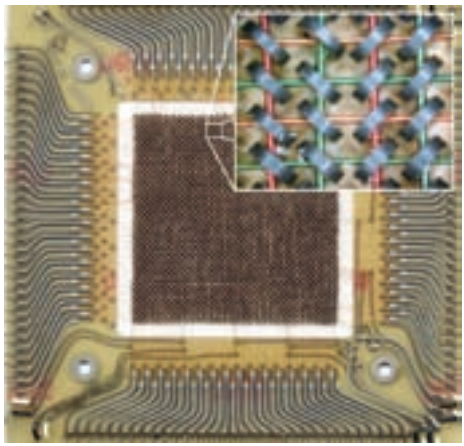
- حافظه‌ی پویا Dynamic RAM(DRAM)
- حافظه‌ی ایستا Static RAM(SRAM)

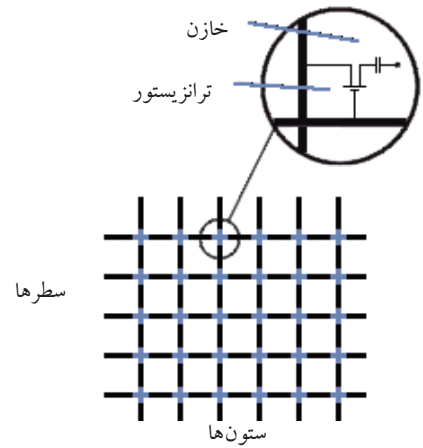
1.Random Access Memory
2.Serial Access Memory
3.Buffer

۱-۳-۴ حافظه‌ی پویا

فناوری حافظه‌های پویا به این صورت است که از میلیون‌ها ترانزیستور و خازن در کنار هم ساخته می‌شوند(شکل ۷-۴). هر سلول حافظه‌ی پویا از یک ترانزیستور و یک خازن تشکیل شده است. خازن داده‌ی بیت، یعنی مقدار صفر یا یک را نگهداری می‌کند و ترانزیستور به عنوان یک سوئیچ عمل می‌کند. در واقع ترانزیستورهای موجود در هر بیت از حافظه‌ی پویا به مدار کنترل روی تراشه‌ی حافظه اجازه‌ی خواندن و نوشتن (تغییر حالت) خازن را می‌دهد.

همان‌گونه که گفته شد سلول‌های این حافظه از خازن ساخته شده است و خازن‌ها به طور دائم با گذشت زمان دشارژ می‌شوند، به خصوص در زمانی که مقدار آن‌ها خوانده می‌شود. به همین دلیل برای حفظ داده‌های موجود در این سلول‌ها باید به طور مرتب آن‌ها را تازه‌سازی کرد. خازن را می‌توانید مثل سطلی در نظر بگیرید که الکترون‌ها در آن ذخیره می‌شوند. برای ذخیره‌کردن مقدار یک در سلول‌های حافظه، این سطل پر از الکترون می‌شود و برای مقدار صفر، خالی از الکترون می‌شود. مشکل خازن‌ها برای این فناوری، گرایش به از دست دادن مقدار الکترون‌های موجود در آن است و پس از مدت زمانی خالی از الکترون خواهند شد. بنابراین حافظه‌های پویا به طور مداوم باید در حال تازه‌سازی داده‌های خود باشند، در غیر این صورت داده‌های خود را از دست می‌دهند. برای تازه‌سازی حافظه‌ی پویا، مقدار هر سلول قبل از خالی شدن خوانده می‌شود و سپس همان مقدار خوانده شده دوباره در سلول نوشته می‌شود. تداوم این تازه‌سازی باعث می‌شود که این حافظه مدت زمان زیادی را صرف این کار کند که این امر باعث پایین آمدن سرعت عمل آن خواهد شد.



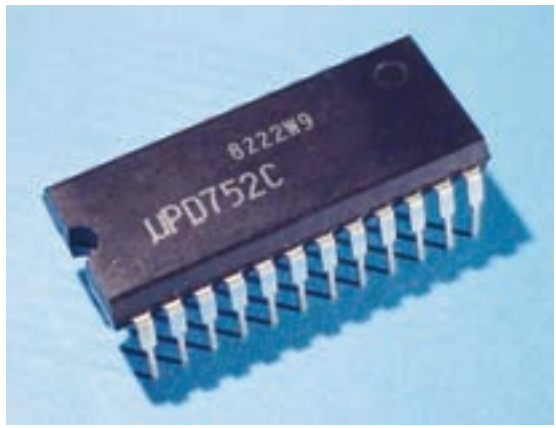


شکل ۷-۴ سلول‌های حافظه با استفاده از خازن و ترانزیستور

۴-۳-۲ حافظه‌ی ایستا

فناوری حافظه‌های ایستا مانند حافظه‌های پویا مبتنی بر شارژ و دشارژ خازن نیست و سلول‌های آن از تعدادی گیت منطقی به نام فلیپ فلاپ استفاده می‌کنند. یکی از ویژگی‌های مهم این گیت‌های منطقی، نگهداری داده‌ها بدون نیاز به تازه‌سازی آن‌هاست و مادامی که جریان الکتریکی حافظه تأمین شود، داده‌ها در حافظه نگهداری می‌شوند.

بنابراین تفاوت حافظه‌های پویا و ایستا در ساختار فیزیکی آن‌هاست. هر دو حافظه‌ی ایستا و پویا از نوع نامانا هستند، ولی سلول‌های حافظه‌ی پویا (خازن‌ها) ساده‌تر و کوچک‌تر از سلول‌های حافظه‌ی ایستا (گیت‌های منطقی) هستند. یعنی در تراشه‌هایی با ابعاد مساوی، تعداد سلول‌های حافظه‌ی پویای بیشتری نسبت به سلول‌های حافظه‌ی ایستا قرار می‌گیرد. به همین دلیل از حافظه‌های پویا برای حافظه‌هایی با ظرفیت بالا و ارزان که همان حافظه‌ی اصلی باشد، استفاده می‌کنند و از آنجا که حافظه‌ی ایستا سریع‌تر و گران‌تر است، از آن برای حافظه‌ی نهان استفاده می‌کنند. نمونه‌ای از حافظه‌ی استاتیک در شکل ۸-۴ نشان داده شده است.



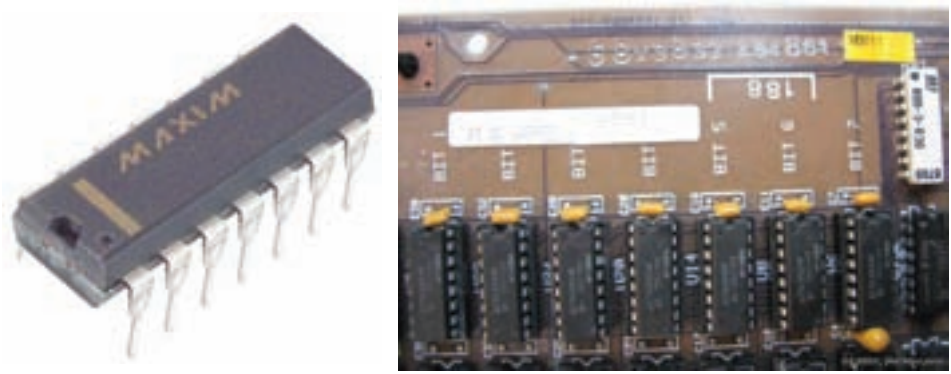
شکل ۸-۴ حافظه‌ی ایستا

۴-۳-۳ حافظه‌ی اصلی با دستیابی تصادفی DRAM

تراشه‌های حافظه‌ی اصلی که از نوع حافظه‌ی پویا هستند در رایانه‌های اولیه‌ی XT و حتی اوایل AT به صورت تراشه‌های معمولی و به نام DIP[1] یا پکیج‌های دو ردیفه[2] بودند (شکل ۹-۴) که در کارت‌های گرافیک قدیمی نیز قابل مشاهده هستند. این تراشه روی برد اصلی لحیم می‌شد.

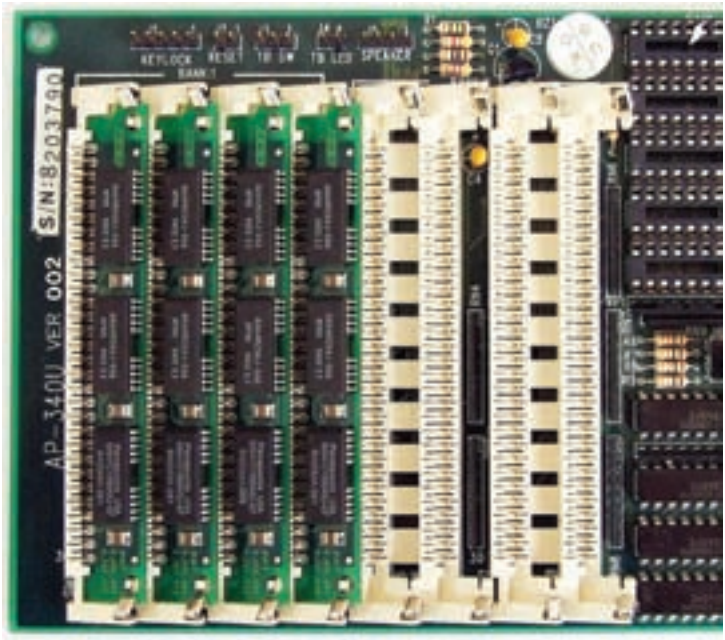
1. Dual Inline Package

۲. در پکیج‌های دوطرفه، پایه‌ها در دو طرف تراشه قرار دارند.



شکل ۹-۴ نوعی حافظه‌ی DIP که روی برد اصلی لحیم می‌شدند.

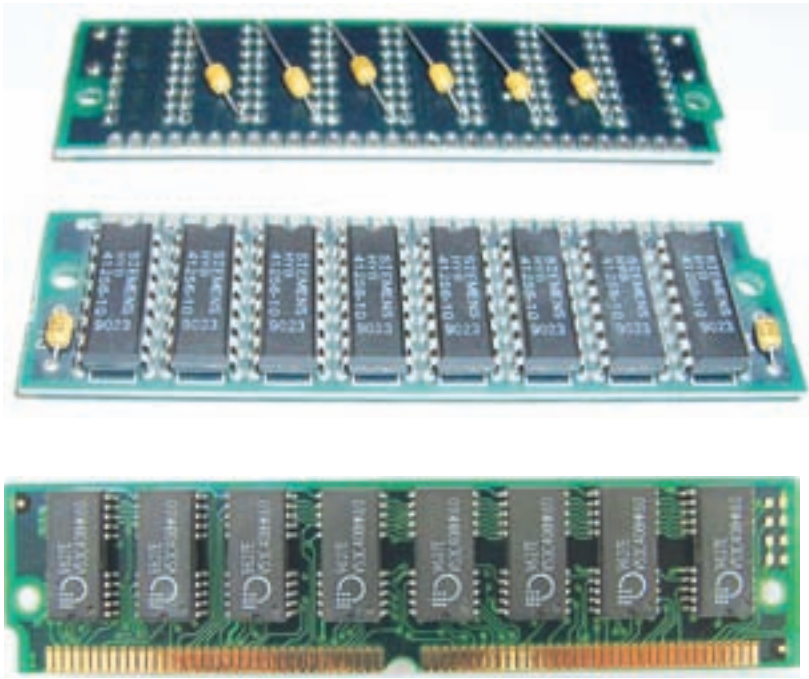
با افزایش سرعت پردازنده‌ها، به مقدار حافظه‌ی اصلی بیشتری نیاز بود که لحیم کردن تعداد زیادی تراشه‌ی DIP روی برد اصلی فضای زیادی اشغال می‌کرد و مقرون به صرفه نبود. به همین دلیل تراشه‌ها را روی برد مدار چاپی جداگانه‌ای گذاشتند و با استفاده از یک واسط و رابط مخصوص به برد اصلی متصل کردند که به این مجموعه بانک حافظه می‌گویند. به هرکدام از بردهای مدار چاپی به همراه تراشه‌های حافظه‌ی روی آن یک ماژول حافظه گفته می‌شود (شکل ۱۰-۴).



شکل ۱۰-۴ ماژول‌های SIMM که تراشه‌های حافظه در یک طرف آن قرار می‌گیرد و شکاف‌های مربوط به آن روی برد اصلی(رنگ سفید)

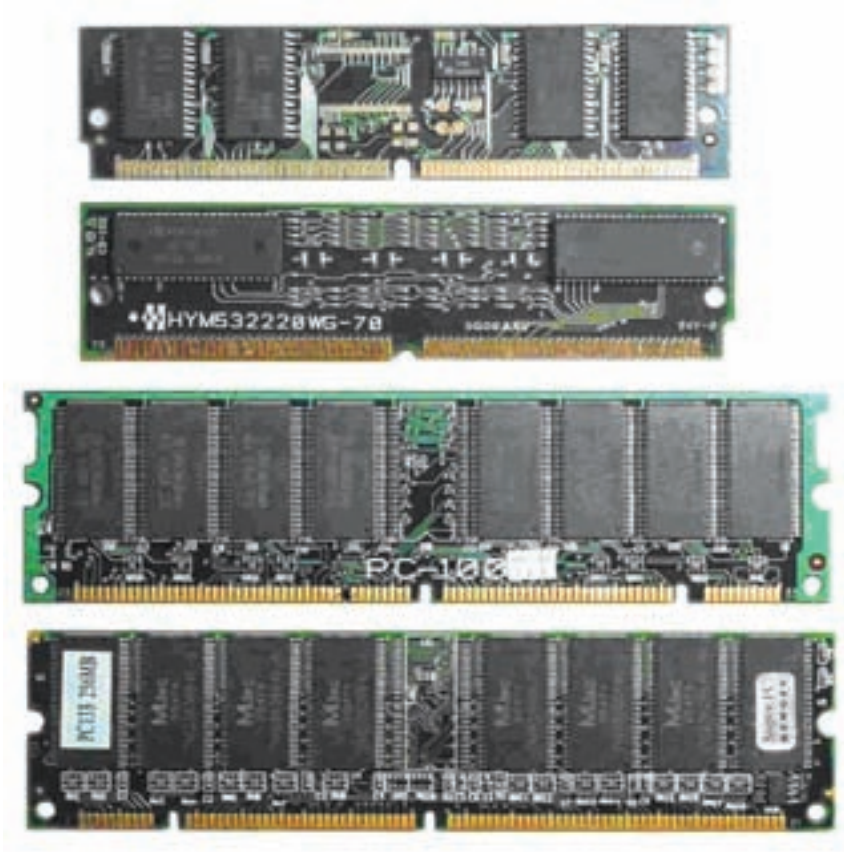
در ابتدا حافظه‌ی اصلی به کار رفته در سیستم‌های رایانه‌ای، مخصوص شرکت‌های سازنده آن سیستم بود و تنها برای سیستم‌های تولیدی آن سازنده به کار می‌رفت که برای کاربران روش مناسب و مطلوبی نبود. به همین دلیل نوعی از ماژول‌های حافظه و بانک استاندارد آن به نام SIMM[1] به بازار آمد که استفاده از آن مورد استقبال شرکت‌ها و کاربران قرار گرفت.

این ماژول‌های حافظه در ابتدا به صورت ۳۰ پین و در ادامه به صورت ۷۲ پین و با پهنای باند ۸ بیت در اختیار کاربران قرار گرفت (شکل ۱۱-۴). در ابتدا و در اغلب رایانه‌ها، بردهای حافظه‌ی SIMM به صورت دوتایی و با سرعت انتقال داده و ظرفیت یکسان به کار می‌رفت، زیرا پهنای گذرگاه داده‌ی سیستم در آن زمان بیشتر از پهنای باند یک ماژول SIMM بود. به عنوان مثال از دو ماژول SIMM با پهنای باند هشت بیتی بر روی یک گذرگاه سیستم با پهنای باند ۱۶ بیت استفاده می‌شد. در صورت استفاده از یک ماژول حافظه‌ی SIMM با پهنای باند هشت بیت داده در هر پالس ساعت، از نصف پهنای باندگذرگاه داده شانزده بیتی استفاده می‌شود. شکل ۱۲-۴ ماژول‌های قدیمی حافظه‌ی اصلی را نشان می‌دهد.



شکل ۱۱-۴ ماژول حافظه‌ی SIMM ۳۰ پین (دو تصویر بالا) و ۷۲ پین (پایین)

1. Single Inline Memory Module



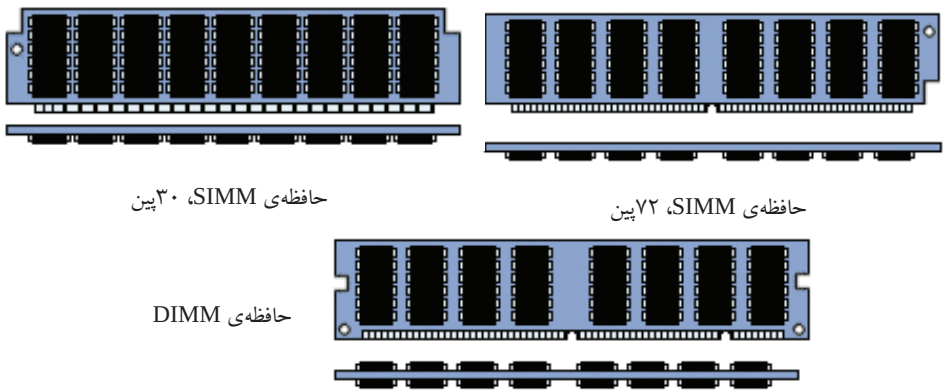
شکل ۱۲-۴ ماژول‌های قدیمی حافظه‌ی اصلی

۴-۳-۴ حافظه‌ی هم‌زمان با دستیابی تصادفی (SDRAM)[1]

مهم‌ترین دغدغه‌های طراحان سخت‌افزار رایانه و شاید مهم‌ترین گلوگاه در طراحی‌های جدید، استفاده از پردازنده‌های پرسرعت و اتصال آن به حافظه‌ی اصلی است. این اتصال، مهم‌ترین گذرگاه در کل سیستم رایانه است. از طرفی حافظه‌های اصلی در سال‌های اخیر همچون سال‌های گذشته همان حافظه‌ی پویاست. همان‌طور که در فصل پردازنده بیان شد، یکی از راه‌های کاهش مشکل اختلاف سرعت پردازنده‌ها و حافظه‌های اصلی، استفاده از یک یا چند سطح حافظه‌ی نهان و با سرعت بالا از نوع حافظه‌ی ایستاست، ولی حافظه‌ی ایستا خیلی گران است و از طرفی، گسترش ظرفیت حافظه‌ی نهان از کارایی آن می‌کاهد.

با افزایش سرعت پردازنده و پهنای باند گذرگاه‌های سیستم و نیز افزایش ظرفیت حافظه‌ها، بانک‌های SIMM دیگر پاسخگوی نیاز سیستم نبودند و طراحان، استاندارد جدیدی برای رفع

1. Synchronous Dynamic RAM



شکل ۱۳-۴ ماژول‌های مختلف حافظه‌ی RAM

نیازمندی‌های سیستم به نام DIMM[1] ارایه کردند (شکل ۱۳-۴).

این استاندارد در ابتدا دارای یک رابط ۱۶۸ پین بود و ماژول‌های حافظه‌ی این استاندارد به وسیله هم‌زمانی پالس ساعت خود با پالس ساعت سیستم می‌توانستند با سرعت انتقال داده‌ی بیشتر نسبت به حافظه‌های DIP و SIMM با پردازنده کار کنند.

با توجه به ملاحظات بالا، طراحان به فکر راه‌حل‌هایی برای افزایش سرعت حافظه‌ی پویا افتادند. حافظه‌ی SDRAM (شکل ۱۴-۴) یک نوع حافظه‌ی پویاست که کار تبادل داده با پردازنده را به صورت هم‌زمان[2] و با استفاده از ساعت سیستم انجام می‌دهد. این راه‌حل باعث بهبود سرعت حافظه‌ی پویا شد که به Synchronous DRAM یا همان SDRAM معروف گردید. برای ماژول‌های حافظه‌ی SDRAM تراشه‌های حافظه را در دو طرف برد مدارچاپی قرار می‌دهند

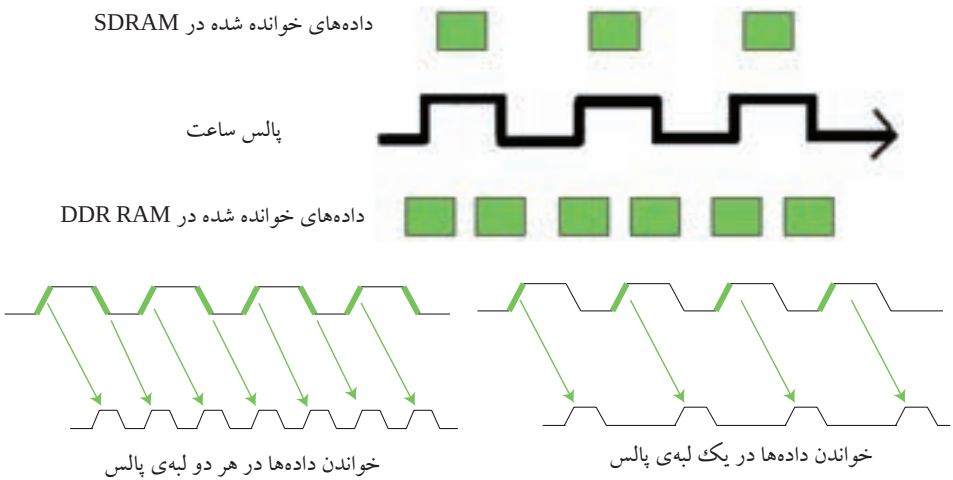
شکل ۱۴-۴ یک ماژول حافظه‌ی SDRAM

1. Dual Inline Memory Module
2. Synchronous

و دارای پهنای باند ۶۴ بیتی هستند. این نوع ماژول‌های حافظه در سیستم‌هایی با پردازنده‌های PII، PIIIو PIV قابل استفاده هستند.

۴-۳-۵ حافظه‌ی پویا هم‌زمان با سرعت انتقال مضاعف[1] (DDR DRAM)

فناوری دیگری که پا به عرصه‌ی رقابت گذاشت DDR است. برای هم‌زمان کردن ابزار منطقی، انتقال داده با آمدن لبه‌ی ساعت (Clock Edge) انجام خواهد شد. یک پالس ساعت زمانی مؤثر است که مقدار آن از صفر به یک تغییر کند یا برعکس. DDR DRAMها از هر دو حالت ساعت یعنی لبه‌ی بالا رونده و لبه‌ی پایین رونده برای انجام عملیات استفاده می‌کنند یعنی بدون اضافه کردن فرکانس ساعت می‌توانند با استفاده از هر دو حالت تغییر ساعت، یک‌بار در لبه‌ی بالا رونده و یک‌بار در لبه‌ی پایین رونده، یعنی هنگامی که ساعت از صفر به یک و همین‌طور از یک به صفر تغییر می‌کند، سرعت انتقال داده‌ها را دو برابر کنند. این ماژول‌های حافظه در بانک‌های DIMM و با ۱۸۴ پین کار می‌کنند (شکل ۱۵-۴).



شکل ۱۵-۴ استفاده از فرکانس ساعت برای حافظه‌های SDRAM (سمت راست) و DDR RAM (سمت چپ)

با مقایسه بین DDR RAM و SDRAM در می‌یابیم که از نظر ساختار داخلی هیچ تفاوتی ندارند وDDR RAMها نسخه‌ی جدیدتری از SDRAMها، با سرعتی دوبرابر هستند. به عنوان مثال یک حافظه‌ی DDR با فرکانس ساعت ۱۰۰ مگاهرتز می‌تواند با فرکانس ۲۰۰ مگاهرتز عمل خواندن یا نوشتن داده‌ها را انجام دهد. پهنای باند حافظه‌ی DDR مانند SDRAMها ۶۴ بیتی یا ۸ بایتی است. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که سرعت انتقال داده‌ی حافظه‌ی مثال فوق برابر است

1. Double Data Rate Synchronous DRAM

شکل ۴-۱۶ ماژول حافظه‌ی DDR SDRAM با ظرفیت ۵۱۲ مگابایت و فرکانس ساعت ۴۰۰ مگاهرتز

با ۱/۶ GBps = ۲۰۰ MHz × ۸Byte. باید توجه کرد برای استفاده از DDR DRAMها باید از برد اصلی با قابلیت پشتیبانی آن‌ها استفاده کرد. جدول ۴-۲ مشخصات تعدادی از ماژول‌های DDR DRAM را نشان می‌دهد. نمونه‌ای از ماژول حافظه‌ی DDR SDRAM را در شکل ۴-۱۶ مشاهده کنید.

جدول ۴-۲ مشخصات تعدادی از ماژول‌های DDR

نام ماژول حافظه	نوع تراشه	فرکانس ساعت مگاهرتز	نرخ انتقال داده مگابایت بر ثانیه
PC1600	DDR200	۱۰۰	۱۶۰۰
PC2100	DDR266	۱۳۳	۲۱۳۳
PC2400	DDR300	۱۵۰	۲۴۰۰
PC2700	DDR333	۱۶۶	۲۶۶۷
PC3000	DDR366	۱۸۳	۲۹۳۳
PC3200	DDR400	۲۰۰	۳۲۰۰
PC3500	DDR433	۲۱۶	۳۴۶۶
PC3700	DDR466	۲۳۳	۳۷۳۳
PC4000	DDR500	۲۵۰	۴۰۰۰
PC4300	DDR533	۲۶۶	۴۲۶۶

۴-۳-۶ سرعت حافظه‌ی اصلی

فروشندگان قطعات رایانه، فرکانس پالس ساعت را که حافظه با آن کار می‌کند، را به عنوان سرعت حافظه مطرح می‌کنند. ولی سرعت در حافظه به سرعت انتقال داده در یک ماژول حافظه گفته می‌شود که به پهنای باند آن و فرکانس پالس ساعت کاری آن بستگی دارد.

به عنوان مثال روی ماژول‌های حافظه‌ی DDR می‌توان دو نشانه به صورت DDRx و PCy پیدا کرد که عدد x در DDRx نشان دهنده‌ی ماکزیمم فرکانس پالس ساعتی است که حافظه می‌تواند با آن فرکانس کار کند، مانند DDR533 که نشان می‌دهد حافظه می‌تواند با فرکانس ۵۳۳ مگاهرتز کار کند. عدد y در PCy نشان دهنده‌ی سرعت انتقال داده‌های یک ماژول حافظه در یک ثانیه است. مانند PC4200 که نشان می‌دهد ماژول حافظه، داده‌ها را با سرعت ۴۲۰۰ مگابایت در ثانیه انتقال می‌دهد.

تمرین

برای هرکدام از حافظه‌های ارایه شده، نرخ انتقال داده در هر ثانیه را با توجه به ۶۴ بیتی بودن پهنای باند گذرگاه، محاسبه کنید.

۴-۳-۷ حافظه‌های DDR2 و DDR3

با عملکرد مناسب حافظه‌های DDR طراحان به فکر توسعه و بهبود عملکرد این نوع حافظه‌ها افتادند و توانستند عملکرد حافظه را ارتقا بخشند. آنان در فناوری حافظه‌های DDR2 موفق شدند سرعت انتقال داده‌ها را، روی گذرگاه داده دو برابر کنند(جدول ۳-۴). در واقع حافظه‌های DDR2 دارای فرکانس پالس ساعتی دو برابر حافظه‌های DDR هستند. بنابراین می‌توان تصور کرد که پهنای باند گذرگاه آن را دو برابر افزایش داده‌اند. ولتاژ کاری این نسخه به نسبت حافظه‌های DDR کمتر است و در نتیجه توان عملیاتی آن بالاتر رفته است. این حافظه دارای بانک حافظه‌ی ۲۴۰ پین است (شکل ۱۷-۴).

شکل ۱۷-۴ حافظه‌ی اصلی DDR2 با ظرفیت یک گیگابایت و فرکانس پالس ساعت ۸۰۰ مگاهرتز

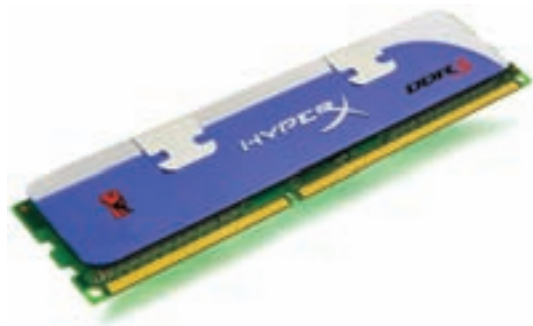
جدول ۴-۳ مشخصات تعدادی از ماژول‌های DDR2

نام ماژول حافظه	نوع تراشه	فرکانس پالس ساعت (مگاهرتز)	نرخ انتقال داده (مگابایت بر ثانیه)
PC2-3200	DDR2-400	۲۰۰	۳۲۰۰
PC2-4200	DDR2-533	۲۶۶	۴۲۶۶
PC2-5300	DDR2-667	۳۳۳	۵۳۳۳
PC2-6400	DDR2-800	۴۰۰	۶۴۰۰
PC2-7400	DDR2-933	۴۶۶	۷۴۶۰
PC2-8500	DDR2-1066	۵۳۳	۸۵۳۰
PC2-9600	DDR2-1200	۶۰۰	۹۶۰۰
PC2-10600	DDR2-1333	۶۶۷	۱۰۶۶۰
PC2-11700	DDR2-1466	۷۳۳	۱۱۷۳۰
PC2-12800	DDR2-1600	۸۰۰	۱۲۸۰۰

نکته

باید توجه داشته باشید که در حافظه‌های DDR، فرکانس کاری دو برابر فرکانس پالس ساعت ارایه شده در جدول‌هاست.

نسخه‌ی بعدی DDRها نیز با دو برابر کردن فرکانس پالس ساعت نسبت به حافظه‌های DDR2 و همچنین کم کردن سطح ولتاژ کاری توانست سرعت انتقال داده‌ها را به مقدار بسیار زیادی افزایش دهد(جدول ۴-۴). این نسخه DDR3 نام دارد (شکل ۱۸-۴).



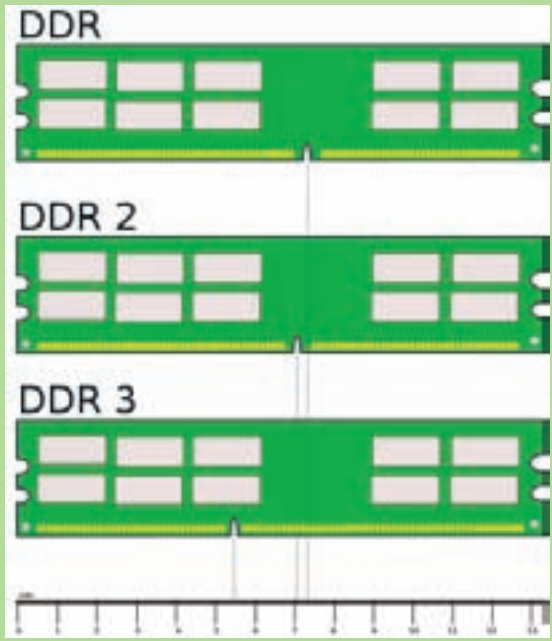
شکل ۱۸-۴ حافظه‌ی اصلی DDR3 با ظرفیت ۱ گیگابایت

جدول ۴-۴ مشخصات تعدادی از ماژول‌های DDR3

نام ماژول حافظه	نوع تراشه	فرکانس پالس ساعت مگاهرتز	نرخ انتقال داده مگابایت بر ثانیه
PC3-6400	DDR3-800	۴۰۰	۶۴۰۰
PC3-8500	DDR3-1066	۵۳۳	۸۵۳۰
PC3-10667	DDR3-1333	۶۶۷	۱۰۶۶۰
PC3-12800	DDR3-1600	۸۰۰	۱۲۸۰۰
PC3-14900	DDR3-1866	۹۳۳	۱۴۹۳۰

نکته

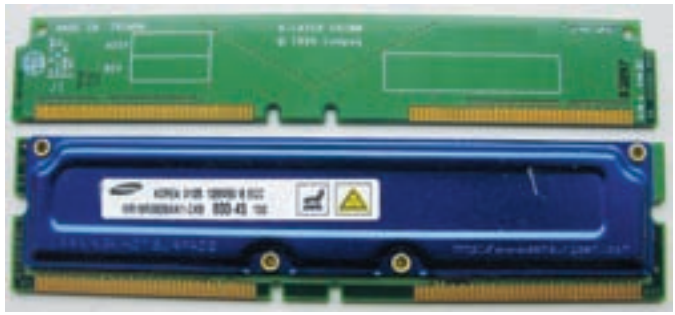
تفاوت مهمی که بین حافظه‌های DDR، DDR2 و DDR3 وجود دارد، مصرف انرژی آن‌هاست. ماژول‌های حافظه‌ی DDR3 از دو نوع دیگر، مصرف برق کمتری دارند در حالی‌که فرکانس کاری بیشتری نیز نسبت به بقیه دارند. هرچه فرکانس بالاتر باشد، سرعت انتقال داده‌ها نیز بیشتر است. مزیت ولتاژ پایین در رایانه‌های قابل حمل، باعث کاهش گرمای تولید شده توسط قطعات آن می‌شود و عمر باتری آن‌ها را نیز افزایش می‌دهد. شکل ۱۹-۴ ساختار هر سه نوع حافظه را نشان می‌دهد.



شکل۱۹-۴ ساختار حافظه‌های DDR ، DDR2 و DDR3

۴-۳-۸ حافظه‌ی RDRAM[1]

از سال ۱۹۹۹ حافظه‌های DRAM در طراحی جدید Rambus روی بردهای اصلی عرضه شد (شکل ۴-۲۰). در مقایسه با بانک‌های حافظه‌ی DIMM که دارای پهنای باند ۶۴ بیتی هستند، این طراحی دارای پهنای باند ۱۶ بیتی است. ماژول این حافظه از یک نوع گذرگاه داده‌ی خاص برای افزایش سرعت استفاده می‌کند. اما همان‌طور که گفته شد سرعت انتقال داده‌ها در حافظه به دو ویژگی مهم پهنای باند و فرکانس پالس ساعت بستگی دارد. طراحی Rambus توانسته است با عملکرد مناسب در فرکانس پالس ساعت بسیار بالا به نسبت دیگر استانداردهای حافظه‌ی اصلی، سرعت انتقال داده‌ها را به صورت فزاینده‌ای افزایش دهد. به عنوان مثال این ماژول حافظه می‌تواند با فرکانس پالس ساعت ۸۰۰ مگاهرتز کار کند و با توجه به پهنای باند ۱۶ بیتی(دو بایتی) که دارد، می‌توان نتیجه گرفت سرعت انتقال داده ی این ماژول برابر است با ۲Byte×۸۰۰MHz =۱/۶GBps.



شکل ۴-۲۰ ماژول Rambus

ماژول‌های حافظه‌ی RDRAM با استاندارد RIMM[2] و با ۱۸۴ پین کار می‌کنند. بانک‌های این حافظه طوری طراحی شده‌اند که چند ماژول از این نوع حافظه می‌توانند به صورت هم‌زمان داده ارسال کنند. به عنوان مثال اگر از چهار بانک RIMM به طور هم‌زمان استفاده شود می‌توان ۱/۶GBps×۴=۶/۴GBps سرعت انتقال داده را به‌دست آورد.

نکته

هنگام انتخاب حافظه‌ی اصلی، باید به طراحی برد اصلی دقت کرد که چه نوع حافظه‌ای(DIP، SIMM، DIMM و یا RIMM) با چه فرکانس پالس ساعتی و با چه ویژگی‌های خاصی بر روی آن قابل نصب است.

1. Rambus DRAM
2. Rambus Inline Memory Module

همان‌طور که در بخش برد اصلی گفته شد تمام اجزای یک رایانه به وسیله‌ی گذرگاه‌ها با پردازنده در ارتباط‌اند. حافظه‌ی اصلی نیز برای ارتباط با پردازنده و به دلیل اهمیت فراوان این ارتباط از گذرگاه سیستم استفاده می‌کند. هر یک از طراحی‌های حافظه مانند DIP ، SIMM ، DIMM دارای پهنای باند خاص خود هستند و هرکدام از این استانداردها، فرکانس پالس ساعت مخصوصی برای هم‌زمانی با گذرگاه سیستم و پردازنده دارد. انواع حافظه‌های RAM در جدول ۵-۴ مقایسه شده است.

۹-۳-۴ حافظه‌ی ویدئویی (Video RAM)

تصاویر ویدئویی قبل از این‌که روی صفحه‌نمایش ظاهر شوند، در نوع خاصی از حافظه‌ی DRAM ذخیره می‌شوند که به آن حافظه‌ی ویدئویی یا VRAM گویند.. این حافظه روی کارت آداپتور ویدئویی قرار دارد و مدارهای خاصی به طور مداوم داده‌های دیجیتال این حافظه را به سیگنال‌های مورد نیاز صفحه‌نمایش تبدیل و ارسال می‌کنند. این کار بدون دخالت پردازنده صورت می‌پذیرد و برای بالابردن سرعت آداپتورهای ویدئویی صورت می‌گیرد. به این نوع خاص از حافظه‌ها MP DRAM[1] (حافظه‌های دینامیکی چندگذرگاه) نیز گفته می‌شود. به این دلیل که این نوع از حافظه‌ها دارای امکان دستیابی به اطلاعات، به صورت تصادفی و سریال هستند و به طور هم‌زمان می‌توان هم در آن‌ها نوشت و هم داده‌ها را از آن‌ها خواند.

۱۰-۳-۴ انواع حافظه‌ی فقط خواندنی[2](ROM)

حافظه‌ی فقط خواندنی، آن‌گونه که از نامش پیداست، حاوی داده‌هایی به صورت دائمی است که هیچگاه مقدار آن تغییر نمی‌کند و فقط می‌توان داده‌های آن را خواند. در این حافظه‌ها همانند حافظه‌های RAM، دستیابی به داده‌ها به صورت تصادفی است. ولی حافظه‌ی فقط خواندنی برخلاف RAM، ماناست، یعنی به منبع انرژی الکتریکی برای حفظ مقادیر داده در حافظه نیازی ندارد و این در حالی است که داده‌های ROM را می‌توان خواند ولی نمی‌توان داده‌ی جدیدی در آن نوشت. یک نوع به شکل حافظه‌ی فقط خواندنی مدار مجتمع[3] است که در زمان ساخت، داده‌هایی در آن ذخیره می‌شود. این نوع از حافظه‌ها علاوه بر استفاده در رایانه‌های شخصی در سایر دستگاه‌های الکترونیکی نیز به خدمت گرفته می‌شوند.

1. Multi-Port Dynamic Random Access Memory
2. Read Only Memory (ROM)
3. Integrated Circuit (IC)

جدول ۵-۴ مقایسه‌ی انواع حافظه‌های RAM

استاندارد بانک و نوع حافظه‌ی اصلی	ساختار برد اصلی	ویژگی‌ها
DRAM	XT و اوایل AT	تراشه‌های حافظه که به برد اصلی لحیم می‌شدند بانک حافظه ندارد
SIMM DRAM	AT	رابط ۳۰ پین و ۷۲ پین پهنای باند هشت بیت به صورت دوتایی استفاده می‌شد تراشه‌های حافظه در یک طرف برد مدارچاپی
DIMM SDRAM	ATX	رابط ۱۶۸ پین پهنای باند ۶۴ بیتی تبادل داده با پردازنده به صورت هم‌زمان و با استفاده از ساعت سیستم تراشه‌های حافظه در دو طرف برد مدارچاپی
DIMM DDR DRAM	ATX	رابط ۱۸۴ پین پهنای باند ۶۴ بیتی استفاده از هر دو حالت ساعت یعنی لبه‌ی بالا رونده و لبه‌ی پایین رونده
DIMM DDR2 DRAM	ATX	رابط ۲۴۰ پین پهنای باند ۶۴ بیتی حافظه‌هایDDR2 دارای فرکانس پالس ساعت دوبرابر حافظه‌هایDDR
DIMM DDR3 DRAM	ATX	پهنای باند ۶۴ بیتی حافظه‌هایDDR3 دارای فرکانس پالس ساعت دوبرابر حافظه‌هایDDR2
RIMM RDRAM	ATX	رابط ۱۸۴ پین پهنای باند ۱۶ بیتی

یکی از مزایای حافظه‌های فقط خواندنی این است که می‌تواند همانند حافظه‌های RAM به عنوان حافظه‌ی اصلی به کار رود، به این صورت که داده و یا دستورالعمل‌های برنامه در داخل حافظه‌ی فقط خواندنی می‌تواند به راحتی با پردازنده بدون نیاز به RAM ارتباط برقرار کند. به عنوان مثال BOIS سیستم در حافظه‌ی ROM قرار می‌گیرد که به آن ROM BIOS می‌گویند.

از معایب آن نیز می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

ـ مرحله‌ی نوشتن داده روی حافظه‌ی فقط خواندنی زمان زیادی را صرف می‌کند و همیشه ثابت است و با فناوری‌های متفاوت نتوانسته‌اند تاکنون تغییر چندانی برای سرعت نوشتن در این حافظه‌ها ایجاد کنند.

ـ داده‌های ذخیره شده در این نوع حافظه‌ها غیر قابل تغییر است و به همین دلیل جایی برای اشتباه وجود ندارد. اگر فقط یک بیت از داده‌ها اشتباه باشد، باید ROM را دور انداخت. البته در مواردی که ذکر خواهد شد اعمال تغییرات در آن‌ها مستلزم انجام عملیات خاصی است.

حافظه‌های ROM از لحاظ فناوری استفاده شده، دارای انواع زیر است:

ـ ROM

ـ PROM

ـ EPROM

ـ EEPROM

ـ Flash Memory

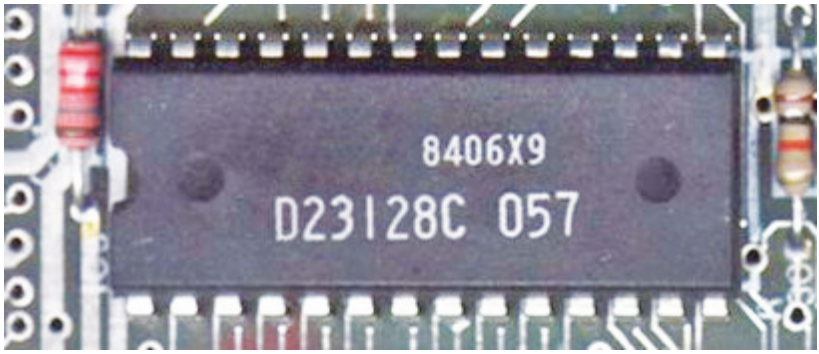
هر یک از انواع فوق ویژگی‌های منحصر به فرد خود را دارد .

- **حافظه‌ی برنامه‌پذیر[1](PROM)**

تولید و ساخت حافظه‌های فقط خواندنی در تعداد کم، هزینه‌ی بالایی دارد و وقت‌گیر است. به همین دلیل نوع دیگری از این حافظه‌ها طراحی شد که برنامه‌پذیرند و به آن‌ها PROM می‌گویند(شکل ۲۱-۴) و برای زمانی استفاده می‌شود که تعداد کمی ROM با محتوایی خاص مورد نیاز است، مثل قراردادن برنامه‌ی عملکرد یک لباسشویی در یک حافظه.

PROM هم مثل ROM، ماناست و فقط می‌توان یک‌بار در آن نوشت. فرایند نوشتن بر روی PROM به صورت الکترونیکی انجام می‌شود که به تجهیزات خاصی نیاز دارد. حافظه‌های فقط خواندنی نسبت به RAM شکننده‌ترند و یک جریان حاصل از الکتریسیته‌ی

1. Programmable Read Only Memory (PROM)



شکل ۲۱-۴ حافظه‌ی PROM

ساکن می‌تواند باعث سوختن و یا تغییر مقدار داده‌ها شود.

هنگام استفاده‌ی کاربردی از حافظه‌های ROM و PROM باید دقت کرد که در ادامه، نیازمند تغییرات در داده‌های آن نباشید. به همین دلیل، باید قبل از استفاده نیاز به اعمال تغییرات در آن‌ها بررسی شود، زیرا ضرورت اعمال تغییرات و اصلاحات در این نوع حافظه‌ها می‌تواند به صرف هزینه‌ی بالایی منجر گردد.

نوع دیگری از حافظه‌ی فقط خواندنی، حافظه‌ی بیشتر خواندنی است و برای کاربردهایی است که در آن عمل خواندن خیلی بیشتر از نوشتن تکرار می‌شود و باید حافظه مانا باشد. سه نوع حافظه‌ی بیشتر خواندنی رایج است: EPROM ، EEPROM و FLASH یا حافظه‌ی سریع.

- **حافظه‌ی برنامه‌پذیر پاک شدنی[1](EPROM)**

نوع دیگری از حافظه‌ی ROM، حافظه‌ی فقط خواندنی برنامه‌پذیر پاک شدنی است که مانند PROM به صورت الکترونیکی خوانده و نوشته می‌شود و برای پاک کردن اطلاعات روی آن از تابش نور ماورای‌بنفش استفاده می‌کنند و فرایند پاک شدن می‌تواند به دفعات زیاد تکرار شود. بنابراین EPROM را می‌توان چندین بار پاک کرد و مانند ROM و PROM داده‌ها را برای مدت طولانی نگهداری می‌کند. EPROM گران‌تر از PROM است و این گرانی به دلیل قابلیت بازسازی مجدد آن است. فرایند حذف در EPROM انتخابی نبوده و تمام محتویات آن حذف خواهد شد. برای حذف داده‌های یک EPROM باید آن را از محلی که نصب شده است جدا کرد و به مدت چند دقیقه زیر اشعه‌ی ماورای‌بنفش دستگاه پاک کننده‌ی EPROM قرار داد. شکل ۲۲-۴ چند ماژول از حافظه‌ی EPROM را نشان می‌دهد.

1. Programmable Read Only Memory (PROM)

شکل ۲۲-۴ حافظه‌ی EPROM

• حافظه‌ی برنامه‌پذیر پاک شدنی الکتریکی[1] (EEPROM)

EEPROM حافظه‌ی فقط خواندنی برنامه‌پذیر پاک شدنی الکتریکی است که نوعی حافظه‌ی بیشتر خواندنی است و مزیت آن این است که می‌توان در هر زمان بدون پاک کردن داده‌ی قبلی، در آن داده‌ی جدید نوشت. EEPROM گران‌تر از EPROM است و در یک تراشه‌ی یکسان تعداد بیت‌های EEPROM کمتر از EPROM است.

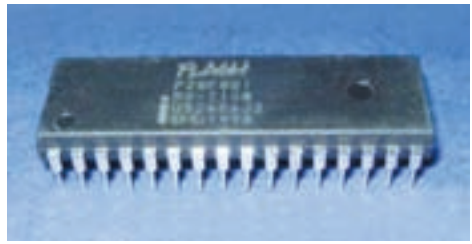
با این‌که حافظه‌های EPROM موفقیت مناسبی نسبت به حافظه‌های PROM از نظر استفاده‌ی مجدد دارند، ولی همواره نیازمند به کارگیری تجهیزات خاص و دنبال کردن فرایندهای خسته کننده برای حذف و نصب مجدد آن‌ها در هر زمان است. علاوه بر این، برای اعمال تغییرات در یک حافظه‌ی EPROM در ابتدا باید تمام محتویات را پاک کرد. حافظه‌های EEPROM پاسخی مناسب به نیازهای موجود است. در حافظه‌های EEPROM تسهیلات زیر عرضه می‌گردد:

ـ بازنویسی تراشه، نیاز به جدا کردن تراشه از محل نصب ندارد.
ـ برای تغییر بخشی از تراشه نیاز به پاک کردن تمام محتویات نیست.
ـ اعمال تغییرات در این نوع تراشه‌ها مستلزم به کارگیری دستگاه اختصاصی نیست.

1. Programmable Read Only Memory (PROM)

- **حافظه‌ی فلش (Flash Memory)**

اعمال تغییرات در تراشه‌های انواع حافظه‌ی فقط خواندنی کند است و در مواردی که باید داده‌ها با سرعت تغییر کنند، سرعت لازم را نداشته و مشکلات خاص خود را دارند. تولیدکنندگان به دلیل کندی حذف داده‌ها در حافظه‌های EEPROM با عرضه‌ی حافظه‌ی فلش که یک نوع خاص از حافظه‌های EEPROM است، به این محدودیت‌ها پایان دادند. حافظه‌ی فلش نوع دیگری از حافظه‌ی نیمه‌هادی و بیشتر خواندنی است و به دلیل این‌که سرعت پاک شدن و قابلیت برنامه‌ریزی بالایی دارد، به آن حافظه‌ی سریع می‌گویند. این حافظه همانند EEPROM به صورت الکتریکی پاک می‌شود، با این تفاوت که در حافظه‌ی فلش می‌توان به تنهایی بلوکی از حافظه را پاک کرد و نیازی به حذف تمام داده‌ها روی آن نیست (شکل ۲۳-۴).



شکل ۲۳-۴ نوعی از حافظه‌های فلش

این نوع حافظه، در دستگاه‌هایی که به ذخیره‌ی سریع و ساده‌ی اطلاعات نیاز دارند، مانند دوربین‌های دیجیتال، کاربرد فراوان دارد. این حافظه به دلیل نداشتن هیچ بخش متحرکی به حافظه‌ی یکپارچه معروف است(شکل۲۴-۴). در واقع در این نوع حافظه، همه‌ی کارها

شکل ۲۴-۴ حافظه‌ی فلش با ظرفیت ۴ گیگابایت

شکل ۲۵-۴ نوعی بایاس روی حافظه‌ی فلش

به صورت الکترونیکی صورت می‌پذیرد در صورتی که در حافظه‌های جانبی مانند دیسک سخت بیشتر کارها به صورت مکانیکی است، مانند حرکت هد یا موتور دیسک‌گردان‌های دیسک سخت یا دیسک نوری.

درحالی‌که تراشه‌ی BIOS رایانه، رایج‌ترین شکل استفاده از حافظه‌ی فلش است (شکل ۲۵-۴)، امروزه این حافظه‌های ذخیره‌ساز مانند Compact Flash و Smart Media به صورت فزاینده‌ای در دستگاه‌هایی نظیر دوربین‌های دیجیتال مورد استفاده قرار می‌گیرند.

ویژگی‌های مهم حافظه‌ی فلش علاوه بر قابلیت جابه‌جایی راحت و یکپارچه بودن آن عبارت‌اند از:

ـ این حافظه بدون صدا کار می‌کند.

ـ اندازه و وزن بسیار کمی دارند.

حافظه‌ی فلش با وجود این ویژگی‌ها، به دلیل گران بودن تاکنون[1] نتوانسته است جایگزین دیسک سخت شود.

۴-۳-۱۱ حافظه‌های نهان (Cache)

همان‌طور که اشاره شد زمانی که فرکانس پالس ساعت داخلی پردازنده‌ها توانست چندین برابر فرکانس پالس ساعت گذرگاه سیستم شود طراحان برای ایجاد تعادل بین سرعت پردازنده و سرعت انتقال داده‌ی حافظه‌ی اصلی، از نوعی حافظه به عنوان حافظه‌ی نهان (Cache) استفاده

۱. این کتاب در سال ۲۰۱۱ میلادی تألیف شده است و ممکن است با توجه به پیشرفت‌ها و توسعه‌ی فناوری ساخت حافظه‌ها، در آینده‌ی نزدیک شاهد این جایگزینی باشیم.

کردند. حافظه‌ی نهان یکی از حافظه‌های درون سیستم است. این حافظه، یک تراشه‌ی مستقل، یا بخشی از تراشه‌ی پردازنده است که می‌تواند داده‌ها یا دستورالعمل‌های سیستم را ذخیره کند. این حافظه از نوع حافظه‌ی ایستاست که دارای ویژگی‌های زیر است:

ـ مانند حافظه‌ی پویا نیاز به تازه‌سازی اطلاعات ندارد. پس می‌توان نتیجه گرفت که سرعت انتقال داده‌ها در این حافظه‌ها به نسبت حافظه‌های پویا بسیار بالاتر است.

ـ هر داده یا اطلاعاتی که از حافظه‌ی اصلی خوانده شود در این حافظه نیز ذخیره می‌شود. در نتیجه پردازنده در صورت نیاز مجدد به آن داده و یا هر داده‌ی دیگری که در این حافظه باشد با سرعت بالا به آن دسترسی دارد و نیازی به جستجوی حافظه‌ی اصلی نیست.

ـ دستیابی به داده‌ها در این حافظه به روش دستیابی انجمنی است. در دستیابی انجمنی همان‌گونه که گفته شد دستیابی به داده‌ها با استفاده از آدرس خانه‌های حافظه و بخشی از محتوای آن صورت می‌گیرد، که روش بسیار سریعی است.

این حافظه‌ها ظرفیت‌های محدودی دارند و در پردازنده‌های گوناگون با ظرفیت‌های ۱۶ کیلوبایت، ۳۲ کیلوبایت و تا ۵۱۲ کیلوبایت و در مواردی تا ۲۴ مگابایت استفاده شده است. دلیل عدم توانایی طراحان در افزایش این حافظه‌ها این است که:

ـ به دلیل فناوری ساخت و استفاده از گیت‌های منطقی، سلول‌های حافظه‌ی ایستا نسبت به حافظه‌ی پویا فضای بیشتری اشغال می‌کنند. اگر ظرفیت حافظه‌ی نهان در داخل پردازنده زیاد شود، به دلیل فضای زیادی که اشغال می‌کند، پردازنده با محدودیت‌های بیشتری نسبت به اجزای دیگر روبه‌رو می‌شود.

ـ فناوری ساخت آن بسیار گران است.

ـ در حافظه‌هایی که براساس دستیابی انجمنی به داده‌ها دسترسی پیدا می‌کنند، با افزایش ظرفیت، زمان دستیابی به داده‌ها نیز کندتر می‌شود به این دلیل که برای پیدا کردن محل حافظه‌ی مورد نظر باید تعداد مقایسه‌ی بیشتری با داده‌های مختلف حافظه انجام بگیرد.

بنابراین از حافظه‌ی نهان در سطوح مختلف و به صورت داخلی و خارجی نسبت به پردازنده استفاده می‌شود. حافظه‌ی نهان داخلی پردازنده سطح یک یا L1 نامیده می‌شود و حافظه‌ی نهانی که بیرون از پردازنده قرار می‌گیرد، در دو سطح L2 و L3 عرضه می‌شود که روی برد اصلی قرار دارند. امروزه حافظه‌ی نهان سطح دو و سه در داخل پردازنده قرار می‌گیرند.

حافظه‌ی نهان سریع‌ترین حافظه در میان حافظه‌های اصلی موجود است. وقتی پردازنده سعی

در خواندن کلمه‌ای از حافظه دارد یا زمانی که رایانه می‌خواهد دستورالعملی را اجرا کند، آن دستورالعمل و داده‌های مورد نیاز را در حافظه‌ی نهان جست‌وجو می‌کند. اگر در حافظه‌ی نهان وجود نداشته باشند به حافظه‌ی اصلی مراجعه می‌کند و دستورالعمل‌ها و داده‌های مورد نیاز را در حافظه‌ی نهان وارد می‌کند. چون حافظه‌ی نهان فقط حجم کمی از داده‌ها را نگهداری می‌کند، لازم است بعضی از اطلاعات از آن خارج شوند تا اطلاعات جدیدی به جای آن‌ها قرار گیرد. هر مقدار در حافظه‌ی نهان در هر زمان، متناظر با یک مکان از حافظه‌ی اصلی است. اگر داده‌هایی که از حافظه‌ی نهان خارج می‌شوند، نسبت به زمانی که در آن حافظه قرار داشتند تغییر کرده باشند، باید در حافظه‌ی اصلی بازنویسی شوند، در غیر این صورت نیاز به بازنویسی آن‌ها نیست.

۴-۴ حافظه‌های جانبی (ذخیره سازهای ثانویه)

حافظه‌های جانبی حافظه‌هایی هستند که از آن‌ها برای ذخیره‌ی داده‌ها برای مدت طولانی استفاده می‌شود. این حافظه‌ها برای ذخیره‌سازی داده‌ها با تنوع گسترده و مقدار زیاد مورد استفاده قرار می‌گیرند. به دلیل ساختار فیزیکی و حجم داده‌های قابل نگهداری روی ذخیره‌سازهای ثانویه، روش دستیابی به داده‌ها و ذخیره کردن آن‌ها به طور کامل با حافظه‌های اصلی متفاوت است. در حافظه‌های اصلی با استفاده از روش دستیابی تصادفی و یا دستیابی انجمنی، داده‌ها را بایت به بایت دستیابی و انتقال می‌دهند و همین امر باعث افزایش سرعت پاسخگویی حافظه به درخواست‌های پردازنده است. ولی در ذخیره‌سازهای ثانویه، حجم اطلاعات ذخیره شده بسیار بالاتر از حافظه‌ی اصلی است و آدرس‌دهی به تک تک بایت‌ها برای دستیابی تصادفی امکان‌پذیر نیست. برخلاف حافظه‌های اصلی که با قطع برق داده‌های موجود در آن‌ها از بین می‌روند، اطلاعات موجود در این حافظه‌ها با قطع جریان برق باقی می‌مانند. این حافظه‌ها از عناصر غیر الکترونیکی ساخته شده‌اند و نسبت به حافظه‌های اصلی ارزان‌تر و کندتر هستند.

علت‌های استفاده از حافظه‌های جانبی عبارت‌اند از:

- محدود بودن ظرفیت حافظه‌های داخلی
- گران بودن رسانه‌های ذخیره‌سازی سریع
- عدم نیاز به ذخیره‌ی تمام داده‌ها در حافظه‌های اصلی
- نامانا بودن بیشتر حافظه‌های داخلی
- قابلیت جابه‌جایی حافظه‌های جانبی

انواع حافظه‌های جانبی را از نظر فناوری ساخت می‌توان به چهار دسته‌ی زیر تقسیم کرد:

- **فناوری الکترومکانیکی**: کارت و نوار منگنه‌شدنی
- **فناوری الکترومغناطیسی**: نوار مغناطیسی و دیسک مغناطیسی
- **فناوری الکترواپتیک**: دیسک نوری
- **فناوری نیمه‌هادی**: حافظه‌های جانبی قابل حمل

۴-۴-۱ فناوری الکترومکانیکی: کارت و نوار منگنه‌شدنی

کارت و نوار کاغذی می‌تواند محلی برای انتقال و ذخیره‌سازی داده‌ها باشد. داده‌ها به وسیله‌ی دستگاه‌ها و با استاندارد خاص روی کارت یا نوار کاغذی منگنه می‌شوند. استفاده از کارت و نوار کاغذی تقریباً منسوخ شده است و فقط در موارد خاصی مانند تصحیح سؤالات چند جوابی آزمون‌های مختلف استفاده می‌شوند. نمونه‌ای از کارت‌های منگنه را در شکل ۴-۲۶ مشاهده کنید.

شکل ۴-۲۶ نمونه‌ی کارت‌های منگنه‌شده

۲-۴-۴ فناوری الکترومغناطیسی: نوار مغناطیسی و دیسک مغناطیسی

• نوار مغناطیسی

نوار مغناطیسی(شکل ۲۷-۴)، یک نوار پلاستیکی است که روی آن با لایه‌ی فرومغناطیس پوشانده شده است و رسانه‌ی مناسبی برای پردازش ترتیبی برنامه‌های کاربردی و یا پردازش ترتیبی داده‌ها، مانند موسیقی یا فیلم است. نوارها به صورت فشرده‌اند و شرایط محیطی مختلف را به‌خوبی تحمل می‌کنند. در این نوارها داده‌ها به صورت ترتیبی قابل دستیابی هستند و حمل و انتقال و نگهداری آن‌ها ساده است و ارزان‌تر از انواع دیسک‌ها هستند. امروزه از نوارها تنها برای آرشیو و بایگانی داده‌ها استفاده می‌شود. به عبارت دیگر نوارها یکی از انواع حافظه‌های نوع سوم به شمار می‌آیند.

شکل ۲۷-۴ نوار مغناطیسی

• دیسک مغناطیسی

در سال ۱۹۵۷ شرکت آی بی ام اولین دیسک ذخیره‌سازی به نام دیسک ثابت RAMAC[1] را تولید کرد که شامل ۵۰ صفحه‌ی ذخیره‌ساز بود. ظرفیت این ذخیره‌ساز در حدود ۵ مگابایت بود که در آن زمان ظرفیت بالایی به شمار می‌رفت. اندازه‌ی قطر این ذخیره‌ساز ۲۴ اینچ بود. شرکت آی بی ام اولین رایانه‌ی خود را که دارای دیسک سخت بود با نام RAMAC 305

1. Random Access Method of Accounting and Control

شکل ۲۸-۴ نمونه‌ای از فلاپی دیسک و دیسک‌گردان آن

تولید کرد و این رایانه در بازی‌های المپیک ۱۹۶۰ برای محاسبه و ذخیره‌ی نتایج مسابقات ورزشی به کار رفت.

در سال ۱۹۶۲ بسته‌های دیسک قابل حمل تولید و کاربرد آن توسعه پیدا کرد، که به آن فلاپی دیسک می‌گفتند (شکل۲۸-۴). تلاش طراحان برای کوچک کردن اندازه‌ی این دیسک‌ها باعث شد تا در سال ۱۹۷۱ اولین دیسکت ۸ اینچی به بازار بیاید.

در اواسط دهه‌ی ۱۹۸۰ همه‌ی کاربران رایانه حضور دیسک سخت را به عنوان یک ذخیره‌ساز ثانویه‌ی استاندارد در رایانه‌های شخصی پذیرفتند و امروزه ظرفیت این ذخیره‌سازها هزاران برابر نمونه‌های اولیه است.

روش دستیابی به داده‌ها در این حافظه‌ها به صورت مستقیم است و به همین دلیل به آن‌ها DASD[1] گفته می‌شود . به این نوع دیسک‌ها در ابتدا دیسک ثابت می‌گفتند. با گذشت زمان و به منظور تمایز آن‌ها با فلاپی دیسک‌ها، به دیسک سخت معروف شدند. در شکل‌های ۲۹-۴ و ۳۰-۴ نمونه‌هایی از دیسک سخت را مشاهده کنید. برای کاربران خانگی دیسک سخت برای نگهداری فیلم‌ها، موسیقی و عکس‌ها به کار می‌رود و به طور معمول کاربران عادی سیستم‌های امروزی به فضای ذخیره‌سازی حدود ۱۲۰ تا ۲۵۰ گیگابایت نیاز دارند.

• اجزای دیسک سخت

دیسک‌های سخت دارای یک یا چند صفحه[2] به عنوان محیطی برای نگهداری مواد مغناطیسی هستند. در این حافظه‌ها، لایه‌ی مغناطیسی بر روی یک یا چند دیسک شیشه‌ای یا آلومینیومی قرار می‌گیرند. سپس سطح این صفحه‌ها به خوبی صیقل داده می‌شود. هر کدام از این

1. Platter
2. Direct Access Storage Deviee

شکل ۲۹-۴ نمای داخلی دیسک سخت

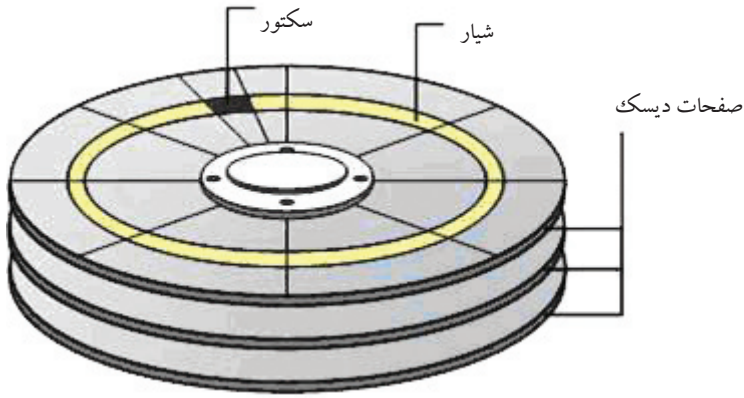
دیسک‌ها امروزه ظرفیت نگهداری صدها گیگابایت داده را دارد. این صفحات با سرعت ۵۴۰۰ تا ۷۲۰۰ و ۱۰۰۰۰ دور در دقیقه می‌چرخند که در دیسک‌های سخت حرفه‌ای به ۱۵۰۰۰ دور در دقیقه نیز می‌رسد و هدهای خواندن و نوشتن در بالا و پایین این صفحات قرار می‌گیرند که

شکل ۳۰-۴ نمای نمونه‌ای از دیسک سخت

می‌تواند داده‌ها را با سرعت مناسب انتقال دهند. هد خواندن و نوشتن می‌تواند در طول شعاع دیسک حرکت کند و هسته‌ی الکترومغناطیس بسیار ریزی را در سر خود دارد که با استفاده از آن می‌تواند داده‌ها را بخواند و یا داده‌های جدید را روی دیسک بنویسد. هدهای خواندن و نوشتن گران‌ترین قسمت دیسک سخت هستند و زمانی که جریان برق دیسک سخت قطع می‌شود، این هدها در مکان مخصوص قرار می‌گیرند. با این کار در زمان جابه‌جایی و لغزش دیسک سخت، به دیسک و هدها آسیبی وارد نمی‌شود (شکل ۳۱-۴).

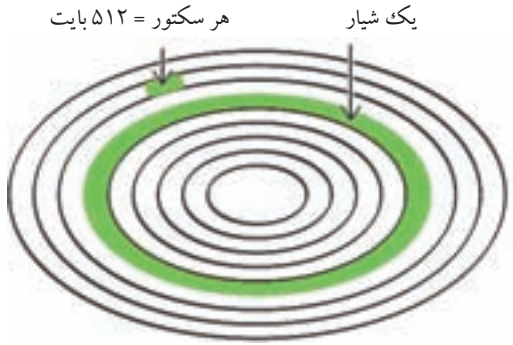
شکل ۳۱-۴ هد خواندن و نوشتن در دیسک سخت با دو صفحه

هر صفحه از دیسک سخت را به تعدادی دایره هم مرکز تقسیم می‌کنند و به فاصله‌ی ایجاد شده بین هر دو دایره‌ی مجاور، شیار[1] می‌گویند(شکل ۳۲-۴). برای دسترسی آسان به هر شیار یک شماره اختصاص داده می‌شود. در دیسک‌های سخت که چند صفحه روی هم قرار می‌گیرند و شیارهای هم شماره با هم تشکیل یک استوانه[2] را می‌دهند که به آن سیلندر گفته



شکل ۳۲-۴ سکتور، شیار و سیلندر در صفحات مختلف دیسک سخت

1.Track
2.Cylinder



شکل ۳۳-۴ شیارها و سکتورهای دیسک سخت

می‌شود. تعداد شیارها در فلاپی دیسک‌ها حدود ۸۰ عدد و در دیسک‌های سخت به ۱۰۰۰ عدد هم می‌رسد.

هر شیار را برای دستیابی سریع‌تر و آدرس‌دهی آسان‌تر به واحدهای کوچک‌تر تقسیم می‌کنند که به آن‌ها سکتور[1] یا قطاع می‌گویند. سکتور کوچک‌ترین واحد از تقسیم‌بندی دیسک سخت است که توانایی ذخیره‌ی داده‌ها را تا ۵۱۲ بایت دارد(شکل ۳۳- ۴).

همان‌طور که گفته شد روش دسترسی به خانه‌های دیسک سخت به صورت دستیابی مستقیم است. به این منظور در دیسک سخت از سه عدد شامل شماره‌ی هد، شماره‌ی سیلندر و شماره‌ی سکتور استفاده می‌شود. با هر درخواست، شماره‌ی هد مشخص می‌کند که کدام هد باید داده را بخواند یا بنویسد، شماره‌ی سیلندر و شماره‌ی سکتور کمک می‌کند تا هد دستگاه اولین خانه در سکتور مورد نظر را پیدا کند. سپس هد دستگاه، آن سکتور خاص را به صورت ترتیبی جستجو می‌کند، تا به مکان مورد نظر دست پیدا کند، در این زمان خواندن یا نوشتن در آن خانه از دیسک آغاز می‌شود.

اطلاعات ذخیره شده روی دیسک سخت در قالب مجموعه‌ای از فایل[2]ها ذخیره می‌شوند. مجموعه‌ای از بایت‌ها که به نوعی در آن‌ها اطلاعاتی مرتبط به هم ذخیره شده است را فایل می‌نامند. به دلیل نیاز به بازیابی و دسترسی سریع کاربر و سیستم‌عامل به داده‌های فایل‌ها برای آن‌ها نام می‌گذارند و به طور معمول هر فایل دارای یک ساختار درونی مشخص است. برای اجرای هر برنامه و یا هر درخواست دیگر، در صورتی که پردازنده فایلی را نیاز داشته باشد، دیسک سخت اطلاعات آن فایل را بازیابی و آن‌ها را برای استفاده‌ی پردازنده ارسال خواهد کرد.

1. Sector
2. File

فایل‌ها به بخش‌های کوچک‌تر تقسیم می‌شوند و دیسک سخت داده‌های هر فایل را در تعدادی سکتور قرار می‌دهد. در زمان بازیابی داده‌های یک فایل، دانستن این‌که فایل مورد نظر در چه سکتورهایی ذخیره شده‌اند بسیار مهم است. برای این‌که بتوان به سکتورهای به کار رفته برای نگهداری هر فایل به راحتی دسترسی پیدا کرد و از دست نروند از یک سیستم‌فایل استفاده می‌شود.

سیستم‌فایل بخشی از سیستم‌عامل است و دیسک سخت براساس توانایی‌ها و نوع طراحی آن سیستم‌فایل، ساختاردهی می‌شود که به آن فرمت (FORMAT) گویند. در سیستم‌عامل‌های قدیمی DOS و ویندوز از سیستم‌فایل FAT32 و در ویندوزهای ۲۰۰۰، NT و XP علاوه بر سیستم‌فایل FAT32 از NTFS نیز استفاده می‌شود. سیستم‌فایل برای سازماندهی فایل‌ها و حتی پوشه‌ها در ذخیره‌سازهای جانبی مانند دیسک سخت و دیسک فلاپی به کار برده می‌شود. برای کسب اطلاعات بیشتر در مورد فرمت دیسک به کتاب «سیستم‌عامل (جلد اول) مراجعه کنید.

مطالعه‌ی آزاد

در سیستم‌فایل FAT32 امکان کدگذاری، فشرده‌سازی(در درس سیستم‌عامل با این موارد آشنا شده‌اید.) و تخصیص فضا در دیسک سخت وجود ندارد و کاربر فقط می‌تواند فایل یا پوشه‌ی مورد نظر خود را به اشتراک بگذارد. یکی از مشکلات مهم امنیتی درسیستم‌فایل FAT16 و FAT32 عدم توانایی در تعریف سطوح مجوز دسترسی به فایل‌ها و پوشه‌هاست که این امر می‌تواند به عنوان یکی از دلایل ناکارآمدی و غیر قابل اطمینان بودن این سیستم‌ها در شبکه باشد. بر همین اساس شرکت مایکروسافت سیستم‌فایل جدیدی تحت عنوان NTFS ایجاد کرد که از یک ساختار ۶۴بیتی پشتیبانی می‌کند، از این‌رو کاربران می‌توانند فایل‌هایی با طول نام ۲۵۶ کاراکتر ایجاد کنند. این سیستم‌فایل به همراه نخستین نسخه‌ی Windows NT عرضه شد. سیستم‌فایل NTFS نسبت به سیستم‌فایل‌های FAT16 و FAT32 دارای مزایای زیادی است، به همین دلیل کاربران دیسک‌گردان دیسک‌های خود را به این روش فرمت می‌کنند.

مزایای سیستم‌فایل NTFS عبارت‌اند از:

- **پشتیبانی از استاندارد Hot Fixing**: با استفاده از این استاندارد به شناسایی خودکار و علامت زدن سکتورهای خراب موجود در دیسک سخت پرداخته، و

از آن‌ها برای ذخیره‌ی اطلاعات استفاده نمی‌کند. در سیستم‌فایل FAT پیدا کردن سکتورهای خراب به صورت خودکار صورت نمی‌گیرد.

- **بازیابی اطلاعات حذف شده از دیسک سخت:** ساختار اصلی NTFS بر اساس Master File Table است، به این صورت که چندین نسخه از قسمت‌های مهم این جدول را نگهداری می‌کند تا احتمال از دست دادن داده‌ها بسیار کم شود و در صورت چنین اتفاقی باز هم قابلیت بازیابی دارد.
- **امنیت (Security) بیشتر:** با امکان تعیین سطح دسترسی کاربران مجاز، این نوع تقسیم‌بندی، از سیستم امنیتی بالایی برخوردار است. بدین معنی که کاربر امکان ایجاد امنیت، برای فایل‌ها و پوشه‌های خود را تا حد جلوگیری از پاک کردن و تغییر فایل‌های خود توسط دیگران را داراست.
- **سرعت بالا در خواندن اطلاعات.**
- **فشرده سازی بهتر** با استفاده از Disk Compression برای استفاده‌ی بهتر از فضای دیسک، نسبت به سیستم‌فایل‌های دیگر.
- **رمز نگاری فایل‌ها (File Engryption)** برای استفاده‌ی کاربران خاص از داده‌ها
- **امکان ذخیره‌سازی فایل‌های بزرگ‌تر از ۴ گیگابایت در دیسک.**
- **امکان فرمت پارتیشن‌های بزرگ‌تر از ۳۲ گیگا بایت.**

NTFS در ویندوزهای قدیمی‌تر از جمله ۹۵، ۹۸ و ME قابل شناسایی و پشتیبانی نیست.

دیسک سخت و نوار مغناطیسی از امکانات ذخیره‌سازی مغناطیسی یکسانی استفاده می‌کنند. در این حافظه‌های جانبی می‌توان به سادگی داده‌ها را حذف یا بازنویسی کرد. داده‌های ذخیره شده روی هر یک از رسانه‌های فوق ماندگاری بسیاری دارند.

طراحی‌های جدید دیسک سخت به طور دائم در حال توسعه هستند و هر نسل جدید، دارای ظرفیت بیشتری است. برای افزایش ظرفیت فضای هر دیسک سخت باید چگالی مغناطیسی سطح دیسک بیشتر شود، در این صورت می‌توان مقدار بیشتری داده را روی سطح دیسک ذخیره

کرد. هرگاه ظرفیت ذخیره‌سازی داده‌ها بالاتر می‌رود و روی سطوح دیسک داده‌های بیشتری ذخیره شود، باید حساسیت هد خواندن و نوشتن نیز بالاتر رود. در صورتی که هم چگالی سطح مغناطیسی و هم حساسیت هد خواندن و نوشتن یک دیسک ارتقا یابد، آنگاه در یک رفت و برگشت هد، داده‌های بیشتری خوانده و یا نوشته می‌شوند و این یعنی سرعت انتقال داده‌ها در این دیسک سخت افزایش یافته است.

۴-۴-۳ فناوری الکترواپتیک: دیسک نوری

با ورود نرم‌افزارهای چند رسانه‌ای و بزرگ شدن نرم‌افزارهای کاربردی، شرکت‌های تولید کننده مجبور بودند برای عرضه‌ی محصولات خود از چندین دیسک فلاپی استفاده کنند. به عنوان مثال بسته‌ی نرم‌افزاری Office نسخه‌ی چهارم، روی ۳۱ عدد دیسک فلاپی به بازار آمد که هم تعداد زیاد دیسک‌ها قیمت را بالا می‌برد و هم نصب و راه‌اندازی نرم‌افزار مورد نظر کار ساده‌ای نبود. بنابراین، نیاز به فناوری جدیدی برای ساخت دیسک‌هایی با ظرفیت بالاتر و قابل جابه‌جایی احساس شد.

الف) دیسک فشرده (لوح فشرده)

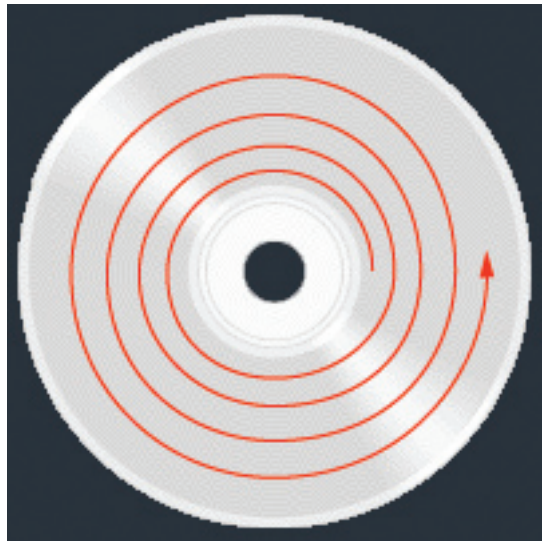
در این زمان رسانه‌های ذخیره‌سازی دیسک فشرده[1] توانست به عنوان محیط ذخیره‌سازی استاندارد برای جابه‌جایی حجم بالای اطلاعات مطرح شود. این رسانه‌های ذخیره‌ساز در زمینه‌های موسیقی، فیلم و نرم‌افزار، کاربرد فراوان دارند و شرکت‌ها، برای توزیع حجم بالایی از اطلاعات در بسته‌های معتبر از این رسانه‌ها بهره می‌برند. در این دیسک‌ها از نور لیزر برای خواندن و نوشتن داده‌ها استفاده می‌شود، به همین دلیل به آن‌ها دیسک نوری می‌گویند(شکل ۳۴-۴).

شکل ۳۴-۴ دیسک فشرده

همان‌طور که مشاهده کردید در دیسک سخت، داده‌ها بر روی شیارهای هم‌مرکزی قرار می‌گیرند که هرکدام از این شیارها به بخش‌هایی به نام سکتور تقسیم می‌شوند و داده‌ها در این سکتورها ذخیره می‌شوند. در دیسک سخت، صفحات آن با سرعت ثابتی می‌چرخند و هد دستگاه با حرکت در عرض دیسک به همه‌ی داده‌ها دسترسی پیدا می‌کند.

در دیسک فشرده سطح دیسک را با شیارهای مارپیچ (شکل ۳۵-۴) که از مرکز شروع

1. Compact Disk (CD)



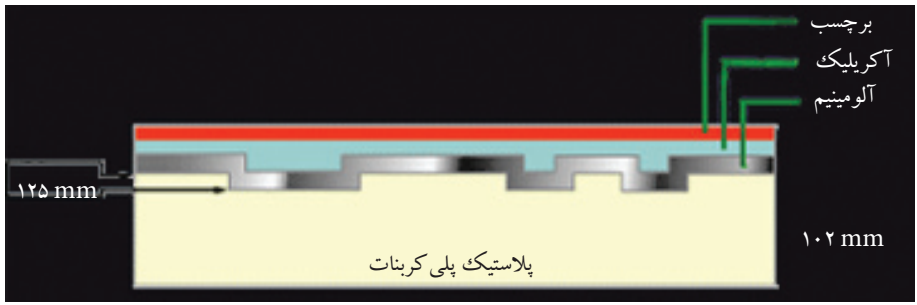
شکل ۳۵-۴ شیار دیسک فشرده

می‌شود و به سمت خارجی دیسک ادامه می‌یابد ساختاردهی می‌کنند. این شیار را به سکتورهای مساوی[1] تقسیم می‌کنند. هر قدر هد دستگاه به سمت خارج دیسک فشرده برود تعداد سکتورهای حافظه بیشتر می‌شود. بنابراین، سرعت چرخش دیسک نوری مانند دیسک سخت ثابت نیست و باید سرعت چرخش دیسک فشرده در زمانی که هد دستگاه به سمت بیرون آن در حرکت است به نسبت زمانی که به سمت مرکز در حرکت است کندتر باشد. در واقع سرعت چرخش دیسک فشرده بستگی دارد به این‌که هد دستگاه در کجا قرار دارد.

• لایه‌های دیسک فشرده

دیسک فشرده از چندین لایه ایجاد می‌شود. پایین‌ترین لایه که زیرلایه‌ی دیسک نامیده می‌شود از جنس پلاستیک است که به طور معمول نوعی پلی‌کربنات است. مقاومت هر دیسک فشرده بیشتر به مقدار پلاستیک پلی‌کربنات تزریقی در آن بستگی دارد. سطح بالایی این لایه حاوی تورفتگی‌ها و بخش‌های مسطحی است که داده‌های مبنای دو را نگهداری می‌کند. بالاتر از این لایه، یک لایه‌ی فلزی و اغلب آلومینیومی بسیار نازک که عمل بازتاب اشعه‌ی لیزر را انجام می‌دهد قرار دارد و در نهایت یک لایه‌ی بسیار نازک وجود دارد که نقش محافظتی را برعهده دارد. در بسیاری از دیسک‌های فشرده یک لایه به عنوان برچسب نیز قرار می‌گیرد (شکل ۳۶-۴).

1. Zone Bit Recording (ZBR)



شکل ۳۶-۴ لایه‌های دیسک فشرده

زمانی که نور لیزر به سطح دیسک فشرده تابیده می‌شود، هنگام برخورد با فرورفتگی‌ها و بخش مسطح دیسک، منعکس می‌شود. نوری که به فرورفتگی‌ها برخورد می‌کند در بازگشت، مسیر کوتاه‌تری به نسبت نور منعکس شده از بخش مسطح می‌پیماید و همین تفاوت مبنای تشخیص صفر و یک بودن داده‌هاست (شکل ۳۷-۴).

شکل ۳۷-۴ فرورفتگی‌های دیسک فشرده

دو نوع دیسک فشرده وجود دارد که از نظر فناوری ذخیره‌ی داده با یکدیگر متفاوت هستند.

CD-R[1]**:** در این نوع دیسک فشرده، داده‌ها یک‌بار نوشته می‌شوند و بعد از آن قابل تغییر و یا بازگشت به حالت اولیه نیستند.

CD-RW[2]**:** این نوع دیسک فشرده امکان ذخیره و نوشتن مجدد داده را فراهم می‌کند و در واقع می‌توان بیشتر از چند صدبار داده‌ها را روی آن ذخیره کرد. البته برای نوشتن مطالب جدید ابتدا باید لایه‌ی قبلی از بین برود.

ب) دیسک ویدئویی همه‌کاره (DVD)[3]

طی چند سال گذشته برای عرضه‌ی فیلم‌ها با کیفیت بسیار بالا نسخه‌ای از دیسک‌های فشرده

1. Compact Disk-Recordable
2. Compact Disc - ReWritable
3. Digital Video Disk or Digital Versatile Disk(DVD)

طراحی شد که به آن دیسک ویدئویی همه‌کاره (DVD) می‌گویند. به دلیل هزینه‌ی پایین تولید این رسانه‌ی ذخیره‌سازی جدید نوری، امروزه بیشتر فیلم‌ها با کیفیت و حجم بالا روی این رسانه به بازار عرضه می‌شوند.

دیسک ویدئویی بسیار شبیه دیسک فشرده است ولی گنجایش بسیار بالایی برای ذخیره‌ی داده‌ها دارد. در واقع یک دیسک ویدئویی استاندارد بیش از هفت برابر دیسک فشرده‌ی نوری ظرفیت دارد. دیسک‌های ویدئویی از چند لایه‌ی پلاستیکی پلی‌کربنات ساخته می‌شوند و بعد از هر لایه‌ی پلاستیکی، یک لایه‌ی فلزی برای انعکاس نور لیزر ایجاد می‌شود. بعد از ساخته شدن تمامی لایه‌ها، هر کدام با یک لایه‌ی محافظ پوشانده می‌شوند و در نهایت با استفاده از نور مادون قرمز به هم فشرده‌تر می‌شوند.

دیسک‌های ویدئویی در دو قالب یک طرفه[1] و دو طرفه[2] تولید می‌شوند و در هر طرف می‌توان آن‌ها را به صورت تک لایه[3] و یا دو لایه[4] تولید کرد.

دیسک‌های ویدئویی از نظر فناوری ذخیره‌ی داده‌ها در دو نوع زیر هستند:

- **DVD–R:** امکان ذخیره و نوشتن داده را یک‌بار به کاربر می‌دهد و قابل تغییر و یا بازگشت به حالت اول نیست.
- **DVD–RW:** امکان ذخیره و نوشتن مجدد داده را بیش از چندصد بار به کاربر می‌دهد.

دیسک‌های ویدئویی از نظر دستیابی به داده‌ها می‌توانند به روش دستیابی تصادفی طراحی شوند که به آن DVD–RAM می‌گویند. اما همان گونه که می‌دانید به دلیل استفاده از دیسک‌های ویدئویی برای ذخیره‌ی فیلم، طراحی آن‌ها به صورت دستیابی ترتیبی نیز می‌تواند باشد که به آن‌ها DVD–ROM و یا DVD–R می‌گویند.

• دیسک‌گردان‌های دیسک‌های نوری

هر ذخیره‌ساز جانبی برای نوشتن و یا خواندن اطلاعات به دستگاهی به نام دیسک‌گردان نیاز دارد. دیسک فشرده و دیسک ویدئویی هر کدام دیسک‌گردان‌های خاص خود را برای خواندن و نوشتن دارد.

در گذشته کاربران اغلب به استفاده از دیسک‌های فشرده‌ی آماده و تهیه شده توسط شرکت‌های مختلف نیاز داشتند. به همین دلیل دیسک‌گردان‌های تولید شده تنها قابلیت خواندن اطلاعات را داشتند و به نام CD ROM معروف شدند. اما با گذشت زمان و افزایش

1. Single Side
2. Double Side
3. Single Layer
4. Double Layer

داده‌های کاربران و ایجاد قابلیت‌های بیشتر در سیستم‌های نرم‌افزاری، دیسک‌گردان‌هایی با توانایی خواندن و نوشتن داده‌ها در اختیار کاربران قرار گرفت که به آن‌ها CD ReadWrite و یا به اختصار CDRW می‌گویند.

هر دیسک‌گردان دیسک فشرده دارای چند بخش اصلی است:

- یک موتور که باعث چرخش دیسک می‌شود.
- یک سیستم لیزر و لنز که انعکاس نور لیزر از سطح دیسک فشرده را دریافت می‌کند و داده‌های موجود بر روی دیسک فشرده را می‌خواند.
- یک مکانیزم ردیابی برای این‌که پرتو لیزر قادر به دنبال کردن شیارهای حلزونی روی دیسک فشرده باشد.

دیسک‌گردان‌های دیسک ویدئویی نیز مانند دیسک‌گردان دیسک‌های فشرده عمل می‌کنند و البته هرکدام از آن‌ها این قابلیت را دارند که دیسک‌های فشرده را نیز بخوانند و یا بنویسند. دیسک‌گردان‌های دیسک ویدئویی نیز دارای دو نوع زیر هستند:

- **DVD–R :** فقط برای خواندن اطلاعات
- **DVD–RW :** هم برای خواندن و هم برای نوشتن اطلاعات (شکل ۳۸-۴)

شکل ۳۸-۴ DVD–RW

ج) Blu-Ray Disk (BD)

نام Blu–Ray از عبارت Blue Violet Laser (لیزر ماورای‌بنفش) گرفته شده است که برای خواندن و نوشتن بر روی یک نوع دیسک به همین نام استفاده می‌شود. یکی از مزایای استفاده از لیزرهای ماورای‌بنفش قابلیت ذخیره‌سازی داده‌ی بیشتر بر روی دیسک‌های نوری است.

دیسک بلو-ری (Blu–Ray) با قطر ۱۲ سانتی‌متر و به صورت تک لایه قادر به نگهداری ۲۵ گیگابایت اطلاعات است. و در صورت استفاده از دیسک‌های دو لایه می‌توان تا ۵۰ گیگابایت اطلاعات را در آن‌ها ذخیره کرد(شکل ۳۹-۴).

شکل ۳۹-۴ دیسک‌گردان بلو ـ ری

دیسک‌های بلو ـ ری دارای دو نوع هستند:

ـ **BD–R**[1] **:** تنها یک‌بار در آن نوشته می‌شود و سپس فقط می‌توان اطلاعات را از آن خواند و قابلیت تغییر داده‌ها یا برگرداندن آن را به حالت اول ندارد.

ـ **BD–RE**[2] **:** می‌توان اطلاعات را چندین بار روی آن نوشت و یا اطلاعات آن را پاک کرد.

تمامی دیسک‌گردان‌ها در قسمت پشت خود یک کانکتور برای برق، یک کانکتور برای اتصال به برد اصلی با استفاده از رابط‌های مختلف(IDE، SATA و SCSI)، تعدادی جامپر برای تنظیم Master و Slave در رابط‌های IDE و تنظیم شماره‌ی LUN در رابط‌های SCSI دارند. واسط‌ها نحوه‌ی اتصال دیسک‌گردان به برد اصلی را مشخص می‌کنند. چند نوع واسط برای این ارتباط عبارت‌اند از:

ـ SCSI

ـ IDE (ATA) و EIDE

ـ SATA

ـ USB

۴-۴-۴ فناوری نیمه‌هادی ـ رسانه‌های ذخیره‌سازی قابل حمل[3]

برخی از حافظه‌های جانبی دارای این ویژگی مهم هستند که می‌توان آنان را به‌راحتی جابه‌جا نمود و از داده‌های ذخیره شده روی آن‌ها در مکان‌های متفاوتی استفاده کرد. به این نوع از حافظه‌ها، حافظه‌های قابل حمل گفته می‌شود . فناوری ایجاد حافظه‌های قابل حمل از گذشته تاکنون دست‌خوش تحولات فراوانی شده است و فناوری‌های متعددی به منظور تولید رسانه‌های

1. Blu-Ray Disk-Read
2. Blu-Ray Disk-Read/Erase
3. Removable Memory

ذخیره‌سازی قابل حمل ایجاد شده است. امروزه می‌توان روی این نوع از حافظه‌ها (دیسک، کاست، کارت و ...) صدها مگابایت و یا چندین گیگابایت اطلاعات را ذخیره کرد.

• کاربردهای حافظه‌های قابل حمل

ـ عرضه و جابه‌جایی نرم‌افزارهای تجاری
ـ تهیه‌ی نسخه‌ی پشتیبان (Backup) از اطلاعات مهم
ـ انتقال داده‌ها و اطلاعات بین دو یا چند رایانه
ـ بایگانی و ذخیره‌ی نرم‌افزار و یا اطلاعاتی که از آن‌ها به طور دائم استفاده نمی‌شود .
ـ ایمن‌سازی داده‌هایی که ضرورت ندارد سایر افراد به آنان دستیابی داشته باشند.

رسانه‌های ذخیره‌سازی قابل حمل را می‌توان به سه گروه عمده تقسیم کرد :

ـ **حافظه‌های مغناطیسی:** مانند فلاپی دیسک یا نوار مغناطیسی
ـ **حافظه‌های نوری:** مانند CD، DVD و BD
ـ **حافظه‌های نیمه‌هادی Solid state**

حافظه‌های مغناطیسی و حافظه‌های نوری در قسمت‌های قبلی گفته شده‌اند. اما حافظه‌های نیمه‌هادی Solid state امروزه کاربرد فراوان پیدا کرده است و در ادامه به آن پرداخته می‌شود.

• حافظه‌های فلش

استفاده از حافظه‌های فلش (شکل ۴۰-۴) روشی سریع و آسان برای افزایش فضای ذخیره‌سازی در اختیار کاربران قرار می‌دهند. این نوع دستگاه‌ها با استفاده از ویژگی‌های Plug & Play به سادگی و از طریق یک درگاه USB به رایانه متصل می‌شود. زمانی که رایانه روشن است می‌توان یک حافظه‌ی فلش را به درگاه USB متصل و یا از آن جدا کرد.

پس از اتصال حافظه‌ی فلش به درگاه USB رایانه و شناسایی آن توسط سیستم‌عامل

شکل ۴۰-۴ حافظه‌ی فلش با ظرفیت ۳۲ گیگابایت

و نصب نرم‌افزارهای ضروری، می‌توان به سادگی فایل‌های مورد نظر را روی آن ذخیره کرد. قدرت حافظه‌های فلش برگرفته از درگاه‌های USB است. از حافظه‌ی فلش USB به منظور اشتراک اطلاعات بین رایانه‌ها و استفاده از فایل‌ها و اسناد مورد نظر در منزل و یا محل کار استفاده می‌شود. حافظه‌های فلش دارای ظرفیت‌های متفاوتی بوده و می‌توانند تا چندین گیگابایت باشند.

نحوه‌ی استفاده از حافظه‌های فلش، همانند دیسک سخت قابل حمل بوده و پس از اتصال آن‌ها به درگاه USB رایانه امکان استفاده از آن فراهم می‌شود. در این رابطه به کابل‌های اضافه و یا آداپتور خاصی نیاز نیست.

- **حافظه‌های نیمه‌هادی(Solid state)**

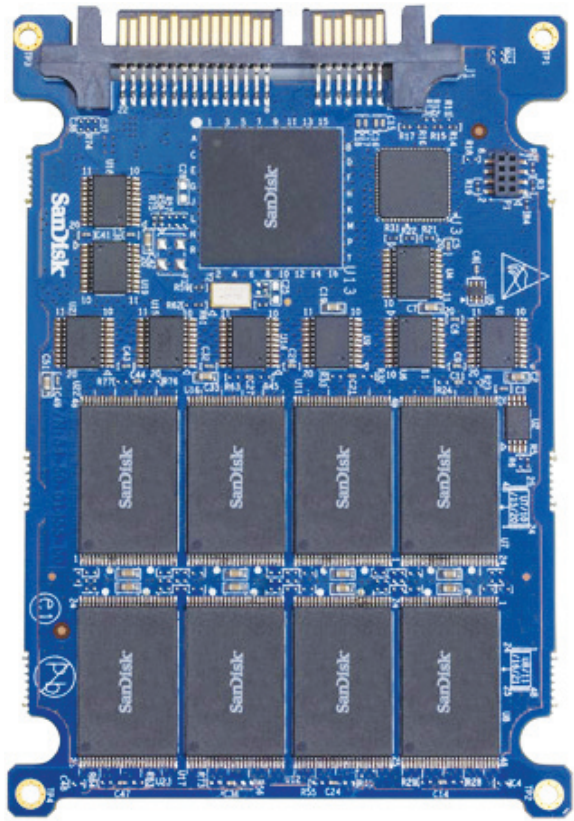
نیمه‌هادی‌ها(Solid state) یک فضای ذخیره‌سازی برای اطلاعات است که از نیمه‌رساناهای حالت جامد ساخته می‌شوند. حافظه‌ی فلش از جدیدترین دستگاه‌های ذخیره‌سازی اطلاعات است که از این فناوری بهره می‌برد. سلول‌های حافظه‌ی استفاده شده در این نوع دستگاه‌ها از نوع نیمه‌هادی بوده و می‌توان هزاران بار اطلاعاتی را روی آن نوشت و یا حذف کرد (شکل ۴-۴۱).

حافظه‌های نیمه‌هادی[1]، از متداول‌ترین نوع حافظه‌های قابل حمل هستند که از آن‌ها در دستگاه‌های کوچکی نظیر دوربین‌های دیجیتال، رایانه‌های دستی PDA و یا حافظه‌ی فلش استفاده می‌شود.

در چند سال گذشته افزایش حجم ذخیره‌سازی و کاهش قیمت دیسک‌های سخت، باعث کاربرد فراوان و محبوبیت آن‌ها شده است، در صورتی که کارایی پایین، آسیب پذیری در مقابل صدمات فیزیکی، مصرف توان بالا و ابعاد بزرگ این نوع حافظه‌ها، موجب شده تا با استفاده از فناوری نیمه‌هادی و توسعه‌ی آن، راهکار جدیدی برای جبران این کمبودها عرضه شود. رسانه‌های ذخیره‌سازی SSD یکی از این محصولات جدید هستند.

حافظه‌هایSSD وسیله‌ای برای ذخیره‌سازی داده‌هاست که برای نگهداری اطلاعات و فایل‌های کاربران و جابه‌جایی برنامه‌های کاربردی رایانه، همانند دیسک‌های سخت به کار برده می‌شوند. این حافظه برای ذخیره‌سازی اطلاعات از تعدادی تراشه‌ی حافظه‌ی فلش استفاده می‌کنند که درکنار هم و روی یک برد قرار می‌گیرند (شکل ۴-۴۱).

1. Solid State Drive(SSD)



شکل۴۱-۴ حافظه‌ی نیمه‌هادی و مجموعه‌ای از تراشه‌های حافظه‌ی فلش

همان‌طور که قبلاً گفته شد، حافظه‌های فلش نوعی حافظه‌ی EEPROM است که در آن‌ها دسترسی به داده‌ها به صورت تصادفی صورت می‌پذیرد. حافظه‌های SSD اطلاعات را مانند حافظه‌های فلش به صورت الکتریکی ذخیره می‌کنند. هیچ قطعه‌ی مکانیکی در حافظه‌های SSD وجود ندارد، بنابراین به سه دلیل می‌توان گفت که سرعت انتقال داده‌ها به نسبت دیسک سخت بیشتر است:

ـ نیازی به تبدیل اطلاعات از مغناطیسی به الکتریکی و برعکس برای تبادل اطلاعات با اجزای دیگر وجود ندارد.

ـ در دیسک سخت برای خواندن هر داده ابتدا باید زمانی صرف شود تا هد دستگاه به خانه‌ی مورد نظر برسد. ولی به دلیل نداشتن هیچ قطعه‌ی مکانیکی، در حافظه‌های SSD زمان خاصی لازم نیست تا هد دستگاه به محل ذخیره‌ی اطلاعات برسد و داده‌ها به سهولت و سرعت در دسترس هستند.

شکل ۴۲-۴ حافظه‌ی SSD با ظرفیت ۳۲ و ۱۲۸ گیگابایت

ـ دستیابی به داده‌ها در حافظه‌های SSD به صورت تصادفی است و در دیسک سخت به روش مستقیم است.

حافظه‌ی SSD با ظرفیت ۳۲ و ۱۲۸ گیگابایت را در شکل ۴۲-۴ مشاهده کنید.

نکته

در حافظه‌های SSD، داده‌ها در تراشه‌های حافظه ذخیره می‌شوند نه در صفحات دیسک، مانند دیسک سخت، بنابراین استفاده از عبارت دیسک SSD صحیح نیست.

• اجزای حافظه SSD

در حافظه‌های SSD سه قسمت اصلی وجود دارد:

ـ تراشه‌های حافظه‌ی فلش

ـ مدار کنترلر یا SOC[1]

ـ حافظه‌ی میانگیر: که یک چیپ حافظه‌ی SDRAM با توان مصرفی پایین است که برای افزایش سرعت تبادل اطلاعات بین کنترلر و گذرگاه برد اصلی مورد استفاده قرار می‌گیرد. در طراحی این حافظه از گذرگاه SATA به دلیل قابلیت‌ها و سرعت بالای آن استفاده می‌شود.

۴-۵ رابط ذخیره‌سازهای جانبی (Interface)

رابط ذخیره‌سازهای جانبی(مانند دیسک سخت) به مجموعه‌ای از قطعات فیزیکی و منطقی، و قوانین حاکم بر آن‌ها گفته می‌شود که ارتباط دستگاه جانبی با گذرگاه رایانه را برقرار می‌کند.

1. System On a Chip

به طور کلی این رابط‌ها دارای سه بخش هستند:

ـ یک کنترلر که کارهای دیسک سخت را کنترل می‌کند.

ـ یک واسط که دیسک سخت را به برد اصلی وصل می‌کند.

ـ یک کابل که این دو (کنترلر و واسط) را به هم وصل می‌کند.

۴-۵-۱ کنترلر دیسک

دستگاه‌های جانبی هر کدام با طراحی خاص خود و شیوه‌های مختلف تولید می‌شوند و با استفاده از مدارهای الکترونیکی خاص با رایانه ارتباط برقرار می‌کنند. این مدارهای الکترونیکی خاص یا به صورت کارت کنترلر است (شکل ۴۳-۴) و یا روی برد اصلی ایجاد شده است. وجود کنترلر برای ارتباط بین رایانه و حافظه‌های جانبی ضرورت دارد، زیرا داده‌ها در این حافظه‌ها به صورت مغناطیسی نگهداری می‌شوند. در زمان ارسال این داده‌ها به رایانه، کنترلر دیسک باید داده‌های مغناطیسی را به داده‌های دیجیتال (صفر و یک) تبدیل کند. همان‌طور که گفته شد، دیسک‌های سخت با گذشت زمان با افزایش چگالی مغناطیس سطح دیسک و حساسیت هد خواندن و نوشتن، دارای سرعت انتقال داده‌ی متفاوتی شده‌اند، به همین دلیل مدارهای واسط متنوعی نیز طراحی شده است که در قسمت بعدی به بررسی آن‌ها می‌پردازیم.

شکل ۴۳-۴ برد مدار چاپی روی دیسک سخت. کنترلر روی این برد وظیفه‌ی تبدیل داده‌های خوانده شده به داده‌های قابل فهم برای رایانه را دارد.

۴-۵-۲ انواع رابط (Interface)

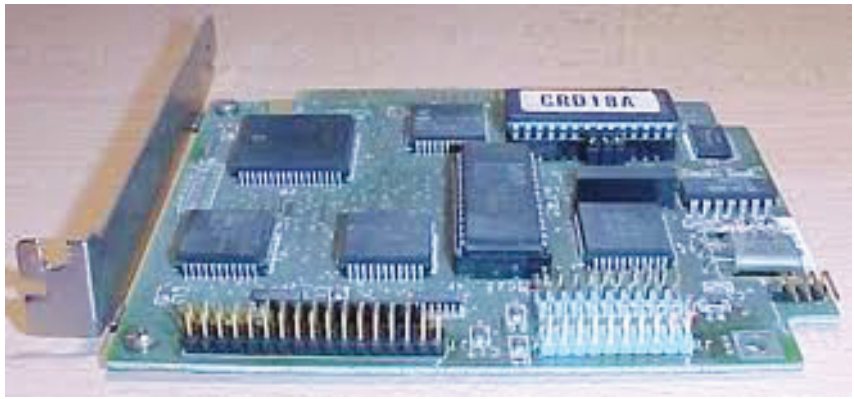
دیسک‌های سخت به طور دائم از نظر ظرفیت ذخیره‌سازی و سرعت انتقال داده‌ها در حال توسعه‌اند و این امر باعث تولید نمونه‌ها و طراحی‌های مختلفی از دیسک سخت شده است که هرکدام برای اتصال به برد اصلی نیاز به کنترلر خاصی دارند. مهم‌ترین عامل تفاوت بین رابط‌های متفاوت، نوع طراحی آن‌هاست. ذخیره‌سازهای جانبی مانند دیسک سخت، دیسک نوری، فلاپی برای ارتباط با رایانه و انتقال داده از رابط‌های متفاوتی استفاده می‌کنند.

اولین رابط دیسک سخت در رایانه (شکل ۴۴-۴) به نام ST-506 بود که امروزه منسوخ شده است. در این رابط تمام بخش‌های الکترونیکی در کارت کنترلر قرار داشت. هنگام ارتباط دیسک سخت با کنترلر، داده به صورت سیگنال‌های آنالوگ ارسال می‌شد. در واقع داده‌ها به صورت صفر و یک ارسال نمی‌شدند و به همین دلیل ارسال داده‌ها با سرعت بالا باعث ایجاد اختلال می‌شد.

برای جلوگیری از اختلال در داده‌ها، سعی شد که در طراحی بعدی داده‌ها به صورت دیجیتال برای برد اصلی ارسال شود. به همین دلیل بخشی از کنترلر را که وظیفه‌اش خواندن داده‌های آنالوگ و تبدیل آن‌ها به داده‌های دیجیتال بود، در خود دیسک قرار دادند. به این ترتیب ارسال داده‌ها به صورت دیجیتال صورت پذیرفت. به این رابط ESDI[1] گفتند (شکل

شکل ۴۴-۴ اولین دیسک سخت در رایانه‌های شخصی به نام ST-506 و کارت‌های رابط آن (بالایی در رایانه‌های XT و پایینی در رایانه‌های AT)

1. Enhanced Small Disk Interface



شکل ۴-۴۵ رابط ESDI

۴-۴۵). رابط ESDI توانست داده‌ها را با سرعت حدود سه مگابایت بر ثانیه ارسال کند.

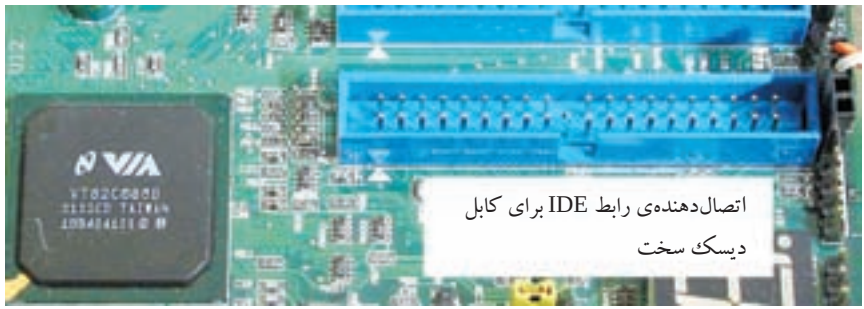
در طراحی رابط‌های بعدی، علاوه بر بخش جداکننده‌ی داده‌ها، بخش کنترلر نیز در خود دیسک قرار گرفت. تنها بخش الکترونیکی مربوط به ارتباط با رایانه، روی رایانه‌ی میزبان (کارت آداپتور) قرار داده شد. می‌توان گفت که کنترلر، دستگاه جانبی را کنترل و سیگنال‌های آن را تولید می‌کند و کارت آداپتور سیگنال‌های کنترلر را برای ارتباط با رایانه تطبیق می‌دهد.

دیسک‌های سخت جدید و سریع، همواره به واسط‌های جدیدی نیاز دارند. به همین دلیل تلاش شده است که واسط‌ها برای انتقال حجم زیاد داده‌ها و با سرعت مناسب ارتقا یابند. دیسک سخت به وسیله‌ی کنترلرهایی که به صورت تراشه روی خودش دارد مدیریت می‌شود (شکل ۴-۴۶). این کنترلرها با واسط‌های مشابه خود که روی برد اصلی نصب شده‌اند ارتباط برقرار می‌کنند. با ارتباط این واسط‌ها به وسیله‌ی کابل مخصوص، داده‌ها را میان سکتورهای دیسک سخت و گذرگاه ورودی/ خروجی انتقال می‌دهند.

شکل ۴-۴۶ کانکتور اسکازی روی دیسک سخت خارجی

• رابط IDE[1]

رابط IDE (شکل ۴۷-۴) در سال ۱۹۸۶ و بر پایه‌ی استاندارد ESDI ایجاد شد و به دلیل این که اولین بار روی بردهای اصلی مدل AT ایجاد شدند به ATA[2] معروف شد. این رابط به دلیل کارایی مناسب تا مدت‌ها با توجه به پیشرفت‌های مختلف بدون رقیب مانده است و نیازهای کاربران و طراحان را برطرف کرده است. همان‌طور که گفته شد، رابط IDE بیشتر بخش‌های الکترونیکی مورد نیاز خود را روی دیسک‌گردان‌ها قرار داده و تنها بخش کوچکی از آن، برای ارتباط با رایانه به عنوان آداپتور IDE روی برد اصلی قرار می‌گیرد. شکل ۴۸-۴ کارت رابط IDE را نشان می‌دهد.

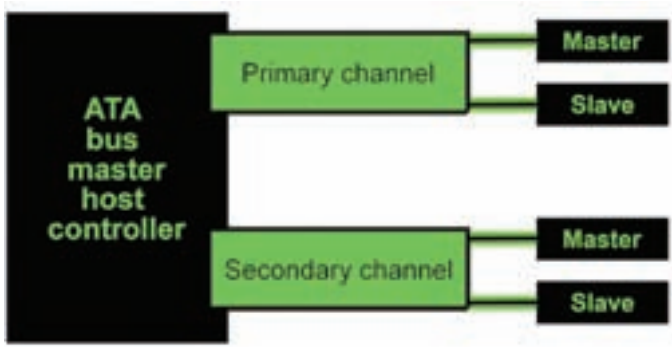


شکل ۴۷-۴ رابط IDE به رنگ آبی

شکل ۴۸-۴ کارت رابط IDE

1.Integrated Drive Electronics
2.AT Attachment

روی بردهای اصلی دو[۱] کانکتور IDE وجود دارد و تعداد این کانکتورها روی کارت‌های رابط IDE بیشتر هم بوده است. هر کانکتور IDE روی برد اصلی و یا روی کارت رابط جانبی در مدل‌های اولیه‌ی IDE، می‌توانند از دو دستگاه IDE پشتیبانی کنند که یکی به عنوان master و دیگری به عنوان slave شناخته می‌شود. بنابراین هر کابل IDE دارای حداکثر سه کانکتور است که یک کانکتور به آداپتور IDE روی برد اصلی و دو کانکتور دیگر را به دستگاه مورد نظر وصل می‌کنند (شکل ۴۹-۴).



شکل ۴۹-۴ کانال‌های کنترلر ATA

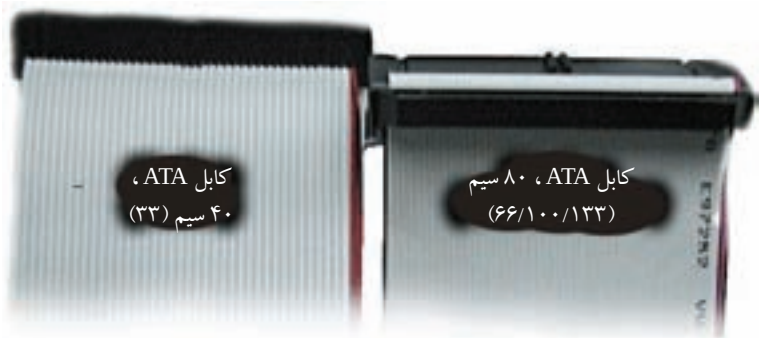
رابط‌های ATA در انواع مختلف و با سرعت‌های متفاوت به بازار عرضه شده است. در حال حاضر نسخه‌های بسیار زیادی از ATA وجود دارد و هر سال هم نسخه‌های جدیدتری معرفی می‌شوند. یکی از ویژگی‌های مهم این رابط‌های جدید قابلیت پشتیبانی از دستگاه‌های قدیمی است. به این معنی که می‌توان یک دیسک نوری بسیار قدیمی را به یک برد اصلی دارای جدیدترین نسخه‌ی ATA وصل کرد و از آن استفاده نمود. برای رسیدن به این قابلیت، رابط‌های IDE باید بتوانند با سرعت نسخه‌های قبلی کار کنند. بنابراین سرعت‌های متفاوت برای انتقال داده‌ها، مشخصه‌ای است که به رابط IDE داده می‌شود، مانند ATA۶۶ ، ATA۱۰۰ ، ATA۱۳۳ و غیره.

کابل IDE در طراحی اولیه یک کابل ۴۰ سیم است. بیشتر دیسک‌های سخت می‌توانند با سرعت ۸۰ مگابایت در ثانیه داده‌ها را انتقال دهند، و اغلب کابل‌های ATA این سرعت را پشتیبانی می‌کنند. افزایش سرعت انتقال داده‌ها، به دلیل ایجاد میدان مغناطیسی در طول کابل IDE امکان تداخل در داده‌ها را بالا می‌برد. به عنوان مثال اگر بخواهید دو دیسک سخت را با یک کابل به برد اصلی وصل کنید و یا یک دیسک سخت با سرعت انتقال داده بسیار بالاتر لازم

۱.طی چند سال گذشته روی بردهای اصلی تنها یک رابط IDE قرار گرفته و اخیراً نیز به طور کامل حذف شده است.

داشته باشید، در این زمان برای پشتیبانی و پاسخگویی به نیازمندی‌های سخت‌افزاری برای انجام این کار، به یک کابل با پهنای باند بیشتر نیاز است. به همین دلیل نسخه‌ی جدیدی از کابل ATA عرضه شد که دارای ۸۰ سیم است.

البته باید اشاره کرد که دیسک‌های سخت دارای کابل‌های استاندارد ۴۰ پایه هستند ولی در این نسخه‌ی جدید از کابل‌ها، متناظر با هرکدام از پین‌های قبلی یک پین جدید ایجاد و آن را به زمین وصل می‌کنند. این کار در زمان انتقال با سرعت بسیار زیاد و مقدار بالای داده‌ها، باعث کاهش نویز می‌شود و در عمل نیز پهنای باند را افزایش می‌دهد (شکل ۵۰-۴).



شکل ۵۰-۴ کابل‌های ۴۰ و ۸۰ سیم ATA

کنجکاوی

در مورد تفاوت نصب master و slave در کابل‌های ۴۰ سیم و ۸۰ سیم تحقیق کنید.

در سال ۱۹۸۶ سرعت انتقال داده‌ها به وسیله‌ی دیسک‌گردان‌ها در حدود ۱/۳ مگابایت بر ثانیه بود. علاوه بر این حداکثر گنجایش دیسک سخت نیز ۵۰۰ مگابایت بود. یکی از معایب عمده‌ی رابط IDE طی آن سال‌ها این بود که این رابط‌ها نمی‌توانستند سایر دیسک‌گردان‌ها را، مانند دیسک‌های نوری پشتیبانی کنند. بنابراین طراحان به فکر اصلاح سیستم IDE افتادند.

- **رابط IDE پیشرفته یا EIDE[1]**

تلاش برای بهبود سرعت عملکرد و انعطاف‌پذیری رابط IDE به ایجاد رابط EIDE منجر شد. در EIDE تسهیلات جدید زیر منظور شده است:

– پشتیبانی بیش از دو دستگاه جانبی میسر شد.

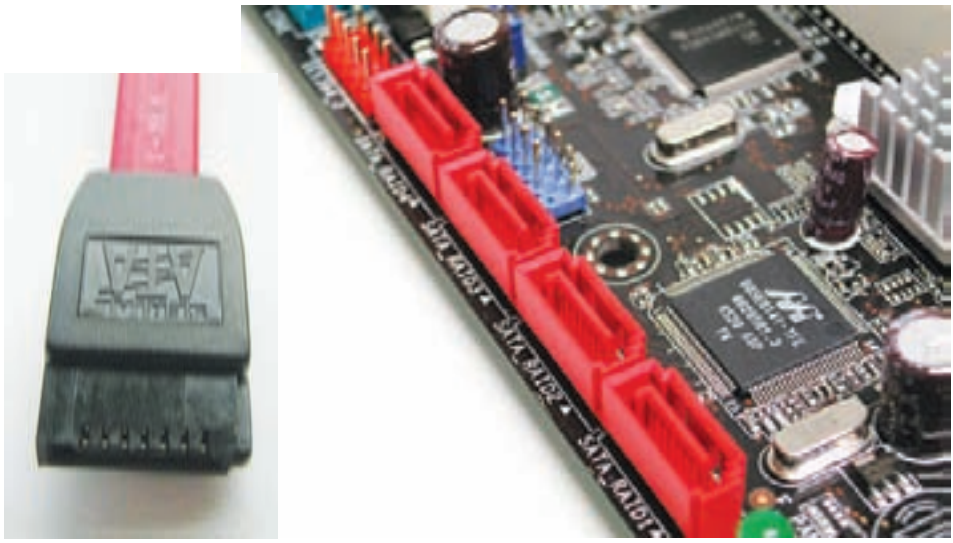
1. Enhanced IDE (EIDE)

ـ سرعت انتقال داده‌ها بیشتر شد.
ـ دیسک‌گردان‌هایی با ظرفیت بیشتر پشتیبانی شدند.
ـ امکان پشتیبانی سایر دیسک‌گردان‌هایی مانند دیسک‌های نوری و دیسک‌های سخت قابل حمل فراهم شد.

- **رابط SATA (Serial ATA)**

تمام نسخه‌های گذشته ATA (IDE) براساس انتقال داده‌ها به روش موازی عمل می‌کنند. ولی یکی از طراحی‌های ATA که بسیار موفق بوده است SATA نام دارد. SATA رابطی با سرعت بسیار بالا و از خانواده‌ی USB، Fire Wire بوده و حاوی تمام فناوری‌های جدید است که براساس ارتباط سریال طراحی شده است. بهترین مشخصه‌ی آن استفاده از کابلی با ۷ سیم است که در مقایسه با کابل‌های ۴۰ یا ۸۰ سیم ATA بسیار مناسب به نظر می‌رسد. این رابط برای انتقال داده‌ها به جریان برق ۰/۲۵ ولت نیاز دارد در صورتی که رابط ATA به جریان برق ۵ ولت نیاز دارد. رابط SATA و کابل آن در شکل ۵۱-۴ نشان داده شده است.

علاوه بر این‌ها دیسک سخت SATA قابلیت HotPlug را دارد. یعنی برای نصب و یا قطع اتصال، نیازی به خاموش یا راه‌اندازی مجدد سیستم ندارد. همچنین این سیستم نیازی به جامپر برای تعیین Master یا Slave بودن دیسک سخت ندارد.



شکل ۵۱-۴ رابط و کابل SATA نسخه‌ی یک

• رابط اسکازی (SCSI Interface)

رابط IDE یا ATA تنها برای ارتباط دستگاه‌های جانبی خاصی طراحی شده‌اند (دیسک گردان‌های دیسک سخت یا دیسک نوری). در واقع می‌توان به آن‌ها **رابطی در سطح دستگاه** گفت که تنها می‌توانند از دستگاه‌هایی پشتیبانی کنند که از کنترلر IDE استفاده کرده باشند. طراحان به فکر استفاده از رابطی بودند که در آن هر نوع دستگاه جانبی شناخته شود و بتوان ارتباط آن‌ها را با رایانه برقرار کرد. به این رابط، **رابط در سطح سیستم** می‌گویند. رابط اسکازی نوعی رابط سطح سیستم است که می‌تواند دستگاه‌های جانبی متنوعی مانند دیسک سخت، اسکنر، دیسک‌گردان نوری و غیره را کنترل کند. رابط اسکازی بر خلاف IDE مستقل از دستگاه است و دستگاه‌های جانبی تحت کنترل خود را به عنوان واحدهای منطقی و نه فیزیکی در نظر می‌گیرد. به عبارت دیگر دستگاه جانبی متصل شده به اسکازی به عنوان نوعی جعبه‌ی سیاه[1] دیده می‌شود که عملکرد فیزیکی آن و نحوه‌ی عمل آن به هیچ وجه مورد توجه رابط اسکازی نیست و تنها مانند یک واحد منطقی است که دستورها را دریافت کرده و پاسخ‌ها را برمی‌گرداند. شکل ۵۲-۴ یک کارت اسکازی را نشان می‌دهد.

در بیشتر دستگاه‌های جانبی مبتنی بر طرح اسکازی بخش کنترلر نیز وجود دارد و به همین دلیل به آن‌ها دستگاه جانبی اسکازی **توکار** گویند. در سایر دستگاه‌های جانبی که از کنترلر داخلی اسکازی بهره‌مند نیستند، برای استفاده از رابط اسکازی به کنترلر خارجی به

شکل ۵۲-۴ کارت رابط اسکازی SCSI

1. black Box

نام پل اسکازی نیاز است. هر رابط اسکازی توانایی کنترل و ایجاد ارتباط هم‌زمان چندین دستگاه جانبی با رایانه را دارد. به هر دستگاه جانبی اسکازی یک عدد واحد منطقی یا LUN[1] نسبت داده می‌شود. این عدد مشخص خواهد کرد که دستگاه جانبی مورد نظر توسط کنترلر معینی کنترل می‌شود. برای درک بهتر، تصور کنید ۸ دستگاه دیسک‌گردان نوری با استفاده از یک رابط اسکازی به رایانه متصل است. با توجه به اعداد واحد منطقی که به هر دستگاه نسبت داده شده است، کاربر قادر خواهد بود به هر دیسک‌گردان که با نام خاصی از حروف الفبا مشخص شده است دسترسی داشته باشد.

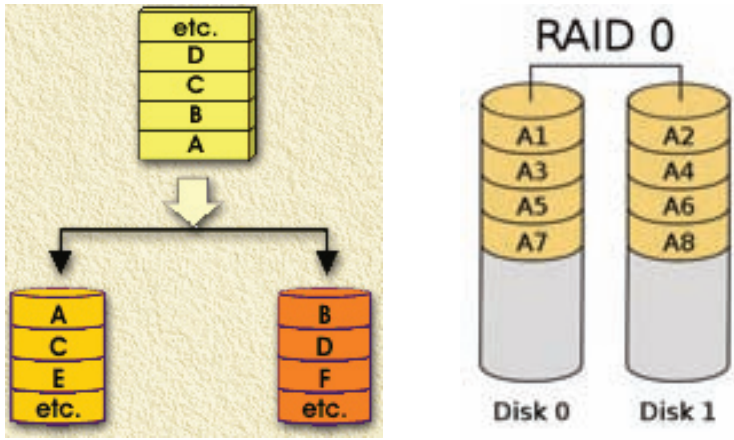
• آرایه‌ی چندگانه‌ی دیسک‌های مستقل[2] (RAID)

میزان پیشرفت و بهبود عملکرد در دیسک‌های سخت نسبت به پردازنده و حافظه‌ی اصلی خیلی کمتر بوده است. این عدم توازن باعث شده است که روش‌های ذخیره‌سازی داده‌ها در دیسک سخت مورد توجه قرار گیرد، زیرا پیشرفت بیشتر در رفتار و عملکرد کل سیستم به توسعه و پیشرفت همه‌ی اجزای سیستم به صورت موازی بستگی دارد. تلاش محققان برای اصلاح روش‌های ذخیره‌سازی در دیسک سخت به ساخت آرایه‌ای از دیسک‌ها منجر شد که به طور مستقل و موازی با هم کار می‌کنند. در این طراحی چند دیسک سخت را در کنار هم قرار می‌دهند و با شیوه‌های مختلف داده‌ها را در آن‌ها ذخیره می‌کنند. این طراحی آرایه‌ای را آرایه‌ی چندگانه‌ی دیسک‌های مستقل یا RAID می‌گویند.

فناوری RAID، امکاناتی نظیر افزایش سرعت، پشتیبان‌گیری هم‌زمان روی یک یا چند دیسک و ... در اختیار کاربر قرار می‌دهد، و روش‌های متفاوتی (RAID0، RAID1، RAID5) برای استفاده از دیسک‌های سختی که در کنار هم قرار می‌گیرند وجود دارد.

RAID0: در این روش داده‌هایی که برای ذخیره به دیسک‌های سخت ارسال می‌شوند به بلوک‌هایی تقسیم می‌شوند و هر کدام از این بلوک‌ها در دیسک سخت جداگانه‌ای ذخیره می‌شود. این کار باعث بالا رفتن سرعت ذخیره‌سازی می‌شود، زیرا عمل ذخیره‌سازی به وسیله‌ی چندین کانال صورت می‌پذیرد. یکی از معایب اصلی این روش این است که با از دست دادن یکی از دیسک‌های سخت، کل اطلاعات از بین می‌رود. از این روش در سیستم‌هایی استفاده می‌شود که سرعت انتقال داده‌ها فاکتور مهمی است (شکل ۵۳-۴). اما در سیستم‌هایی که نگهداری از داده‌ها و حفظ آن‌ها اهمیت بیشتری دارد از RAID1 استفاده می‌کنند.

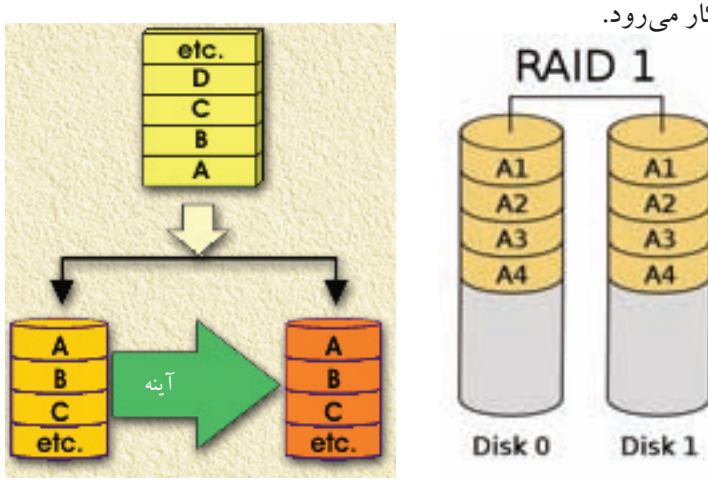
1. Logic Unique Number
2. Redundant Array of Independent Disk (RAID)



شکل ۴-۵۳ RAID0

RAID1: در این روش، پشتیبان‌گیری از داده‌ها اولویت بیشتری دارد. به همین دلیل داده‌ها در هر دو دیسک سخت به طور مشابه و همزمان ذخیره می‌شوند. در واقع یکی از دیسک‌های سخت نقش آینه را برای دیسک سخت دیگر دارد و اطلاعات آن، کپی اطلاعات دیسک اصلی است (شکل ۴-۵۴).

گذرگاه IDE در طبقه‌بندی گذرگاه‌های سیستم، جزو گذرگاه‌های خارجی محسوب می‌شود و در سیستم از آن به منظور ارتباط دستگاه‌هایی مانند دیسک‌گردان‌های سخت، نوری و ... استفاده می‌شود. در سیستم‌های امروزی به طور معمول دو کانکتور IDE برای برقراری ارتباط بین ۴ دستگاه جانبی وجود دارد ولی در پاره‌ای از سیستم‌ها تعداد این کانکتورها ۴ عدد است که دو کانکتور به عنوان IDE ، و دو کانکتور اضافی برای استفاده تحت عنوان RAID به کار می‌رود.



شکل ۴-۵۴ RAID1

پژوهش

در مورد انواع RAIDهای دیگر بررسی کنید و مزایا و معایب هر کدام را به همراه کاربرد آن‌ها مشخص نمایید.

۴-۶ حافظه‌ی مجازی[1]

برخی از برنامه‌ها و فایل‌ها ممکن است تا حدی بزرگ باشند که در حافظه‌ی اصلی نگنجند و نیاز به فضای بیشتری از حافظه داشته باشند. در این صورت برخی از سیستم‌های عامل مانند Windows، قسمتی از برنامه‌ها و فایل‌ها را در خارج از حافظه‌ی اصلی و در یک حافظه‌ی کمکی قرار می‌دهند. به این نوع حافظه‌ی کمکی، حافظه‌ی مجازی گفته می‌شود. سیستم‌عامل، بخش مشخصی از حافظه‌ی جانبی را (به طور معمول از دیسک سخت استفاده می‌شود) به این کار اختصاص می‌دهد. در سیستم‌هایی که از حافظه‌ی مجازی استفاده می‌کنند، تنها قسمت‌هایی از برنامه را که در زمان اجرا مورد نیازند در حافظه‌ی اصلی، و بقیه را در حافظه‌ی مجازی قرار می‌دهند. البته به علت پایین بودن سرعت حافظه‌ی مجازی نسبت به حافظه‌ی اصلی، سرعت اجرای برنامه‌ها پایین می‌آید. شکل ۵۵-۴ پنجره‌ی تنظیمات حافظه‌ی مجازی در سیستم‌عامل ویندوز XP را نشان می‌دهد.

شکل ۵۵-۴ پنجره‌ی تنظیمات حافظه‌ی مجازی در سیستم‌عامل ویندوز XP

1. Virtual Memory

خلاصه‌ی فصل

هر وسیله‌ای که توانایی حفظ و نگهداری داده‌ها را به گونه‌ای داشته باشد که اجزای رایانه بتوانند در هر زمان به داده‌های آن دسترسی داشته باشند، حافظه نام دارد. هر سیستم رایانه‌ای با سلسله مراتبی از انواع حافظه‌ها مجهز می‌شود تا تمام فرایندهای رایانه را به‌صورت بهینه پاسخ دهد.

حافظه‌های رایانه به دو دسته‌ی کلی تقسیم می‌شوند:

ـ حافظه‌ی اصلی (اولیه ـ درونی)

ـ حافظه‌ی جانبی (ثانویه ـ خارجی)

ویژگی‌های مهم حافظه عبارت‌اند از:

ـ محل استقرار حافظه

ـ حافظه‌ی نامانا و مانا

ـ ظرفیت حافظه

ـ آدرس‌دهی حافظه

ـ روش‌های دستیابی به داده‌های حافظه

ـ کارایی حافظه

هر سلول از حافظه‌ی نیمه‌هادی که به بیت معروف است، دارای خواص زیر است:

ـ هر سلول حافظه دو حالت از خود به نمایش می‌گذارد که از این دو حالت برای تعیین صفر و یک بودن آن بیت استفاده می‌شود.

ـ می‌توان حداقل یک‌بار در آن نوشت که این کار با تعیین وضعیت سلول‌ها (بیت‌ها) امکان‌پذیر است.

ـ به راحتی می‌توان وضعیت صفر یا یک بودن این سلول‌ها را مشخص کرد که این کار همان خواندن حافظه است.

رایج‌ترین نوع حافظه با دستیابی تصادفی را RAM می‌گویند و سلول‌های حافظه‌ی آن بلافاصله قابل دسترسی هستند و به همین دلیل به آن‌ها Random Access می‌گویند. نقطه‌ی مقابل RAM را SAM می‌نامند که داده‌ها را به صورت سریال مانند نوار کاست نگهداری می‌کند. کاربرد حافظه‌های SAM بیشتر به صورت حافظه‌ی میانگیر است.

RAMها دو نوع دارند:

ـ حافظه‌ی پویا Dynamic RAM(DRAM)

ـ حافظه‌ی ایستا Static RAM(SRAM)

حافظه‌ی فقط خواندنی ROM ، آن‌گونه که از نامش پیداست، حاوی داده‌هایی به صورت دائمی است که هیچگاه مقدار آن تغییر نمی‌کند و فقط می‌توان داده‌های آن را خواند. به عنوان مثال BOIS سیستم در حافظه‌ی ROM قرار می‌گیرد که به آن ROM BIOS می‌گویند.

حافظه‌های ROM از لحاظ فناوری استفاده شده، دارای انواع زیر است:

ـ ROM

ـ PROM

ـ EPROM

ـ EEPROM

ـ Flash Memory

حافظه‌ی نهان یکی از حافظه‌های درون سیستم است. این حافظه از نوع حافظه‌ی ایستا است، که دارای ویژگی‌های زیر است:

ـ مانند حافظه‌ی پویا نیاز به تازه‌سازی اطلاعات ندارد.

ـ دستیابی به داده‌ها در این حافظه به روش دستیابی انجمنی است.

حافظه‌های جانبی حافظه‌هایی هستند که از آن‌ها برای ذخیره‌ی داده‌ها برای مدت طولانی استفاده می‌شود. علت‌های استفاده از حافظه‌های جانبی عبارت‌اند از:

ـ محدود بودن ظرفیت حافظه‌های داخلی

ـ گران بودن رسانه‌های ذخیره‌سازی سریع

ـ لازم نبودن ذخیره‌ی تمام داده‌ها در حافظه‌های اصلی

ـ نامانا بودن بیشتر حافظه‌های داخلی

ـ قابلیت جابه‌جایی حافظه‌های جانبی

انواع حافظه‌های جانبی را از نظر فناوری ساخت می‌توان به چهار دسته‌ی زیر تقسیم کرد:

ـ فناوری الکترومکانیکی: کارت و نوار منگنه‌شدنی

- فناوری الکترومغناطیسی: نوار مغناطیسی و دیسک مغناطیسی

- فناوری الکترواپتیک: دیسک نوری

- فناوری نیمه‌هادی: دیسک‌های قابل حمل

رابط ذخیره‌سازهای جانبی(مانند دیسک سخت) به مجموعه‌ای از قطعات فیزیکی و منطقی،

و قوانین حاکم بر آن‌ها گفته می‌شود که ارتباط دستگاه جانبی با گذرگاه رایانه را برقرار می‌کند. به طور کلی این رابط‌ها دارای سه بخش هستند:

- یک کنترلر که کارهای دیسک سخت را کنترل می‌کند.
- یک واسط که دیسک سخت را به برد اصلی وصل می‌کند.
- یک کابل که این دو (کنترلر و واسط) را به هم وصل می‌کند.

رابط ذخیره‌سازهای جانبی دارای انواع مختلفی هستند:

- رابط IDE
- EIDE
- رابط SATA
- رابط اسکازی

فناوری RAID ، که در آن چند دیسک سخت را در کنار هم قرار می‌دهند و با شیوه‌های مختلف داده‌ها را در آن‌ها ذخیره می‌کنند، امکاناتی نظیر افزایش سرعت، پشتیبان‌گیری هم‌زمان روی یک یا چند دیسک و ... در اختیار کاربر قرار می‌دهد، و روش‌های متفاوتی (RAID5، RAID1 ، RAID0) برای استفاده از دیسک‌های سختی که در کنار هم قرار می‌گیرند وجود دارد.

خودآزمایی و تحقیق

۱. حافظه به چه وسیله‌هایی اطلاق می‌شود و تفاوت حافظه‌های اصلی و جانبی را بیان کنید.

۲. ویژگی‌های مهم حافظه را بیان کنید.

۳. برای هرکدام از روش‌های دستیابی به داده‌های حافظه مثالی بیاورید و تفاوت دستیابی مستقیم و دستیابی تصادفی را بیان کنید.

۴. مقدار بایت‌های ارسالی و یا دریافتی توسط حافظه در هر ثانیه را ..... می‌گویند. این ..... به طورکامل به ..... بستگی دارد.

۵. خصوصیات هر سلول از حافظه‌ی نیمه‌هادی (بیت) را نام ببرید.

۶. حافظه‌های اصلی پویا را به اختصار شرح داده و توضیح دهید که چرا به طور دائمی به تازه‌سازی مقدار سلول‌هایش نیاز دارد.

۷. بانک‌های حافظه‌ی اصلی از ابتدا تاکنون را نام برده و مشخصات و ویژگی‌های هر کدام را به اختصار توضیح دهید.

۸. مهم‌ترین تفاوت حافظه‌های DDR RAM را با حافظه‌های SDRAM بیان کنید.

۹. انواع حافظه‌های ROM را نام برده و ویژگی‌های هرکدام را به اختصار توضیح دهید.

۱۰. فرایند حذف در EPROM انتخابی نبوده و .....حذف خواهد شد. برای حذف داده‌های آن باید حافظه را ..... قرار داد.

۱۱. چند مورد از تسهیلات مهم حافظه‌های EEPROM را بنویسید.

۱۲. ویژگی‌ها و کاربرد حافظه‌ی نهان را بیان کنید.

۱۳. دلایل استفاده از حافظه‌های جانبی را نام ببرید.

۱۴. انواع حافظه‌های جانبی را از نظر فناوری ساخت به چند دسته تقسیم می‌کنند؟ آن‌ها را نام ببرید و برای هر کدام مثالی بیاورید.

۱۵. هر صفحه از دیسک سخت را به تعدادی دایره‌ی هم مرکز تقسیم می‌کنند و به فاصله‌ی ایجاد شده بین هر دو دایره، ..... می‌گویند. هر شیار را برای دستیابی سریع‌تر و آدرس‌دهی آسان‌تر به واحدهای کوچک‌تر تقسیم می‌کنند که به آن‌ها ..... می‌گویند.

۱۶. سرعت چرخش دیسک در دیسک نوری و دیسک سخت با هم چه تفاوتی دارند. دلیل این تفاوت را بیان کنید.

۱۷. هر دیسک گردان دیسک فشرده دارای چند بخش اصلی است؟ آن‌ها را نام ببرید.

۱۸. سه گروه عمده‌ی رسانه‌های ذخیره‌ساز قابل حمل را نام ببرید و کاربردهای ذخیره‌سازی قابل حمل را بیان کنید.

۱۹. رابط(Interface) دستگاه‌های ذخیره‌سازی جانبی چیست؟ بخش‌های مهم این رابط‌ها را بنویسید.

۲۰. انواع رابط‌های دستگاه‌های ذخیره‌سازی جانبی کدام‌اند؟ هرکدام را به اختصار توضیح دهید.

۲۱. RAID را تعریف کرده و ویژگی‌های RAID0 و RAID1 را بیان کنید.

۲۲. اعداد x و y در نشانه‌های DDRx و PCy که روی حافظه‌های اصلی DDR وجود دارند هرکدام به ترتیب نشان دهنده چیست؟

الف) فرکانس پالس ساعت برد اصلی، فرکانس پالس ساعت حافظه

ب) فرکانس پالس ساعت حافظه، فرکانس پالس ساعت برد اصلی

ج) فرکانس پالس ساعت حافظه، سرعت انتقال داده توسط حافظه

د) سرعت انتقال داده توسط حافظه، فرکانس پالس ساعت حافظه

۲۳. هر نوع قطع برق رایانه موجب از بین رفتن اطلاعات موجود در ..... می‌شود و به همین دلیل به آن حافظه‌ی موقت نیز می‌گویند.

۲۴. در مورد ویژگی‌های جدیدترین حافظه‌های RAM که در بازار عرضه می‌شوند تحقیق کنید.

۲۵. بررسی کنید که حافظه‌های قابل حمل جدید دارای چه ویژگی‌ها و امکاناتی هستند.