

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^۱ 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، به تنهایی قادر نیست همه‌ی نیازهای کاربران رایانه‌ها را به صورت بهینه برآورده کند. بنابراین هر سیستم رایانه‌ای با سلسله‌مراتبی از انواع حافظه‌ها مجهز می‌شود تا تمام فرایندهای رایانه را به صورت بهینه پاسخ دهد.

حافظه های رایانه به دو دسته ی کلی تقسیم می شوند :

- **حافظه ی اصلی (اولیه - درونی):** این نوع حافظه ها در داخل رایانه قرار دارند و برای اجرای برنامه به طور مستقیم به وسیله ی پردازنده مورد استفاده قرار می گیرند.
- **حافظه ی جانبی (ثانویه - خارجی):** این نوع حافظه ها برای نگهداری داده ها و اطلاعات پرونده ها برای مدت زمان طولانی به کار می روند و در خارج^۱ از رایانه قرار می گیرند تا از طریق ماژول های ورودی / خروجی برای پردازنده قابل دسترس باشند. بخشی از این نوع حافظه ها که برای آرشیو و بایگانی داده ها به کار می روند به صورت نوع سوم شناخته می شوند.

۲-۴ ویژگی های مهم حافظه

برای بررسی انواع حافظه های رایانه، به معرفی و توصیف ویژگی های مهم حافظه می پردازیم حافظه ها را براساس این ویژگی ها دسته بندی می کنیم. تعدادی از این ویژگی ها عبارت اند از:

۱-۲-۴ حافظه ی نامانا و مانا

حافظه هایی که با قطع جریان برق داده های آن ها از بین می روند، حافظه های نامانا^۲ و آن هایی که با قطع جریان برق داده های خود را حفظ می کنند مانا^۳ هستند. حافظه های اصلی اغلب نامانا و حافظه های جانبی مانا هستند.

۲-۲-۴ محل استقرار حافظه

بیانگر داخلی یا خارجی بودن حافظه نسبت به رایانه است. حافظه های داخلی را اغلب حافظه ی اصلی می گویند که انواع مختلفی دارد و در ادامه با آن ها آشنا خواهید شد. حافظه ی خارجی را اغلب حافظه ی جانبی می گویند که تنوع زیادی دارد و در این فصل تعدادی از آن ها آورده شده است.

۳-۲-۴ ظرفیت حافظه

مقدار داده ای را که می توان در یک حافظه ذخیره کرد، ظرفیت آن حافظه می گویند. همان طور که در بخش های گذشته اشاره شد، کوچک ترین واحد حافظه را کلمه می گویند. کلمه می تواند یک عدد یا یک دستورالعمل باشد و اندازه ی آن به طور معمول برابر با بیت های به کار رفته برای نمایش آن است (البته استثناهای زیادی در این رابطه در سیستم های رایانه ای گذشته وجود داشته

۱. «خارج از رایانه» یعنی هر حافظه ای که برای ارتباط با سایر اجزای رایانه به خصوص پردازنده، نیاز به یک واسطه یا کنترلر دارد، مانند دیسک سخت یا حافظه ی FLASH. در ادامه ی همین فصل با واسطه ها 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 ۴-۱ 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 همدستگاه بستگی دارد. نوار مغناطیسی (شکل ۴-۱) از این نوع حافظه است.

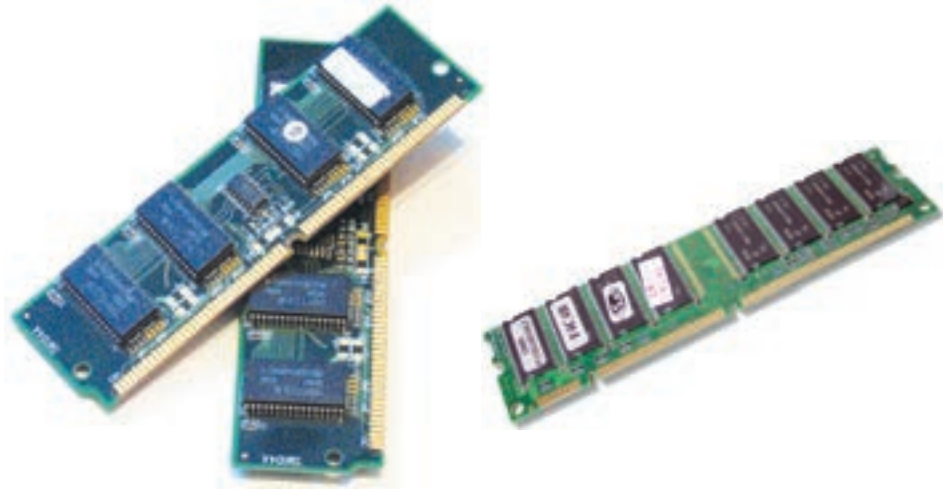
دستیابی مستقیم: در این روش، حافظه به صورت بلوک هایی از داده سازماندهی می شود. هر بلوک شامل چند بایت است که دارای آدرس منحصر به فرد است. برای دستیابی به داده ی مورد نظر فقط باید به بلوکی که داده در آن واقع است، مراجعه کرد و در آن بلوک، داده به صورت ترتیبی بازیابی می شود و نیازی به پیمودن کل حافظه ی ماقبل داده ی مورد نظر نیست. در واقع می توان گفت دستیابی مستقیم ترکیبی از دستیابی ترتیبی و دستیابی تصادفی است که در آن به دلیل آدرس دهی برای هر بلوک، زمان دستیابی به داده، به فاصله ی مکانی محل قرارگیری داده نسبت به اولین داده ی بلوک مورد نظر، بستگی دارد. هد دستگاه در ابتدا به طور مستقیم به آدرس بلوک مراجعه می کند، سپس آن بلوک را برای پیدا کردن داده ی مورد نظر می پیماید. در این روش، زمان دستیابی به خانه های 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 حافظه هایی با دستیابی تصادفی به سیستم این اجازه را می دهد تا برای هر بایت از حافظه یک آدرس منحصر به فرد در نظر بگیرد. در این حافظه روش ذخیره سازی داده به گونه ای است که بتوان بدون نیاز به عبور از بخش های 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^۱ 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 می شود تا لحظه ای 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 وضعیت گذاری شود، به علاوه زمان دستیابی به داده را سیکل حافظه می نامند.

● سرعت انتقال داده

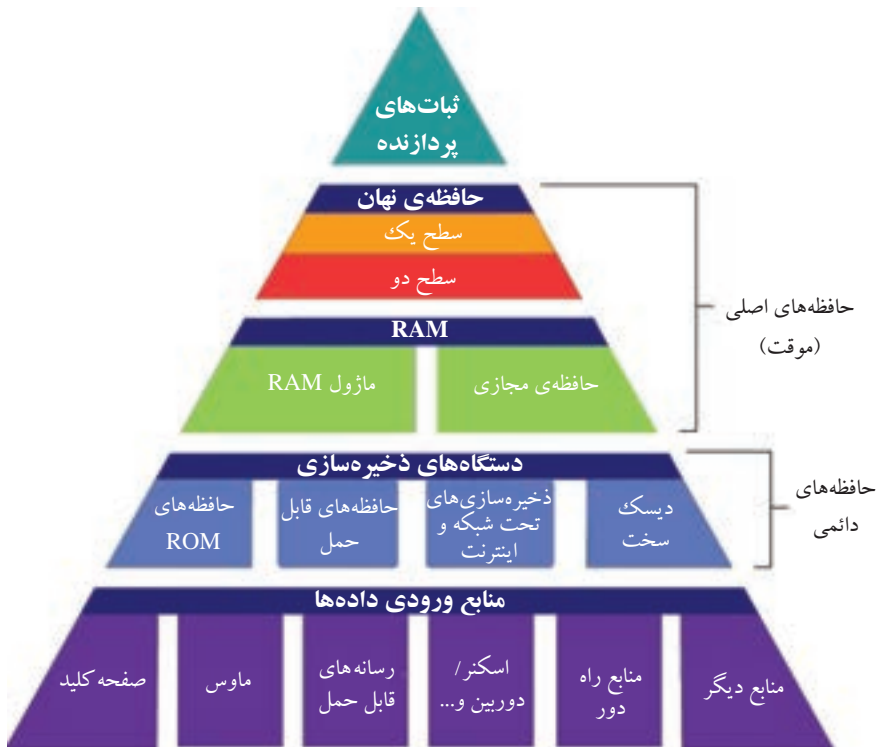
مقدار بایت های ارسالی و یا دریافتی در هر ثانیه را سرعت انتقال داده می گویند. این سرعت به طور کامل به مدت زمان سیکل حافظه بستگی دارد. هر چه زمان این سیکل کم باشد سرعت انتقال بالاتر است و بالعکس، هر چه زمان سیکل بیشتر باشد داده ی کمتری در واحد زمان قابل دستیابی است و سرعت انتقال کمتر می شود. پس می توان گفت که سرعت انتقال با زمان سیکل حافظه رابطه ی 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 ویژگی های انواع حافظه ها را نشان می دهد.

جدول ۱-۴ ویژگی های انواع حافظه

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

براساس فناوری ساخت، حافظه ها به انواع مختلفی تقسیم می شوند. هر فناوری دارای مزایا و معایب خاص خود است. هرم حافظه ها (شکل ۴-۴) تلاش کرده است که حافظه ها را براساس سرعت دستیابی به داده، دسته بندی کند.



شکل ۴-۴ هرم حافظه های رایانه

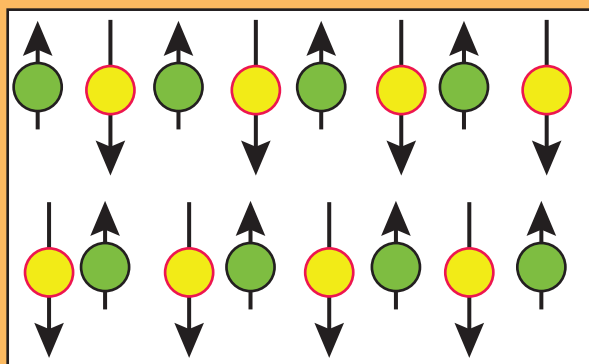
پردازنده به دلیل سرعت بالایی که در انجام کارهایش دارد باید داده ها را با سرعت بالا و به مقدار زیاد در اختیار داشته باشد. ذخیره سازهای ثانویه مانند دیسک سخت و دیسک های نوری و... به دلیل سرعت کمی که دارند نمی توانند پاسخگوی نیازهای پردازنده باشند و داده ی مورد نظر آن را با سرعت بالا تأمین کنند. به همین دلیل تلاش شده است تا تعدادی حافظه های موقت ولی با سرعت بیشتر و نزدیک به سرعت پردازنده، طراحی و در اختیار پردازنده قرار دهند. در این هرم هر چه قدر حافظه ی مورد نظر به پردازنده نزدیک تر باشد، سرعت انتقال داده ی بیشتری دارد و به طور طبیعی این سرعت بالا مستلزم هزینه ی بیشتری است.

۴-۳ حافظه ی اصلی

در رایانه های اولیه، رایج ترین وسیله ی ذخیره سازی که به عنوان حافظه ی اصلی بود، از تعدادی آرایه ی فرومغناطیس استفاده می کرد. با ظهور نیمه هادی ها و مزایای آن، حافظه های فرومغناطیس منسوخ شد و امروزه استفاده از حافظه های نیمه هادی به عنوان حافظه ی اصلی رایج شده است. این حافظه ها به طور مستقیم با پردازنده ارتباط دارند.

بیشتر بدانید

مواد فرومغناطیس دسته ای از مواد مغناطیسی هستند که دو قطبی های مغناطیسی همسو شده دارند. این مواد هنگامی که در مجاورت میدان مغناطیسی خارجی قرار می گیرند، تبدیل به آهن ربا می شوند. چون میدان مغناطیسی بر حوزه های مغناطیسی اثر می گذارد و سبب می شود که دو قطبی مغناطیسی هر حوزه تحت تأثیر میدان مغناطیسی قرار گیرد (شکل ۴-۵).



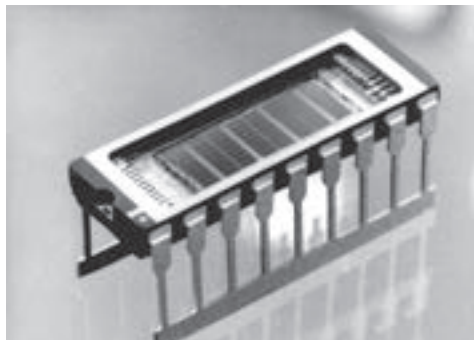
شکل ۴-۵ دو قطبی های مغناطیسی همسو شده

در موادی مثل آهن، کبالت و نیکل در صورتی که خالص باشند، دو قطبی مغناطیسی حوزه ها به آسانی تغییر می کند، در نتیجه به آسانی آهن ربا می شوند، ولی به آسانی هم خاصیت آهن ربایی خود را از دست می دهند. این مواد را فرومغناطیس نرم می نامند و در ساخت آهن ربا های غیر دائم کاربرد دارند. موادی مثل فولاد، به سختی آهن ربا می شوند و به سختی هم این خاصیت را از دست می دهند. این گونه مواد، فرومغناطیس سخت نامیده می شوند.

- هر سلول از حافظه ی نیمه هادی که به بیت معروف است، دارای خواص زیر است:
- هر سلول حافظه دو حالت از خود به نمایش می گذارد که از این دو حالت برای تعیین صفر و یک بودن آن بیت استفاده می شود.
- می توان حداقل یک بار در آن نوشت که این کار با تعیین وضعیت سلول ها (بیت ها) امکان پذیر است.
- به راحتی می توان وضعیت صفر یا یک بودن این سلول ها را مشخص کرد که این کار همان خواندن حافظه است.

براساس خواص فوق می توان گفت که این حافظه ها توانایی نگهداری داده ها در مبنای دو و قابلیت نوشتن و خواندن آن ها را دارند. حافظه هایی که در این بخش درباره ی آن ها صحبت می شود، از نوع دستیابی تصادفی هستند که رایج ترین نوع حافظه با دستیابی تصادفی را RAM^1 می گویند. RAM معروف ترین حافظه ی مورد استفاده در رایانه است. سلول های حافظه ی آن بلافاصله قابل دسترسی هستند و به همین دلیل به آن ها Random Access می گویند. نقطه ی مقابل RAM را SAM^2 می نامند. همان طور که از نامش پیداست داده ها را به صورت سریال مانند نوار کاست نگهداری می کند. در SAM اگر داده ای در دسترس نباشد کلیه ی داده های قبل از آن خوانده می شوند تا به داده ی مورد نظر برسد. کاربرد حافظه های SAM بیشتر به صورت حافظه ی میانگیر^۳ است. حافظه ی کارت گرافیک نمونه ای از حافظه ی SAM است که در آن داده ها به ترتیب ورود باید خوانده شوند.

یکی از مشخصه های بارز حافظه ی RAM قابلیت خواندن و نوشتن در آن است. مشخصه ی مهم دیگر این نوع حافظه، نامانا بودن اطلاعات آن است و این یعنی این که RAM ها همواره باید به یک منبع تغذیه ی الکتریکی متصل باشند. هر زمان انرژی الکتریکی متوقف گردد، داده های این حافظه از دست خواهند رفت. بنابراین RAM همیشه به عنوان یک ذخیره ساز موقت به کار می رود. شکل ۴-۶ حافظه ی اصلی با ظرفیت یک مگابایت را نشان می دهد.



شکل ۴-۶ حافظه ی اصلی با ظرفیت یک مگابایت

RAM ها دو نوع دارند:

– حافظه ی پویا (Dynamic RAM (DRAM

– حافظه ی ایستا (Static RAM (SRAM

1. Random Access Memory

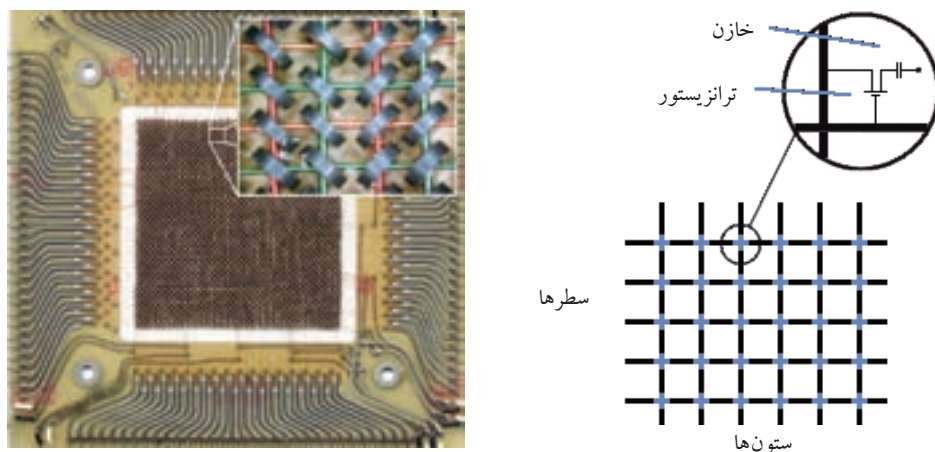
2. Serial Access Memory

3. Buffer

۱-۳-۴ حافظه ی پویا

فناوری حافظه های پویا به این صورت است که از میلیون ها ترانزیستور و خازن در کنار هم ساخته می شوند (شکل ۴-۷). هر سلول حافظه ی پویا از یک ترانزیستور و یک خازن تشکیل شده است. خازن داده ی بیت، یعنی مقدار صفر یا یک را نگهداری می کند و ترانزیستور به عنوان یک سوئیچ عمل می کند. در واقع ترانزیستورهای موجود در هر بیت از حافظه ی پویا به مدار کنترل روی تراشه ی حافظه اجازه ی خواندن و نوشتن (تغییر حالت) خازن را می دهد.

همان گونه که گفته شد سلول های این حافظه از خازن ساخته شده است و خازن ها به طور دائم با گذشت زمان دچار شارژ می شوند، به خصوص در زمانی که مقدار آن ها خوانده می شود. به همین دلیل برای حفظ داده های موجود در این سلول ها باید به طور مرتب آن ها را تازه سازی کرد. خازن را می توانید مثل سطلی در نظر بگیرید که الکترون ها در آن ذخیره می شوند. برای ذخیره کردن مقدار یک در سلول های حافظه، این سطل پر از الکترون می شود و برای مقدار صفر خالی از الکترون می شود. مشکل خازن ها برای این فناوری، گرایش به از دست دادن مقدار الکترون های موجود در آن است و پس از مدت زمانی خالی از الکترون خواهند شد. بنابراین حافظه های پویا به طور مداوم باید در حال تازه سازی داده های خود باشند، در غیر این صورت داده های خود را از دست می دهند. برای تازه سازی حافظه ی پویا، مقدار هر سلول قبل از خالی شدن خوانده می شود و سپس همان مقدار خوانده شده دوباره در سلول نوشته می شود. تداوم این تازه سازی باعث می شود که این حافظه مدت زمان زیادی را صرف این کار کند که این امر باعث پایین آمدن سرعت عمل آن خواهد شد.

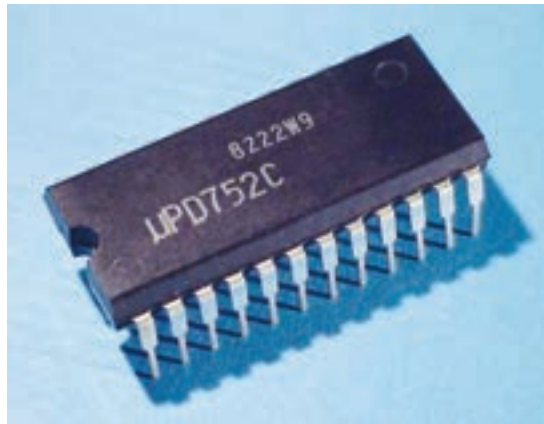


شکل ۴-۷ سلول های حافظه با استفاده از خازن و ترانزیستور

۴-۳-۲ حافظه ی ایستا

فناوری حافظه های ایستا مانند حافظه های پویا از خازن نیست و سلول های آن از تعدادی گیت منطقی به نام فلیپ فلاپ استفاده می کنند. یکی از ویژگی های مهم این گیت های منطقی، نگهداری داده ها بدون نیاز به تازه سازی آنهاست و مادامی که جریان الکتریکی حافظه تأمین شود، داده ها در حافظه نگهداری می شوند.

بنابراین تفاوت حافظه های پویا و ایستا در ساختار فیزیکی آنهاست. هر دو حافظه ی ایستا و پویا از نوع نامانا هستند، ولی سلول های حافظه ی پویا (خازن ها) ساده تر و کوچک تر از سلول های حافظه ی ایستا (گیت های منطقی) هستند. یعنی در تراشه هایی با ابعاد مساوی، تعداد سلول های حافظه ی پویای بیشتری نسبت به سلول های حافظه ی ایستا قرار می گیرد. به همین دلیل از حافظه های پویا برای حافظه هایی با ظرفیت بالا و ارزان که همان حافظه ی اصلی باشد، استفاده می کنند و از آنجا که حافظه ی ایستا سریع تر و گران تر است، از آن برای حافظه ی نهان استفاده می کنند. نمونه ای از حافظه ی استاتیک در شکل ۴-۸ نشان داده شده است.



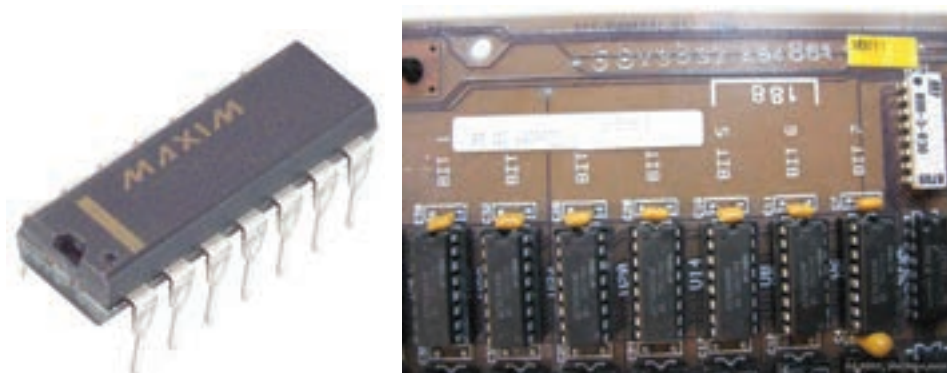
شکل ۴-۸ حافظه ی ایستا

۴-۳-۳ حافظه ی اصلی با دستیابی تصادفی DRAM

تراشه های حافظه ی اصلی که از نوع حافظه ی پویا هستند در رایانه های اولیه ی XT و حتی اوایل AT به صورت تراشه های معمولی و به نام DIP^۱ یا پکیج های دو ردیفه^۲ بودند (شکل ۴-۹) که در کارت های گرافیک قدیمی نیز قابل مشاهده هستند. این تراشه روی برد اصلی لحیم می شد.

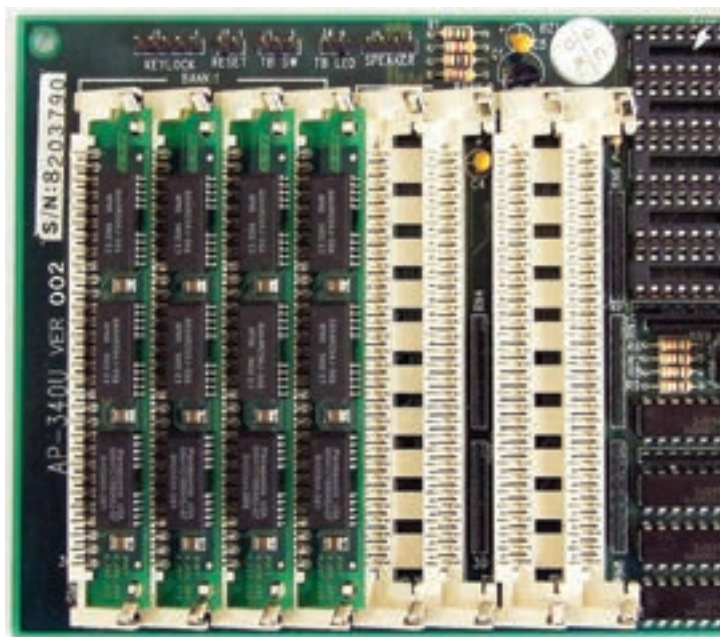
1. Dual Inline Package

۲. در پکیج های دوطرفه، پایه ها در دو طرف تراشه قرار دارند.



شکل ۹-۴ نوعی حافظه ی DIP که روی برد اصلی لحیم می شدند.

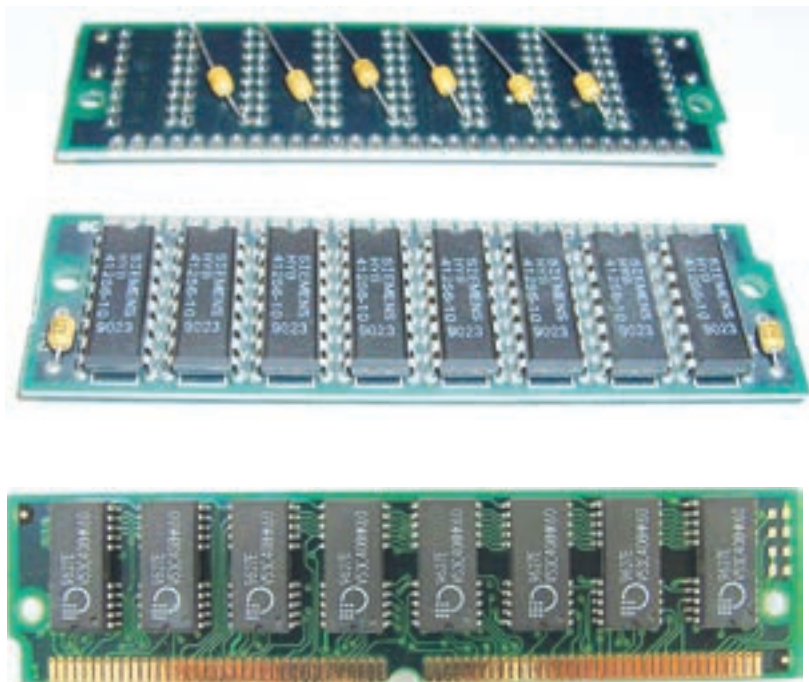
با افزایش سرعت پردازنده ها، به مقدار حافظه ی اصلی بیشتری نیاز بود که لحیم کردن تعداد زیادی تراشه ی DIP روی برد اصلی فضای زیادی اشغال می کرد و مقرون به صرفه نبود. به همین دلیل تراشه ها را روی برد مدار چاپی جداگانه ای گذاشتند و با استفاده از یک واسط و رابط مخصوص به برد اصلی متصل کردند که به این مجموعه بانک حافظه می گویند. به هرکدام از بردهای مدار چاپی به همراه تراشه های حافظه ی روی آن یک **ماژول حافظه** گفته می شود (شکل ۱۰-۴).



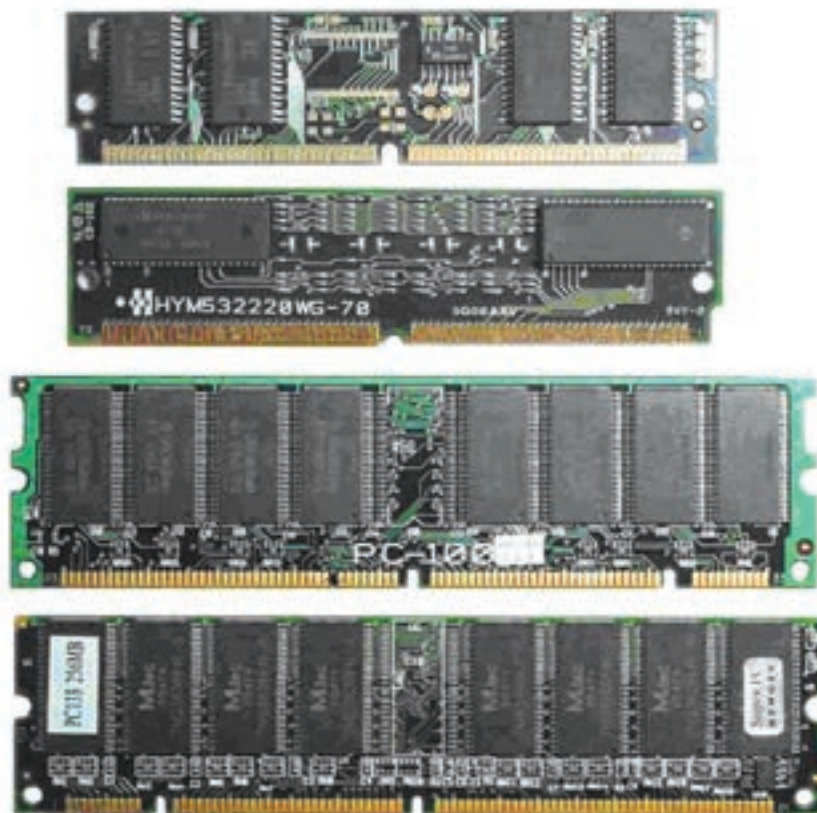
شکل ۱۰-۴ ماژول های SIMM که تراشه های حافظه در یک طرف آن قرار می گیرند و شکاف های مربوط به آن روی برد اصلی (رنگ سفید)

در ابتدا حافظه ی اصلی به کار رفته در سیستم های رایانه ای، مخصوص شرکت های سازنده آن سیستم بود و تنها برای سیستم های تولیدی آن سازنده به کار می رفت که برای کاربران روش مناسب و مطلوبی نبود. به همین دلیل نوعی از ماژول های حافظه و بانک استاندارد آن به نام SIMM^۱ به بازار آمد که استفاده از آن مورد استقبال شرکت ها و کاربران قرار گرفت.

این ماژول های 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 رایانه ها، بردهای حافظه ی SIMM به صورت دوتایی و با سرعت انتقال داده و ظرفیت یکسان به کار می رفت، زیرا پهنای گذرگاه داده ی 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 می شد. در صورت استفاده از یک ماژول حافظه ی SIMM با پهنای باند هشت بیت داده در هر پالس ساعت، از نصف پهنای باند گذرگاه داده شانزده بیتی استفاده می شود. شکل ۱۲-۴ ماژول های قدیمی حافظه ی اصلی را نشان می دهد.



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

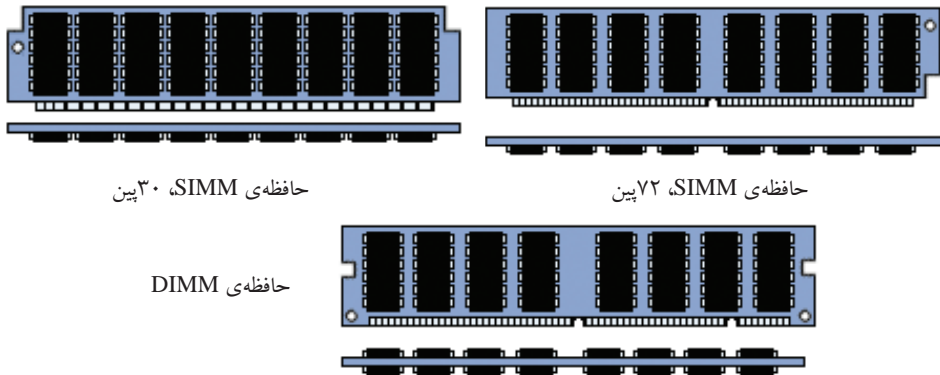


شکل ۱۲-۴ ماژول های قدیمی حافظه ی اصلی

۴-۳-۴ حافظه ی هم زمان با دستیابی تصادفی (SDRAM)

مهم ترین دغدغه های طراحان سخت افزار رایانه و شاید مهم ترین گلوگاه در طراحی های جدید، استفاده از پردازنده های پرسرعت و اتصال آن به حافظه ی اصلی است. این اتصال، مهم ترین گذرگاه در کل سیستم رایانه است. از طرفی حافظه های اصلی در سال های اخیر همچون سال های گذشته همان حافظه ی پویاست. همان طور که در فصل پردازنده بیان شد، یکی از راه های کاهش مشکل اختلاف سرعت پردازنده ها و حافظه های اصلی، استفاده از یک یا چند سطح حافظه ی نهان و با سرعت بالا از نوع حافظه ی ایستاست، ولی حافظه ی ایستا خیلی گران است و از طرفی، گسترش ظرفیت حافظه ی نهان از کارایی آن می کاهد.

با افزایش سرعت پردازنده و پهنای باند گذرگاه های سیستم و نیز افزایش ظرفیت حافظه ها، بانک های SIMM دیگر پاسخگوی نیاز سیستم نبودند و طراحان، استاندارد جدیدی برای رفع



حافظه ی SIMM، ۳۰ پین

حافظه ی SIMM، ۷۲ پین

حافظه ی DIMM

شکل ۴-۱۳ ماژول های مختلف حافظه ی RAM

نیازمندی های سیستم به نام DIMM^۱ ارایه کردند (شکل ۴-۱۳). این استاندارد در ابتدا دارای یک رابط ۱۶۸ پین بود و ماژول های حافظه ی این استاندارد به وسیله هم زمانی پالس ساعت خود با پالس ساعت سیستم می توانستند با سرعت انتقال داده ی بیشتر نسبت به حافظه های DIP و SIMM با پردازنده کار کنند.

با توجه به ملاحظات بالا، طراحان به فکر راه حل هایی برای افزایش سرعت حافظه ی پویا افتادند. حافظه ی SDRAM (شکل ۴-۱۴) یک نوع حافظه ی پویاست که کار تبادل داده با پردازنده را به صورت هم زمان^۲ و با استفاده از ساعت سیستم انجام می دهد. این راه حل باعث بهبود سرعت حافظه ی پویا شد که به Synchronous DRAM یا همان SDRAM معروف گردید.

برای ماژول های حافظه ی SDRAM تراشه های حافظه را در دو طرف برد مدار چاپی قرار می دهند



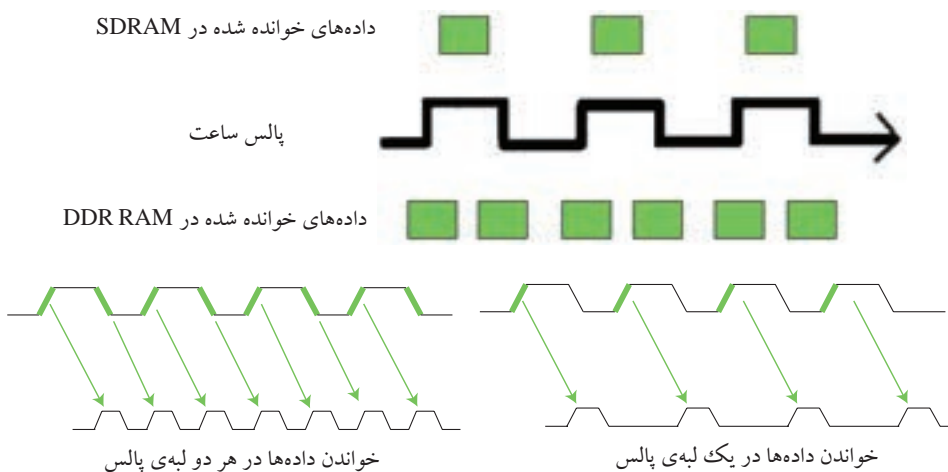
شکل ۴-۱۴ یک ماژول حافظه ی SDRAM

1. Dual Inline Memory Module
2. Synchronous

و دارای پهنای باند ۶۴ بیتی هستند. این نوع ماژول های حافظه در سیستم هایی با پردازنده های PII، PIII و PIV قابل استفاده هستند.

۵-۳-۴ حافظه ی پویا هم زمان با سرعت انتقال مضاعف^۱ (DDR DRAM)

فناوری دیگری که پا به عرصه ی رقابت گذاشت DDR است. برای هم زمان کردن ابزار منطقی، انتقال داده با آمدن لبه ی ساعت (Clock Edge) انجام خواهد شد. یک پالس ساعت زمانی مؤثر است که مقدار آن از صفر به یک تغییر کند یا برعکس. DDR DRAM ها از هر دو حالت ساعت یعنی لبه ی بالا رونده و لبه ی پایین رونده برای انجام عملیات استفاده می کنند یعنی بدون اضافه کردن فرکانس ساعت می توانند با استفاده از هر دو حالت تغییر ساعت، یک بار در لبه ی بالا رونده و یک بار در لبه ی پایین رونده، یعنی هنگامی که ساعت از صفر به یک و همین طور از یک به صفر تغییر می کند، سرعت انتقال داده ها را دو برابر کنند. این ماژول های حافظه در بانک های DIMM و با ۱۸۴ پین کار می کنند (شکل ۱۵-۴).



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

با مقایسه بین DDR RAM و SDRAM در می یابیم که از نظر ساختار داخلی هیچ تفاوتی ندارند و DDR RAM ها نسخه ی جدیدتری از SDRAM ها، با سرعتی دو برابر هستند. به عنوان مثال یک حافظه ی DDR با فرکانس ساعت ۱۰۰ مگاهرتز می تواند با فرکانس ۲۰۰ مگاهرتز عمل خواندن یا نوشتن داده ها را انجام دهد. پهنای باند حافظه ی DDR مانند SDRAM ها ۶۴ بیتی یا ۸ بیتی است. بنابراین می توان نتیجه گرفت که سرعت انتقال داده ی حافظه ی مثال فوق برابر است



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

با $1/6 \text{ GBps} = 200 \text{ MHz} \times 8 \text{ Byte}$. باید توجه کرد برای استفاده از DDR DRAM ها باید از برد اصلی با قابلیت پشتیبانی آن ها استفاده کرد. جدول ۴-۲ مشخصات تعدادی از ماژول های DDR DRAM را نشان می دهد. نمونه ای از ماژول حافظه ی DDR SDRAM را در شکل ۴-۱۶ مشاهده کنید.

جدول ۴-۲ مشخصات تعدادی از ماژول های DDR

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

۴-۳-۶ سرعت حافظه ی اصلی

فروشنده گان قطعات رایانه، فرکانس پالس ساعت را که حافظه با آن کار می کند، را به عنوان سرعت حافظه مطرح می کنند. ولی سرعت در حافظه به سرعت انتقال داده در یک ماژول حافظه گفته می شود که به پهنای باند آن و فرکانس پالس ساعت کاری آن بستگی دارد.

به عنوان مثال روی ماژول های حافظه ی DDR می توان دو نشانه به صورت DDRx و PCy پیدا کرد که عدد x در DDRx نشان دهنده ی ماکزیمم فرکانس پالس ساعتی است که حافظه می تواند با آن فرکانس کار کند، مانند DDR533 که نشان می دهد حافظه می تواند با فرکانس ۵۳۳ مگاهرتز کار کند. عدد y در PCy نشان دهنده ی سرعت انتقال داده های یک ماژول حافظه در یک ثانیه است. مانند PC4200 که نشان می دهد ماژول حافظه، داده ها را با سرعت ۴۲۰۰ مگابایت در ثانیه انتقال می دهد.

تمرین

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

۷-۳-۴ حافظه های DDR2 و DDR3

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



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

جدول ۴-۳ مشخصات تعدادی از ماژول های 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 حافظه های DDR، فرکانس کاری دو برابر فرکانس پالس ساعت ارایه شده در جدول هاست.

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



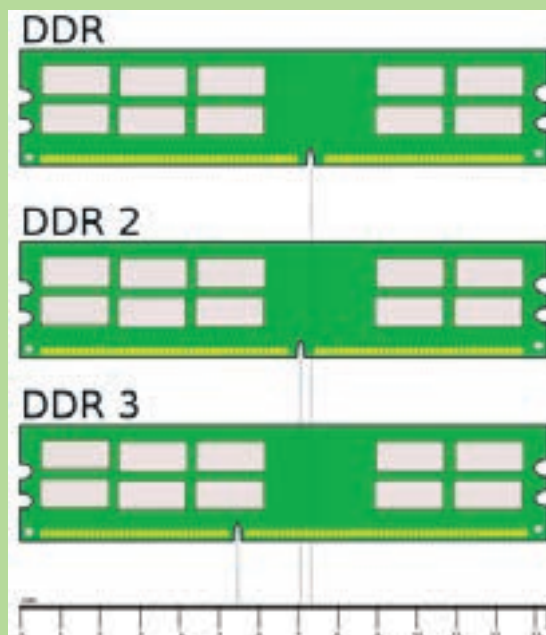
شکل ۴-۱۸ حافظه ی اصلی DDR3 با ظرفیت ۱ گیگابایت

جدول ۴-۴ مشخصات تعدادی از ماژول های 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

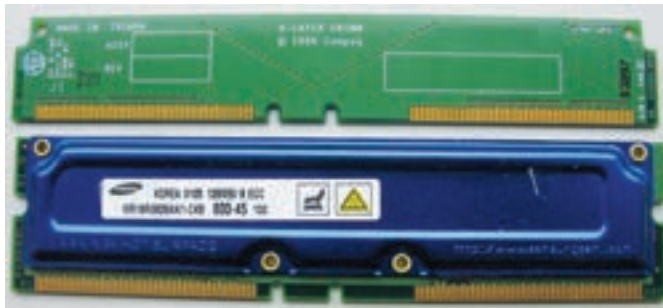
تفاوت مهمی که بین حافظه های DDR، DDR2 و DDR3 وجود دارد، مصرف انرژی آنهاست. ماژول های حافظه ی DDR3 از دو نوع دیگر، مصرف برق کمتری دارند در حالی که فرکانس کاری بیشتری نیز نسبت به بقیه دارند. هرچه فرکانس بالاتر باشد، سرعت انتقال داده ها نیز بیشتر است. مزیت ولتاژ پایین در رایانه های قابل حمل، باعث کاهش گرمای تولید شده توسط قطعات آن می شود و عمر باتری آن ها را نیز افزایش می دهد. شکل ۱۹-۴ ساختار هر سه نوع حافظه را نشان می دهد.



شکل ۱۹-۴ ساختار حافظه های DDR، DDR2 و DDR3

۸-۳-۴ حافظه ی RDRAM^۱

از سال ۱۹۹۹ حافظه های DRAM در طراحی جدید Rambus روی بردهای اصلی عرضه شد (شکل ۴-۲۰). در مقایسه با بانک های حافظه ی DIMM که دارای پهنای باند ۶۴ بیتی هستند، این طراحی دارای پهنای باند ۱۶ بیتی است. ماژول این حافظه از یک نوع گذرگاه داده ی خاص برای افزایش سرعت استفاده می کند. اما همان طور که گفته شد سرعت انتقال داده ها 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 حافظه ی اصلی، سرعت انتقال داده ها را به صورت فزاینده ای افزایش دهد. به عنوان مثال این ماژول حافظه می تواند با فرکانس پالس ساعت ۸۰۰ مگاهرتز کار کند و با توجه به پهنای باند ۱۶ بیتی (دو بیتی) که دارد، می توان نتیجه گرفت سرعت انتقال داده ی این ماژول برابر است با $1/6 \text{ GBps} = 800 \text{ MHz} \times 16 \text{ Byte}$.



شکل ۴-۲۰ ماژول Rambus

ماژول های حافظه ی RDRAM با استاندارد RIMM^۲ و با ۱۸۴ پین کار می کنند. بانک های این حافظه طوری طراحی شده اند که چند ماژول از این نوع حافظه می توانند به صورت هم زمان داده ارسال کنند. به عنوان مثال اگر از چهار بانک RIMM به طور هم زمان استفاده شود می توان $4 \times 1/6 \text{ GBps} = 6/4 \text{ GBps}$ سرعت انتقال داده را به دست آورد.

نکته

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

1. Rambus DRAM
2. Rambus Inline Memory Module

همان طور که در بخش برد اصلی گفته شد تمام اجزای یک رایانه به وسیله ی گذرگاه ها با پردازنده در ارتباط اند. حافظه ی اصلی نیز برای ارتباط با پردازنده و به دلیل اهمیت فراوان این ارتباط از گذرگاه سیستم استفاده می کند. هر یک از طراحی های حافظه مانند DIP ، SIMM ، DIMM دارای پهنای باند خاص خود هستند و هر کدام از این استانداردها، فرکانس پالس ساعت مخصوصی برای هم زمانی با گذرگاه سیستم و پردازنده دارد. انواع حافظه های RAM در جدول ۴-۵ مقایسه شده است.

۹-۳-۴ حافظه ی ویدئویی (Video RAM)

تصاویر ویدئویی قبل از این که روی صفحه نمایش ظاهر شوند، در نوع خاصی از حافظه ی DRAM ذخیره می شوند. این حافظه روی کارت آداپتور ویدئویی قرار دارد و مدارهای خاصی به طور مداوم داده های دیجیتال این حافظه را به سیگنال های مورد نیاز صفحه نمایش تبدیل و ارسال می کنند. این کار بدون دخالت پردازنده صورت می پذیرد و برای بالا بردن سرعت آداپتورهای ویدئویی صورت می گیرد. به این نوع خاص از حافظه ها ^۱MP DRAM (حافظه های دینامیکی چند گذرگاه) نیز گفته می شود. به این دلیل که این نوع از حافظه ها دارای امکان دستیابی به اطلاعات، به صورت تصادفی و سریال هستند و به طور هم زمان می توان هم در آنها نوشت و هم داده ها را از آنها خواند.

۱۰-۳-۴ انواع حافظه ی فقط خواندنی (ROM)^۲

حافظه ی فقط خواندنی، آن گونه که از نامش پیداست، حاوی داده هایی به صورت دائمی است که هیچگاه مقدار آن تغییر نمی کند و فقط می توان داده های آن را خواند. در این حافظه ها همانند حافظه های RAM، دستیابی به داده ها به صورت تصادفی است. ولی حافظه ی فقط خواندنی برخلاف RAM، ماناست، یعنی به منبع انرژی الکتریکی برای حفظ مقادیر داده در حافظه نیازی ندارد و این در حالی است که داده های ROM را می توان خواند ولی نمی توان داده ی جدیدی در آن نوشت. یک نوع به شکل حافظه ی فقط خواندنی مدار مجتمع^۳ است که در زمان ساخت، داده هایی در آن ذخیره می شود. این نوع از حافظه ها علاوه بر استفاده در رایانه های شخصی در سایر دستگاه های الکترونیکی نیز به خدمت گرفته می شوند.

1. Multi-Port Dynamic Random Access Memory

2. Read Only Memory (ROM)

3. Integrated Circuit (IC)

جدول ۵-۴ مقایسه ی انواع حافظه های RAM

ویژگی ها	ساختار برد اصلی	استاندارد بانک و نوع حافظه ی اصلی
تراشه های حافظه که به برد اصلی لحیم می شدند بانک حافظه ندارد	XT و اوایل AT	DRAM
رابط ۳۰ پین و ۷۲ پین پهنای باند هشت بیت به صورت دوتایی استفاده می شد تراشه های حافظه در یک طرف برد مدار چاپی	AT	SIMM DRAM
رابط ۱۶۸ پین پهنای باند ۶۴ بیتی تبادل داده با پردازنده به صورت همزمان و با استفاده از ساعت سیستم تراشه های حافظه در دو طرف برد مدار چاپی	ATX	DIMM SDRAM
رابط ۱۸۴ پین پهنای باند ۶۴ بیتی استفاده از هر دو حالت ساعت یعنی لبه ی بالا رونده و لبه ی پایین رونده	ATX	DIMM DDR DRAM
رابط ۲۴۰ پین پهنای باند ۶۴ بیتی حافظه های DDR2 دارای فرکانس پالس ساعت دو برابر حافظه های DDR	ATX	DIMM DDR2 DRAM
پهنای باند ۶۴ بیتی حافظه های DDR3 دارای فرکانس پالس ساعت دو برابر حافظه های DDR2	ATX	DIMM DDR3 DRAM
رابط ۱۸۴ پین پهنای باند ۱۶ بیتی	ATX	RIMM RDRAM

یکی از مزایای حافظه های فقط خواندنی این است که می تواند همانند حافظه های RAM به عنوان حافظه ای اصلی به کار رود، به این صورت که داده و یا دستورالعمل های برنامه در داخل حافظه ای فقط خواندنی می تواند به راحتی با پردازنده بدون نیاز به RAM ارتباط برقرار کند. به عنوان مثال BOIS سیستم در حافظه ای ROM قرار می گیرد که به آن ROM BIOS می گویند. از معایب آن نیز می توان به موارد زیر اشاره کرد:

– مرحله ی نوشتن داده روی حافظه ای فقط خواندنی زمان زیادی را صرف می کند و همیشه ثابت است و با فناوری های متفاوت نتوانسته اند تاکنون تغییر چندانی برای سرعت نوشتن در این حافظه ها ایجاد کنند.

– داده های ذخیره شده در این نوع حافظه ها غیر قابل تغییر است و به همین دلیل جایی برای اشتباه وجود ندارد. اگر فقط یک بیت از داده ها اشتباه باشد، باید ROM را دور انداخت. البته در مواردی که ذکر خواهد شد اعمال تغییرات در آن ها مستلزم انجام عملیات خاصی است.

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

ROM –

PROM –

EPROM –

EEPROM –

Flash Memory –

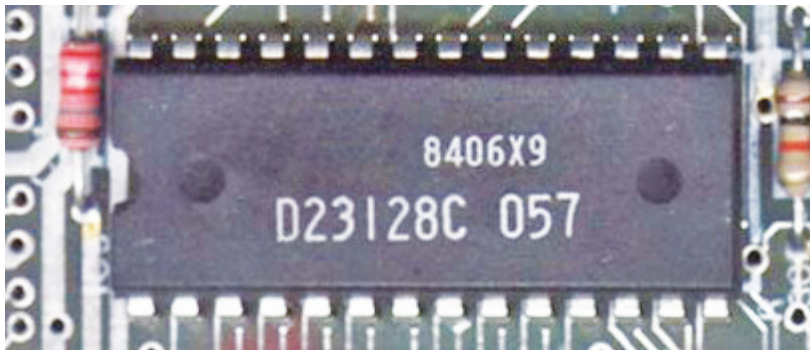
هر یک از انواع فوق ویژگی های منحصر به فرد خود را دارد .

• حافظه ی برنامه پذیر^۱ (PROM)

تولید و ساخت حافظه های فقط خواندنی در تعداد کم، هزینه ی بالایی دارد و وقت گیر است. به همین دلیل نوع دیگری از این حافظه ها طراحی شد که برنامه پذیرند و به آن ها PROM می گویند (شکل ۲۱-۴) و برای زمانی استفاده می شود که تعداد کمی ROM با محتوایی خاص مورد نیاز است، مثل قرارداد دادن برنامه ی عملکرد یک لباسشویی در یک حافظه.

PROM هم مثل ROM، ماناست و فقط می توان یک بار در آن نوشت. فرایند نوشتن بر روی PROM به صورت الکترونیکی انجام می شود که به تجهیزات خاصی نیاز دارد. حافظه های فقط خواندنی نسبت به RAM شکننده ترند و یک جریان حاصل از الکتریسیته ی

1. Programmable Read Only Memory (PROM)



شکل ۴-۲۱ حافظه ی PROM

ساکن می تواند باعث سوختن و یا تغییر مقدار داده ها شود. هنگام استفاده ی کاربردی از حافظه های ROM و PROM باید دقت کرد که در ادامه، نیازمند تغییرات در داده های آن نباشید. به همین دلیل، باید قبل از استفاده نیاز به اعمال تغییرات در آن ها بررسی شود، زیرا ضرورت اعمال تغییرات و اصلاحات در این نوع حافظه ها می تواند به صرف هزینه ی بالایی منجر گردد. نوع دیگری از حافظه ی فقط خواندنی، حافظه ی بیشتر خواندنی است و برای کاربردهایی است که در آن عمل خواندن خیلی بیشتر از نوشتن تکرار می شود و باید حافظه مانا باشد. سه نوع حافظه ی بیشتر خواندنی رایج است: EPROM، EEPROM و FLASH یا حافظه ی سریع.

• حافظه ی برنامه پذیر پاک شدنی^۱ (EPROM)

نوع دیگری از حافظه ی ROM، حافظه ی فقط خواندنی برنامه پذیر پاک شدنی است که مانند PROM به صورت الکترونیکی خوانده و نوشته می شود و برای پاک کردن اطلاعات روی آن از تابش نور ماورای بنفش استفاده می کنند و فرایند پاک شدن می تواند به دفعات زیاد تکرار شود. بنابراین EPROM را می توان چندین بار پاک کرد و مانند ROM و PROM داده ها را برای مدت طولانی نگهداری می کند. EPROM گران تر 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 داده های یک EPROM باید آن را از محلی که نصب شده است جدا کرد و به مدت چند دقیقه زیر اشعه ی ماورای بنفش دستگاه پاک کننده ی EPROM قرار داد. شکل ۴-۲۲ چند ماژول از حافظه ی EPROM را نشان می دهد.

1. Programmable Read Only Memory (PROM)



شکل ۲۲-۴ حافظه ی EPROM

• حافظه ی برنامه پذیر پاک شدنی الکتریکی (EEPROM)

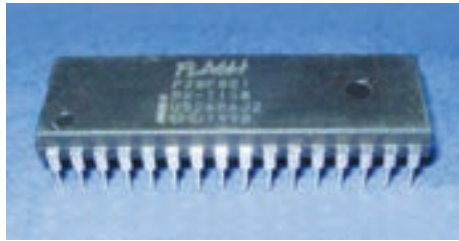
EEPROM حافظه ی فقط خواندنی برنامه پذیر پاک شدنی الکتریکی است که نوعی حافظه ی بیشتر خواندنی است و مزیت آن این است که می توان در هر زمان بدون پاک کردن داده ی قبلی، در آن داده ی جدید نوشت. EEPROM گران تر از EPROM است و در یک تراشه ی یکسان تعداد بیت های EEPROM کمتر از EPROM است.

با این که حافظه های EPROM موفقیت مناسبی نسبت به حافظه های PROM از نظر استفاده ی مجدد دارند، ولی همواره نیازمند به کارگیری تجهیزات خاص و دنبال کردن فرایندهای خسته کننده برای حذف و نصب مجدد آن ها در هر زمان است. علاوه بر این، برای اعمال تغییرات در یک حافظه ی EPROM در ابتدا باید تمام محتویات را پاک کرد. حافظه های EEPROM پاسخی مناسب به نیازهای موجود است. در حافظه های EEPROM تسهیلات زیر عرضه می گردد:

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

• حافظه ی 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 این که 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 ۴-۲۳).



شکل ۴-۲۳ 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 (شکل ۴-۲۴). در واقع در این نوع حافظه، همه‌ی کارها



شکل ۴-۲۴ حافظه‌ی فلش با ظرفیت ۴ گیگابایت



شکل ۲۵-۴ نوعی بایاس روی حافظه ی فلش

به صورت الکترونیکی صورت می پذیرد در صورتی که در حافظه های جانبی مانند دیسک سخت بیشتر کارها به صورت مکانیکی است، مانند حرکت هد یا موتور دیسک گردان های دیسک سخت یا دیسک نوری.

درحالی که تراشه ی BIOS رایانه، رایج ترین شکل استفاده از حافظه ی فلش است (شکل ۲۵-۴)، امروزه این حافظه های ذخیره ساز مانند Compact Flash و Smart Media به صورت فزاینده ای در دستگاه هایی نظیر دوربین های دیجیتال مورد استفاده قرار می گیرند. ویژگی های مهم حافظه ی فلش علاوه بر قابلیت جابه جایی راحت و یکپارچه بودن آن عبارت اند از:

– این حافظه بدون صدا کار می کند.

– اندازه و وزن بسیار کمی دارند.

حافظه ی فلش با وجود این ویژگی ها، به دلیل گران بودن تاکنون^۱ نتوانسته است جایگزین دیسک سخت شود.

۱۱-۳-۴ حافظه های نهان (Cache)

همان طور که اشاره شد زمانی که فرکانس پالس ساعت داخلی پردازنده ها توانست چندین برابر فرکانس پالس ساعت گذرگاه سیستم شود طراحان برای ایجاد تعادل بین سرعت پردازنده و سرعت انتقال داده ی حافظه ی اصلی، از نوعی حافظه به عنوان حافظه ی نهان (Cache) استفاده

۱. این کتاب در سال ۲۰۱۱ میلادی تألیف شده است و ممکن است با توجه به پیشرفت ها و توسعه ی فناوری ساخت حافظه ها، در آینده ی نزدیک شاهد این جایگزینی باشیم.

کردند. حافظه ی نهان یکی از حافظه های درون سیستم است. این حافظه، یک تراشه ی مستقل، یا بخشی از تراشه ی پردازنده است که می تواند داده ها یا دستورالعمل های سیستم را ذخیره کند. این حافظه از نوع حافظه ی ایستاست که دارای ویژگی های زیر است:

– مانند حافظه ی پویا نیاز به تازه سازی اطلاعات ندارد. پس می توان نتیجه گرفت که سرعت انتقال داده ها در این حافظه ها به نسبت حافظه های پویا بسیار بالاتر است.

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

– دستیابی به داده ها در این حافظه به روش دستیابی انجمی است. در دستیابی انجمی همان گونه که گفته شد دستیابی به داده ها با استفاده از آدرس خانه های حافظه و بخشی از محتوای آن صورت می گیرد، که روش بسیار سریعی است.

این حافظه ها ظرفیت های محدودی دارند و در پردازنده های گوناگون با ظرفیت های ۱۶ کیلوبایت، ۳۲ کیلوبایت و تا ۵۱۲ کیلوبایت و در مواردی تا ۱ مگابایت استفاده شده است. دلیل عدم توانایی طراحان در افزایش این حافظه ها این است که:

– به دلیل فناوری ساخت و استفاده از گیت های منطقی، سلول های حافظه ی ایستا نسبت به حافظه ی پویا فضای بیشتری اشغال می کنند. اگر ظرفیت حافظه ی نهان در داخل پردازنده زیاد شود، به دلیل فضای زیادی که اشغال می کند، پردازنده با محدودیت های بیشتری نسبت به اجزای دیگر روبه رو می شود.

– فناوری ساخت آن بسیار گران است.

– در حافظه هایی که براساس دستیابی انجمی به داده ها دسترسی پیدا می کنند، با افزایش ظرفیت، زمان دستیابی به داده ها نیز کندتر می شود به این دلیل که برای پیدا کردن محل حافظه ی مورد نظر باید تعداد مقایسه ی بیشتری با داده های مختلف حافظه انجام بگیرد.

بنابراین از حافظه ی نهان در سطوح مختلف و به صورت داخلی و خارجی نسبت به پردازنده استفاده می شود. حافظه ی نهان داخلی پردازنده سطح یک یا L1 نامیده می شود و حافظه ی نهانی که بیرون از پردازنده قرار می گیرد، در دو سطح L2 و L3 عرضه می شود که روی برد اصلی قرار دارند. امروزه حافظه ی نهان سطح دو و سه در داخل پردازنده قرار می گیرند.

حافظه ی نهان سریع ترین حافظه در میان حافظه های 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
- لازم نبودن ذخیره‌ی تمام داده‌ها در حافظه‌های اصلی
- نامانا بودن بیشتر حافظه‌های داخلی
- قابلیت جابه‌جایی حافظه‌های جانبی

انواع حافظه های جانبی را از نظر فناوری ساخت می توان به چهار دسته ی زیر تقسیم کرد:

- فناوری الکترومکانیکی: کارت و نوار منگنه شدنی
- فناوری الکترومغناطیسی: نوار مغناطیسی و دیسک مغناطیسی
- فناوری الکترواپتیک: دیسک نوری
- فناوری نیمه هادی: حافظه های جانبی قابل حمل

۴-۴-۱ فناوری الکترومکانیکی: کارت و نوار منگنه شدنی

کارت و نوار کاغذی می تواند محلی برای انتقال و ذخیره سازی داده ها باشد. داده ها به وسیله ی دستگاه ها و با استاندارد خاص روی کارت یا نوار کاغذی منگنه می شوند. استفاده از کارت و نوار کاغذی تقریباً منسوخ شده است و فقط در موارد خاصی مانند تصحیح سؤالات چند جوابی آزمون های مختلف استفاده می شوند. نمونه ای از کارت های منگنه را در شکل ۴-۲۶ مشاهده کنید.



شکل ۴-۲۶ نمونه ی کارت های منگنه شده

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 لایه ی فرومغناطیس پوشانده شده است و رسانه ی مناسبی برای پردازش ترتیبی برنامه های کاربردی و یا پردازش ترتیبی داده ها، مانند موسیقی یا فیلم است. نوارها به صورت فشرده اند و شرایط محیطی مختلف را به خوبی تحمل می کنند. در این نوارها داده ها به صورت ترتیبی قابل دستیابی هستند و حمل و انتقال و نگهداری آن ها ساده است و ارزان تر از انواع دیسک ها هستند. امروزه از نوارها تنها برای آرشیو و بایگانی داده ها استفاده می شود. به عبارت دیگر نوارها یکی از انواع حافظه های نوع سوم به شمار می آیند.



شکل ۲۷-۴ نوار مغناطیسی

• دیسک مغناطیسی

در سال ۱۹۵۷ شرکت آی بی ام اولین دیسک ذخیره سازی به نام دیسک ثابت^۱ RAMAC را تولید کرد که شامل ۵۰ صفحه ی ذخیره ساز بود. ظرفیت این ذخیره ساز در حدود ۵ مگابایت بود که در آن زمان ظرفیت بالایی به شمار می رفت. اندازه ی قطر این ذخیره ساز ۲۴ اینچ بود. شرکت آی بی ام اولین رایانه ی خود را که دارای دیسک سخت بود با نام RAMAC 305

1. Random Access Method of Accounting and Control



شکل ۴-۲۸ 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 (شکل ۴-۲۸). تلاش طراحان برای کوچک کردن اندازه‌ی این دیسک‌ها باعث شد تا در سال ۱۹۷۱ اولین دیسک 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^۱ 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 ۴-۲۹ و ۴-۳۰ 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^۲ 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 Device



شکل ۲۹-۴ نمای داخلی دیسک سخت

دیسک‌ها امروزه ظرفیت نگهداری صدها گیگابایت داده را دارد. این صفحات با سرعت ۵۴۰۰ تا ۷۲۰۰ دور در دقیقه می‌چرخند و هدهای خواندن و نوشتن در بالا و پایین این صفحات قرار می‌گیرند که می‌تواند داده‌ها را با سرعت مناسب انتقال دهند. هد خواندن و



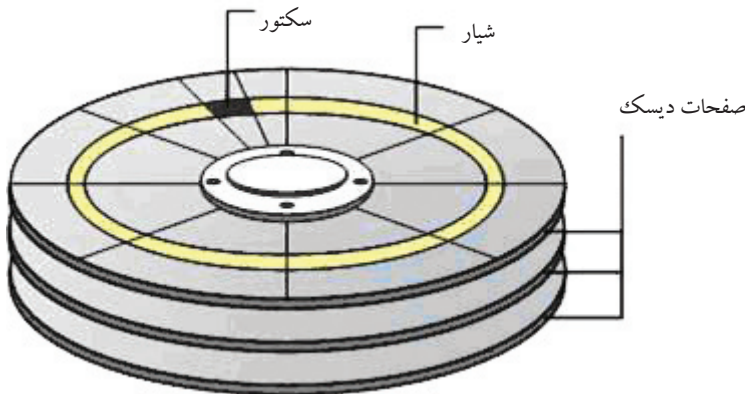
شکل ۳۰-۴ نمای نمونه‌ای از دیسک سخت

نوشتن می تواند در طول شعاع دیسک حرکت کند و هسته ای الکترومغناطیس بسیار ریزی را در سر خود دارد که با استفاده از آن می تواند داده ها را بخواند و یا داده های جدید را روی دیسک بنویسد. هدهای خواندن و نوشتن گران ترین قسمت دیسک سخت هستند و زمانی که جریان برق دیسک سخت قطع می شود، این هدها در مکان مخصوص قرار می گیرند. با این کار در زمان جابه جایی و لغزش دیسک سخت، به دیسک و هدها آسیبی وارد نمی شود (شکل ۴-۳۱).



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

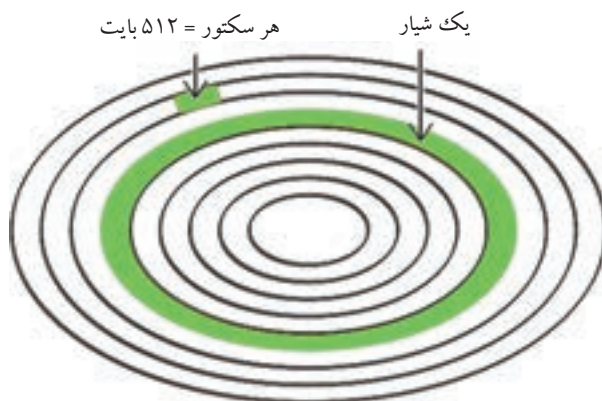
هر صفحه از دیسک سخت را به تعدادی دایره هم مرکز تقسیم می کنند و به فاصله ای ایجاد شده بین هر دو دایره، شیار^۱ می گویند (شکل ۴-۳۲). برای دسترسی آسان به هر شیار یک شماره اختصاص داده می شود. در دیسک های سخت که چند صفحه روی هم قرار می گیرند و شیارهای هم شماره با هم تشکیل یک استوانه^۲ را می دهند که به آن سیلندر گفته می شود. تعداد شیارها در



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

1.Track

2.Cylinder



شکل ۳۳-۴ شیارها و سکتورهای دیسک سخت

فلای دیسک ها حدود ۸۰ عدد و در دیسک های سخت به ۱۰۰۰ عدد هم می رسد. هر شیار را برای دستیابی سریع تر و آدرس دهی آسان تر به واحدهای کوچک تر تقسیم می کنند که به آن ها سکتور^۱ می گویند. سکتور کوچک ترین واحد از تقسیم بندی دیسک سخت است که توانایی ذخیره ی داده ها را تا ۵۱۲ بایت دارد (شکل ۳۳-۴).

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

اطلاعات ذخیره شده روی دیسک سخت در قالب مجموعه ای از فایل^۲ ها ذخیره می شوند. مجموعه ای از بایت ها که به نوعی در آن ها اطلاعاتی مرتبط به هم ذخیره شده است را **فایل** می نامند. به دلیل نیاز به بازیابی و دسترسی سریع کاربر و سیستم عامل به داده های فایل ها برای آن ها نام می گذارند 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 آن ها را برای استفاده ی پردازنده ارسال خواهد کرد.

1. Sector
2. File

فایل ها به بخش های کوچک تر تقسیم می شوند و دیسک سخت داده های هر فایل را در تعدادی سکتور قرار می دهد. در زمان بازیابی داده های یک فایل، دانستن این که فایل مورد نظر در چه سکتورهایی ذخیره شده اند بسیار مهم است. برای این که بتوان به سکتورهای به کار رفته برای نگهداری هر فایل به راحتی دسترسی پیدا کرد و از دست نروند از یک سیستم فایل استفاده می شود.

سیستم فایل بخشی از سیستم عامل است و دیسک سخت براساس توانایی ها و نوع طراحی آن سیستم فایل، ساختاردهی می شود که به آن فرمت (FORMAT) گویند. در سیستم عامل های قدیمی DOS و ویندوز از سیستم فایل FAT32 و در ویندوزهای ۲۰۰۰، NT و XP علاوه بر سیستم فایل FAT32 از NTFS نیز استفاده می شود. سیستم فایل برای سازماندهی فایل ها و حتی پوشه ها در ذخیره سازهای جانبی مانند دیسک سخت و دیسک فلاپی به کار برده می شود. برای کسب اطلاعات بیشتر در مورد فرمت دیسک به کتاب «سیستم عامل (جلد اول)» مراجعه کنید.

مطالعه ای آزاد

در سیستم فایل FAT32 امکان کد گذاری، فشرده سازی (در درس سیستم عامل با این موارد آشنا شده اید.) و تخصیص فضا در دیسک سخت وجود ندارد و کاربر فقط می تواند فایل یا پوشه ی مورد نظر خود را به اشتراک بگذارد. یکی از مشکلات مهم امنیتی در سیستم فایل FAT16 و FAT32 عدم توانایی در تعریف سطوح مجوز دسترسی به فایل ها و پوشه هاست که این امر می تواند به عنوان یکی از دلایل ناکارآمدی و غیر قابل اطمینان بودن این سیستم ها در شبکه باشد. بر همین اساس شرکت مایکروسافت سیستم فایل جدیدی تحت عنوان NTFS ایجاد کرد که از یک ساختار ۶۴ بیتی پشتیبانی می کند، از این رو کاربران می توانند فایل هایی با طول نام ۲۵۶ کاراکتر ایجاد کنند. این سیستم فایل به همراه نخستین نسخه ی Windows NT عرضه شد. سیستم فایل NTFS نسبت به سیستم فایل های Fat16 و Fat32 دارای مزایای زیادی است، به همین دلیل کاربران دیسک گردان دیسک های خود را به این روش فرمت می کنند.

مزایای سیستم فایل NTFS عبارت اند از:

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

از آن‌ها برای ذخیره‌ی اطلاعات استفاده نمی‌کند. در سیستم فایل 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 سیستم فایل‌های دیگر.

– **رمز نگاری فایل‌ها (File Encryption)** برای استفاده‌ی کاربران خاص از داده‌ها

– **امکان ذخیره‌سازی فایل‌های بزرگ‌تر از ۴ گیگابایت در دیسک.**

– **امکان فرمت پارتیشن‌های بزرگ‌تر از ۳۲ گیگابایت.**

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 ذخیره سازی داده ها بالاتر می رود و روی سطوح دیسک داده های 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، داده های بیشتری خوانده و یا نوشته می شوند و این یعنی سرعت انتقال داده ها در این دیسک سخت افزایش یافته است.

۳-۴-۴ فناوری الکترواپتیک: دیسک نوری

با ورود نرم افزارهای چند رسانه ای و بزرگ شدن نرم افزارهای کاربردی، شرکت های تولید کننده مجبور بودند برای عرضه ی محصولات خود از چندین دیسک فلاپی استفاده کنند. به عنوان مثال بسته ی نرم افزاری Office نسخه ی چهارم، روی ۳۱ عدد دیسک فلاپی به بازار آمد که هم تعداد زیاد دیسک ها قیمت را بالا می برد و هم نصب و راه اندازی نرم افزار مورد نظر کار ساده ای نبود. بنابراین، نیاز به فناوری جدیدی برای ساخت دیسک هایی با ظرفیت بالاتر و قابل جابه جایی احساس شد.

الف) دیسک فشرده

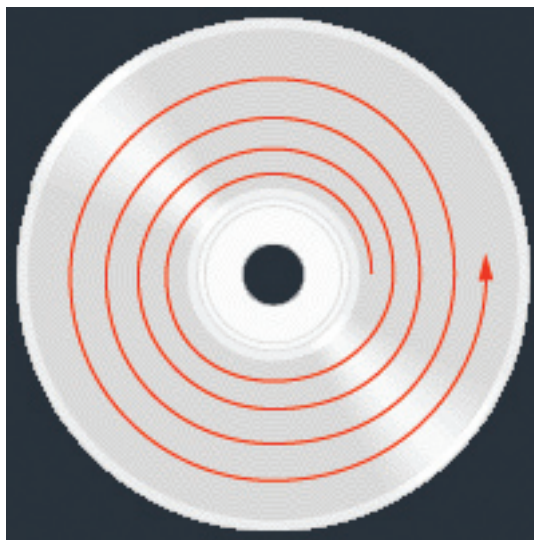


شکل ۳۴-۴ دیسک فشرده

در این زمان رسانه های ذخیره سازی دیسک فشرده^۱ توانست به عنوان محیط ذخیره سازی استاندارد برای جابه جایی حجم بالای اطلاعات مطرح شود. این رسانه های ذخیره ساز در زمینه های موسیقی، فیلم و نرم افزار، کاربرد فراوان دارند و شرکت ها، برای توزیع حجم بالایی از اطلاعات در بسته های معتبر از این رسانه ها بهره می برند. در این دیسک ها از نور لیزر برای خواندن و نوشتن داده ها استفاده می شود، به همین دلیل به آن ها دیسک نوری می گویند (شکل ۳۴-۴).

همان طور که مشاهده کردید در دیسک سخت، داده ها بر روی شیارهای هم مرکزی قرار می گیرند که هر کدام از این شیارها به بخش هایی به نام سکتور تقسیم می شوند و داده ها در این سکتورها ذخیره می شوند. در دیسک سخت، صفحات آن با سرعت ثابتی می چرخند و هد دستگاه با حرکت در عرض دیسک به همه ی داده ها دسترسی پیدا می کند.

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



شکل ۳۵-۴ شیار دیسک فشرده

می شود و به سمت خارجی دیسک ادامه می یابد ساختاردهی می کنند. این شیار را به سکتورهای مساوی^۱ تقسیم می کنند. هر قدر هد دستگاه به سمت خارج دیسک فشرده برود تعداد سکتورهای حافظه بیشتر می شود. 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 این که هد دستگاه در کجا قرار دارد.

• لایه های دیسک فشرده

دیسک فشرده از چندین لایه ایجاد می شود. پایین ترین لایه که زیرلایه ی دیسک نامیده می شود از جنس پلاستیک است که به طور معمول نوعی پلی کربنات است. مقاومت هر دیسک فشرده بیشتر به مقدار پلاستیک پلی کربنات تزریقی در آن بستگی دارد. سطح بالایی این لایه حاوی تورفتگی ها و بخش های مسطحی است که داده های مبنای دو را نگهداری می کند. بالاتر از این لایه، یک لایه ی فلزی و اغلب آلومینیومی بسیار نازک که عمل بازتاب اشعه ی لیزر را انجام می دهد قرار دارد و در نهایت یک لایه ی بسیار نازک وجود دارد که نقش محافظتی را برعهده دارد. در بسیاری از دیسک های فشرده یک لایه به عنوان برچسب نیز قرار می گیرد (شکل ۳۶-۴).

1. Zone Bit Recording (ZBR)



شکل ۴-۳۶ لایه های دیسک فشرده

زمانی که نور لیزر به سطح دیسک فشرده تابیده می شود، هنگام برخورد با فرورفتگی ها و بخش مسطح دیسک، منعکس می شود. نوری که به فرورفتگی ها برخورد می کند در بازگشت، مسیر کوتاه تری به نسبت نور منعکس شده از بخش مسطح می پیماید و همین تفاوت مبنای تشخیص صفر و یک بودن داده ها است (شکل ۴-۳۷).



شکل ۴-۳۷ فرورفتگی های دیسک فشرده

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

CD-R: در این نوع دیسک فشرده، داده ها یک بار نوشته می شوند و بعد از آن قابل تغییر و یا بازگشت به حالت اولیه نیستند.

CD-RW^۱: این نوع دیسک فشرده امکان ذخیره و نوشتن مجدد داده را فراهم می کند و در واقع می توان بیشتر از چند صدم بار داده ها را روی آن ذخیره کرد.

ب) دیسک ویدئویی همه کاره^۲ (DVD)

طی چند سال گذشته برای عرضه ی فیلم ها با کیفیت بسیار بالا نسخه ای از دیسک های فشرده

1. Compact Disc - ReWritable

2. Digital Video Disk or Digital Versatile Disk(DVD)

طراحی شد که به آن دیسک ویدئویی همه کاره (DVD) می گویند. به دلیل هزینه ی پایین تولید این رسانه ی ذخیره سازی جدید نوری، امروزه بیشتر فیلم ها با کیفیت و حجم بالا روی این رسانه به بازار عرضه می شوند.

دیسک ویدئویی بسیار شبیه دیسک فشرده است ولی گنجایش بسیار بالایی برای ذخیره ی داده ها دارد. در واقع یک دیسک ویدئویی استاندارد بیش از هفت برابر دیسک فشرده ی نوری ظرفیت دارد. دیسک های ویدئویی از چند لایه ی پلاستیکی پلی کربنات ساخته می شوند و بعد از هر لایه ی پلاستیکی، یک لایه ی فلزی برای انعکاس نور لیزر ایجاد می شود. بعد از ساخته شدن تمامی لایه ها، هر کدام با یک لایه ی محافظ پوشانده می شوند و در نهایت با استفاده از نور مادون قرمز به هم فشرده تر می شوند.

دیسک های ویدئویی در دو قالب یک طرفه^۱ و دو طرفه^۲ تولید می شوند و در هر طرف می توان آن ها را به صورت تک لایه^۳ و یا دو لایه^۴ تولید کرد.

دیسک های ویدئویی از نظر فناوری ذخیره ی داده ها در دو نوع زیر هستند:

– DVD-R: امکان ذخیره و نوشتن داده را یک بار به کاربر می دهد و قابل تغییر و یا بازگشت به حالت اول نیست.

– DVD-RW: امکان ذخیره و نوشتن مجدد داده را بیش از چند صد بار به کاربر می دهد.

دیسک های ویدئویی از نظر دستیابی به داده ها می توانند به روش دستیابی تصادفی طراحی شوند که به آن DVD-RAM می گویند. اما همان گونه که می دانید به دلیل استفاده از دیسک های ویدئویی برای ذخیره ی فیلم، طراحی آن ها به صورت دستیابی ترتیبی نیز می تواند باشد که به آن ها DVD-ROM و یا DVD-R می گویند.

• دیسک گردان های دیسک های نوری

هر ذخیره ساز جانبی برای نوشتن و یا خواندن اطلاعات به دستگاهی به نام دیسک گردان نیاز دارد. دیسک فشرده و دیسک ویدئویی هر کدام دیسک گردان های خاص خود را برای خواندن و نوشتن دارد.

در گذشته کاربران اغلب به استفاده از دیسک های فشرده ی آماده و تهیه شده توسط شرکت های مختلف نیاز داشتند. به همین دلیل دیسک گردان های 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

داده های کاربران و ایجاد قابلیت های بیشتر در سیستم های نرم افزاری، دیسک گردان هایی با توانایی خواندن و نوشتن داده ها در اختیار کاربران قرار گرفت که به آن ها CD ReadWrite و یا به اختصار CDRW می گویند.

هر دیسک گردان دیسک فشرده دارای چند بخش اصلی است:

- یک موتور که باعث چرخش دیسک می شود.
- یک سیستم لیزر و لنز که انعکاس نور لیزر از سطح دیسک فشرده را دریافت می کند و داده های موجود بر روی دیسک فشرده را می خواند.
- یک مکانیزم ردیابی برای این که پرتو لیزر قادر به دنبال کردن شیارهای حلزونی روی دیسک فشرده باشد.

دیسک گردان های دیسک ویدئویی نیز مانند دیسک گردان دیسک های فشرده عمل می کنند و البته هر کدام از آن ها این قابلیت را دارند که دیسک های فشرده را نیز بخوانند و یا بنویسند. دیسک گردان های 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 ماورای بنفش) گرفته شده است که برای خواندن و نوشتن بر روی یک نوع دیسک به همین نام استفاده می شود. یکی از مزایای استفاده از لیزرهای ماورای بنفش قابلیت ذخیره سازی داده ی بیشتر بر روی دیسک های نوری است.

دیسک بلو-ری (Blu-Ray) با قطر ۱۲ سانتی متر و به صورت تک لایه قادر به نگهداری ۲۵ گیگابایت اطلاعات است. و در صورت استفاده از دیسک های دو لایه می توان تا ۵۰ گیگابایت اطلاعات را در آن ها ذخیره کرد (شکل ۳۹-۴).



شکل ۳۹-۴ دیسک گردان بلو-ری

دیسک های بلو-ری دارای دو نوع هستند:

۱- **BD-R**: تنها یک بار در آن نوشته می شود و سپس فقط می توان اطلاعات را از آن خواند و قابلیت تغییر داده ها یا برگرداندن آن را به حالت اول ندارد.

۲- **BD-RE**: می توان اطلاعات را چندین بار روی آن نوشت و یا اطلاعات آن را پاک کرد. تمامی دیسک گردان ها در قسمت پشت خود یک کانکتور برای برق، یک کانکتور برای اتصال به برد اصلی با استفاده از رابط های مختلف (IDE، SATA و SCSI)، تعدادی جامپر برای تنظیم Master و Slave در رابط های IDE و تنظیم شماره ی LUN در رابط های SCSI دارند. واسطه ها نحوه ی اتصال دیسک گردان به برد اصلی را مشخص می کنند. چند نوع واسطه برای این ارتباط عبارت اند از:

SCSI –

IDE (ATA) و EIDE –

SATA –

USB –

۴-۴-۴ فناوری نیمه هادی - رسانه های ذخیره سازی قابل حمل^۳

برخی از حافظه های جانبی دارای این ویژگی مهم هستند که می توان آنان را به راحتی جابه جا نمود و از داده های ذخیره شده روی آن ها در مکان های متفاوتی استفاده کرد. به این نوع از حافظه ها، حافظه های قابل حمل گفته می شود. فناوری ایجاد حافظه های قابل حمل از گذشته تاکنون دست خوش تحولات فراوانی شده است و فناوری های متعددی به منظور تولید رسانه های

1. Blu-Ray Disk-Read

2. Blu-Ray Disk-Read/Erase

3. Removable Memory

ذخیره سازی قابل حمل ایجاد شده است. امروزه می توان روی این نوع از حافظه ها (دیسک، کاست، کارت و ...) صدها مگابایت و یا چندین گیگابایت اطلاعات را ذخیره کرد.

• کاربردهای حافظه های قابل حمل

- عرضه و جابه جایی نرم افزارهای تجاری
- تهیه ی نسخه ی پشتیبان (Backup) از اطلاعات مهم
- انتقال داده ها و اطلاعات بین دو یا چند رایانه
- بایگانی و ذخیره ی نرم افزار و یا اطلاعاتی که از آن ها به طور دائم استفاده نمی شود .
- ایمن سازی داده هایی که ضرورت ندارد سایر افراد به آنان دسترسی داشته باشند.
- رسانه های ذخیره سازی قابل حمل را می توان به سه گروه عمده تقسیم کرد :
- **حافظه های مغناطیسی:** مانند فلاپی دیسک یا نوار مغناطیسی
- **حافظه های نوری:** مانند CD، DVD و BD
- **حافظه های نیمه هادی Solid state**

حافظه های مغناطیسی و حافظه های نوری در قسمت های قبلی گفته شده اند. اما حافظه های نیمه هادی Solid state امروزه کاربرد فراوان پیدا کرده است و در ادامه به آن پرداخته می شود.

• حافظه های فلش



استفاده از حافظه های فلش (شکل ۴-۴۰) روشی سریع و آسان برای افزایش فضای ذخیره سازی در اختیار کاربران قرار می دهند. این نوع دستگاه ها با استفاده از ویژگی های Plug & Play به سادگی و از طریق یک درگاه USB به رایانه متصل می شود. زمانی که رایانه روشن است می توان یک حافظه ی فلش را به درگاه USB متصل و یا از آن جدا کرد.

پس از اتصال حافظه ی فلش به درگاه USB رایانه و شناسایی آن توسط سیستم عامل

شکل ۴-۴۰ حافظه ی فلش با ظرفیت ۳۲ گیگابایت

و نصب نرم افزارهای ضروری، می توان به سادگی فایل های مورد نظر را روی آن ذخیره کرد. قدرت حافظه های فلش برگرفته از درگاه های USB است. از حافظه ی فلش USB به منظور اشتراک اطلاعات بین رایانه ها و استفاده از فایل ها و اسناد مورد نظر در منزل و یا محل کار استفاده می شود. حافظه های فلش دارای ظرفیت های متفاوتی بوده و می توانند تا چندین گیگابایت باشند.

نحوه ی استفاده از حافظه های فلش، همانند دیسک سخت قابل حمل بوده و پس از اتصال آن ها به درگاه USB رایانه امکان استفاده از آن فراهم می شود. در این رابطه به کابل های اضافه و یا آداپتور خاصی نیاز نیست.

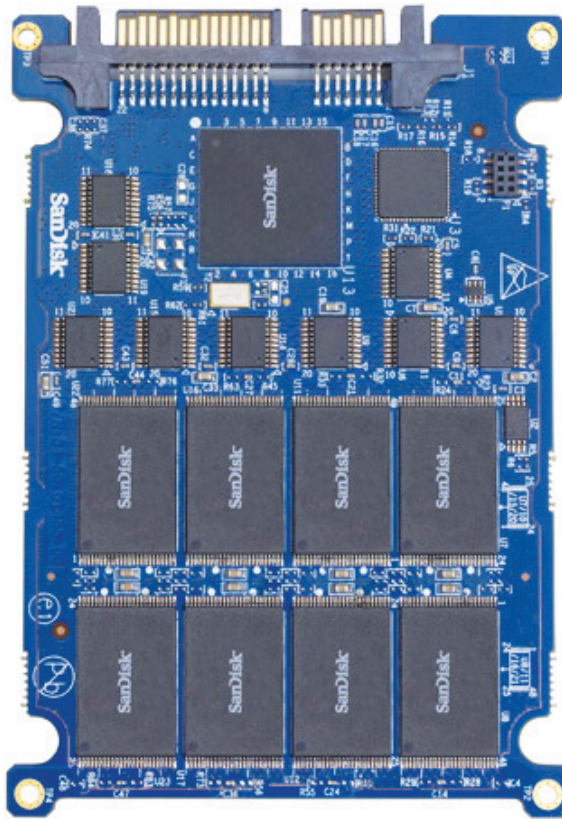
● حافظه های نیمه هادی (Solid state)

نیمه هادی ها (Solid state) یک فضای ذخیره سازی برای اطلاعات است که از نیمه رساناهای حالت جامد ساخته می شوند. حافظه ی فلش از جدیدترین دستگاه های ذخیره سازی اطلاعات است که از این فناوری بهره می برد. سلول های حافظه ی استفاده شده در این نوع دستگاه ها از نوع نیمه هادی بوده و می توان هزاران بار اطلاعاتی را روی آن نوشت و یا حذف کرد (شکل ۴-۴۱).

حافظه های نیمه هادی^۱، از متداول ترین نوع حافظه های قابل حمل هستند که از آن ها در دستگاه های کوچکی نظیر دوربین های دیجیتال، رایانه های دستی PDA و یا حافظه ی فلش استفاده می شود.

در چند سال گذشته افزایش حجم ذخیره سازی و کاهش قیمت دیسک های سخت، باعث کاربرد فراوان و محبوبیت آن ها شده است، در صورتی که کارایی پایین، آسیب پذیری در مقابل صدمات فیزیکی، مصرف توان بالا و ابعاد بزرگ این نوع حافظه ها، موجب شده تا با استفاده از فناوری نیمه هادی و توسعه ی آن، راهکار جدیدی برای جبران این کمبودها عرضه شود. رسانه های ذخیره سازی SSD یکی از این محصولات جدید هستند.

حافظه های SSD وسیله ای برای ذخیره سازی داده هاست که برای نگهداری اطلاعات و فایل های کاربران و جابه جایی برنامه های کاربردی رایانه، همانند دیسک های سخت به کار برده می شوند. این حافظه برای ذخیره سازی اطلاعات از تعدادی تراشه ی حافظه ی فلش استفاده می کنند که در کنار هم و روی یک برد قرار می گیرند (شکل ۴-۴۱).



شکل ۴-۴۱ حافظه نیمه هادی و مجموعه ای از تراشه های حافظه ی فلش

همان طور که قبلاً گفته شد، حافظه های فلش نوعی حافظه ی EEPROM است که در آنها دسترسی به داده ها به صورت تصادفی صورت می پذیرد. حافظه های SSD اطلاعات را مانند حافظه های فلش به صورت الکتریکی ذخیره می کنند. هیچ قطعه ی مکانیکی در حافظه های SSD وجود ندارد، بنابراین به سه دلیل می توان گفت که سرعت انتقال داده ها به نسبت دیسک سخت بیشتر است:

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

– در دیسک سخت برای خواندن هر داده ابتدا باید زمانی صرف شود تا هد دستگاه به خانه ی مورد نظر برسد. ولی به دلیل نداشتن هیچ قطعه ی مکانیکی، در حافظه های SSD زمان خاصی لازم نیست تا هد دستگاه به محل ذخیره ی اطلاعات برسد و داده ها به سهولت و سرعت در دسترس هستند.



شکل ۴-۴۲ حافظه ی SSD با ظرفیت ۳۲ و ۱۲۸ گیگابایت

– دستیابی به داده ها در حافظه های SSD به صورت تصادفی است و در دیسک سخت به روش مستقیم است.

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

نکته

در حافظه های SSD، داده ها در تراشه های حافظه ذخیره می شوند نه در صفحات دیسک، مانند دیسک سخت، بنابراین استفاده از عبارت دیسک SSD صحیح نیست.

• اجزای حافظه SSD

در حافظه های SSD سه قسمت اصلی وجود دارد:

- تراشه های حافظه ی فلش
- مدار کنترلر یا SOC^۱
- حافظه ی میانگیر: که یک چیپ حافظه ی SDRAM با توان مصرفی پایین است که برای افزایش سرعت تبادل اطلاعات بین کنترلر و گذرگاه برد اصلی مورد استفاده قرار می گیرد. در طراحی این حافظه از گذرگاه SATA به دلیل قابلیت ها و سرعت بالای آن استفاده می شود.

۴-۵ رابط ذخیره سازهای جانبی (Interface)

رابط ذخیره سازهای جانبی (مانند دیسک سخت) به مجموعه ای از قطعات فیزیکی و منطقی، و قوانین حاکم بر آن ها گفته می شود که ارتباط دستگاه جانبی با گذرگاه رایانه را برقرار می کند.

1. System On a Chip

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.

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

۲-۵-۴ انواع رابط (Interface)

دیسک های سخت به طور دائم از نظر ظرفیت ذخیره سازی و سرعت انتقال داده ها در حال توسعه اند و این امر باعث تولید نمونه ها و طراحی های مختلفی از دیسک سخت شده است که هر کدام برای اتصال به برد اصلی نیاز به کنترلر خاصی دارند. مهم ترین عامل تفاوت بین رابط های متفاوت، نوع طراحی آن ها است. ذخیره سازهای جانبی مانند دیسک سخت، دیسک نوری، فلاپی برای ارتباط با رایانه و انتقال داده از رابط های متفاوتی استفاده می کنند.

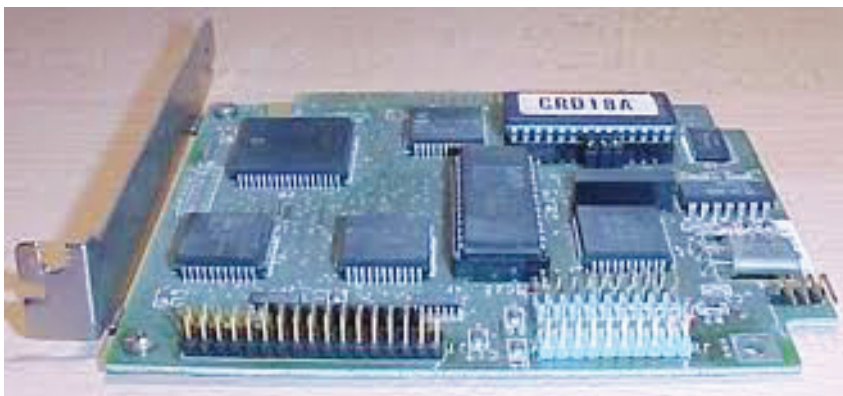
اولین رابط دیسک سخت در رایانه (شکل ۴-۴۴) به نام ST-506 بود که امروزه منسوخ شده است. در این رابط تمام بخش های الکترونیکی در کارت کنترلر قرار داشت. هنگام ارتباط دیسک سخت با کنترلر، داده به صورت سیگنال های آنالوگ ارسال می شد. در واقع داده ها به صورت صفر و یک ارسال نمی شدند و به همین دلیل ارسال داده ها با سرعت بالا باعث ایجاد اختلال می شد.

برای جلوگیری از اختلال در داده ها، سعی شد که در طراحی بعدی داده ها به صورت دیجیتال برای برد اصلی ارسال شود. به همین دلیل بخشی از کنترلر را که وظیفه اش خواندن داده های آنالوگ و تبدیل آن ها به داده های دیجیتال بود، در خود دیسک قرار دادند. به این ترتیب ارسال داده ها به صورت دیجیتال صورت پذیرفت. به این رابط ESDI^۱ گفتند (شکل



شکل ۴-۴۴ اولین دیسک سخت در رایانه های شخصی به نام ST-506 و کارت های رابط آن (بالایی در رایانه های XT و پایینی در رایانه های 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.



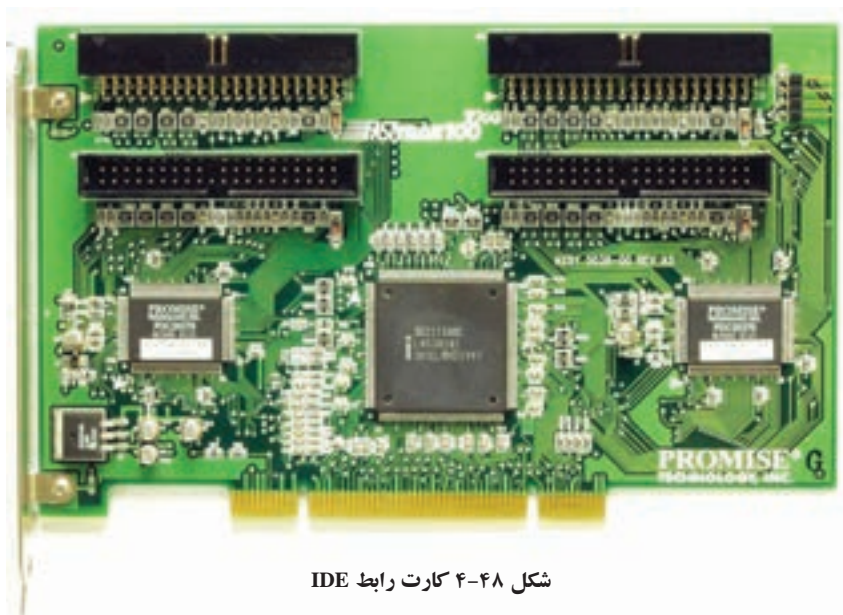
شکل ۴-۴۶ کانکتور اسکازی روی دیسک سخت خارجی

● رابط IDE^۱

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^۲ 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 دیسک گردان‌ها 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

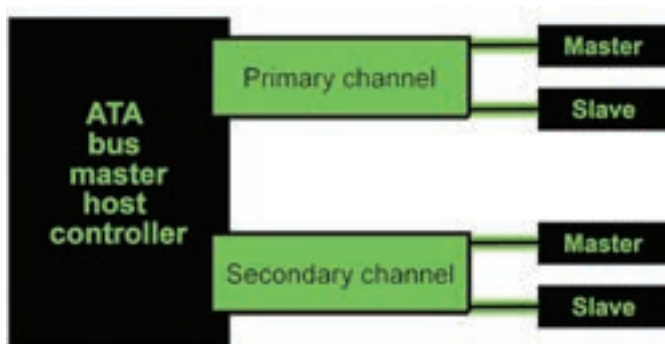


شکل ۴۸-۴ کارت رابط IDE

1. Integrated Drive Electronics

2. AT Attachment

روی بردهای اصلی دو 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 ۴-۴۹).



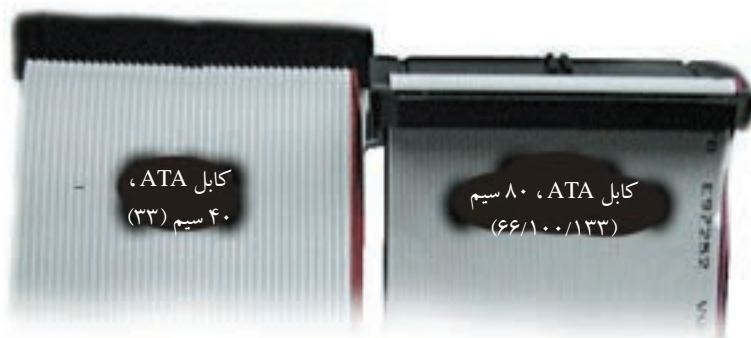
شکل ۴-۴۹ کانال‌های کنترلر ATA

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

داشته باشید، در این زمان برای پشتیبانی و پاسخگویی به نیازمندی های سخت افزاری برای انجام این کار، به یک کابل با پهنای باند بیشتر نیاز است. به همین دلیل نسخه ی جدیدی از کابل ATA عرضه شد که دارای ۸۰ سیم است.

البته باید اشاره کرد که دیسک های سخت دارای کابل های استاندارد ۴۰ پایه هستند ولی در این نسخه ی جدید از کابل ها، متناظر با هر کدام از پین های قبلی یک پین جدید ایجاد و آن را به زمین وصل می کنند. این کار در زمان انتقال با سرعت بسیار زیاد و مقدار بالای داده ها، باعث کاهش نویز می شود و در عمل نیز پهنای باند را افزایش می دهد (شکل ۵۰-۴).



شکل ۵۰-۴ کابل های ۴۰ و ۸۰ سیم ATA

کنجکاوی

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

در سال ۱۹۸۶ سرعت انتقال داده ها به وسیله ی دیسک گردان ها در حدود ۱/۳ مگابایت بر ثانیه بود. علاوه بر این حداکثر گنجایش دیسک سخت نیز ۵۰۰ مگابایت بود. یکی از معایب عمده ی رابط IDE طی آن سال ها این بود که این رابط ها نمی توانستند سایر دیسک گردان ها را، مانند دیسک های نوری پشتیبانی کنند. بنابراین طراحان به فکر اصلاح سیستم IDE افتادند.

• رابط IDE پیشرفته یا EIDE^۱

تلاش برای بهبود سرعت عملکرد و انعطاف پذیری رابط IDE به ایجاد رابط EIDE منجر شد. در EIDE تسهیلات جدید زیر منظور شده است:
- پشتیبانی بیش از دو دستگاه جانبی میسر شد.

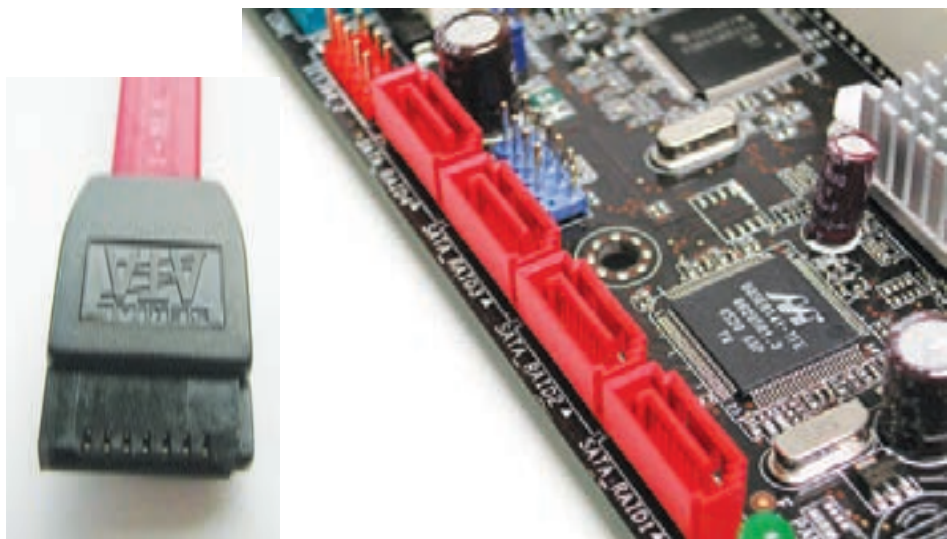
1. Enhanced IDE (EIDE)

- سرعت انتقال داده‌ها بیشتر شد.
- دیسک‌گردان‌هایی با ظرفیت بیشتر پشتیبانی شدند.
- 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، 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 ۴-۵۱ 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 ۴-۵۱ رابط و کابل SATA نسخه‌ی یک

● رابط اسکازی (SCSI Interface)

رابط IED یا ATA تنها برای ارتباط دستگاه های جانبی خاصی طراحی شده اند (مانند فلاپی و دیسک گردان های دیسک سخت یا دیسک نوری). در واقع می توان به آن ها **رابطی در سطح دستگاه** گفت که تنها می توانند از دستگاه هایی 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 آن ها را با رایانه برقرار کرد. به این رابط، **رابط در سطح سیستم** می گویند. رابط اسکازی نوعی رابط سطح سیستم است که می تواند دستگاه های جانبی متنوعی مانند دیسک سخت، اسکنر، دیسک گردان نوری و غیره را کنترل کند. رابط اسکازی بر خلاف IDE مستقل از دستگاه است و دستگاه های جانبی تحت کنترل خود را به عنوان واحدهای منطقی و نه فیزیکی در نظر می گیرد. به عبارت دیگر دستگاه جانبی متصل شده به اسکازی به عنوان نوعی جعبه سیاه دیده می شود که عملکرد فیزیکی آن و نحوه عمل آن به هیچ وجه مورد توجه رابط اسکازی نیست و تنها مانند یک واحد منطقی است که دستور ها را دریافت کرده و پاسخ ها را برمی گرداند. شکل ۵۲-۴ یک کارت اسکازی را نشان می دهد.

در بیشتر دستگاه های جانبی مبتنی بر طرح اسکازی بخش کنترلر نیز وجود دارد و به همین دلیل به آن ها دستگاه جانبی اسکازی **توکار** گویند. در سایر دستگاه های جانبی که از کنترلر داخلی اسکازی بهره مند نیستند، برای استفاده از رابط اسکازی به کنترلر خارجی به



شکل ۵۲-۴ کارت رابط اسکازی SCSI

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^۱ 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 دیسک گردان 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 دیسک گردان که با نام خاصی از حروف الفبا مشخص شده است دسترسی داشته باشد.

• آرایه‌ی چندگانه‌ی دیسک‌های مستقل^۲ (RAID)

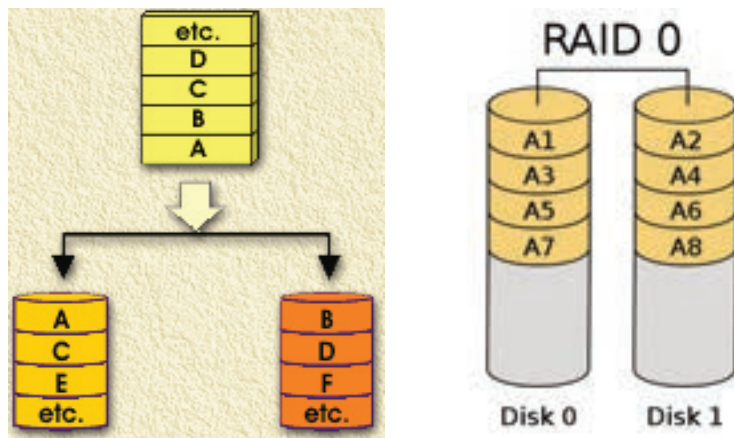
میزان پیشرفت و بهبود عملکرد در دیسک‌های سخت نسبت به پردازنده و حافظه‌ی اصلی خیلی کمتر بوده است. این عدم توازن باعث شده است که روش‌های ذخیره‌سازی داده‌ها در دیسک سخت مورد توجه قرار گیرد، زیرا پیشرفت بیشتر در رفتار و عملکرد کل سیستم به توسعه و پیشرفت همه‌ی اجزای سیستم به صورت موازی بستگی دارد. تلاش محققان 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

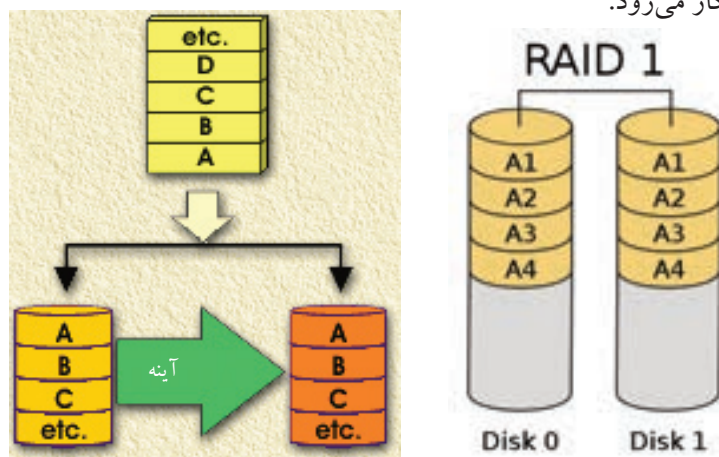
2. Redundant Array of Independent Disk (RAID)



شکل ۵۳-۴ RAID0

RAID1 : در این روش، پشتیبان گیری از داده ها اولویت بیشتری دارد. به همین دلیل داده ها در هر دو دیسک سخت به طور مشابه ذخیره می شوند. در واقع یکی از دیسک های سخت نقش آینه را برای دیسک سخت دیگر دارد و اطلاعات آن، کپی اطلاعات دیسک اصلی است (شکل ۵۴-۴).

گذرگاه IDE در طبقه بندی گذرگاه های سیستم، جزو گذرگاه های خارجی محسوب می شود و در سیستم از آن به منظور ارتباط دستگاه هایی مانند دیسک گردان های سخت، نوری و ... استفاده می شود. در سیستم های امروزی به طور معمول دو کانکتور IDE برای برقراری ارتباط بین ۴ دستگاه جانبی وجود دارد ولی در پاره ای از سیستم ها تعداد این کانکتورها ۴ عدد است که دو کانکتور به عنوان IDE، و دو کانکتور اضافی برای استفاده تحت عنوان RAID به کار می رود.



شکل ۵۴-۴ RAID1

پژوهش

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

۴-۶ حافظه ی مجازی^۱

برخی از برنامه‌ها و فایل‌ها ممکن است تا حدی بزرگ باشند که در حافظه‌ی اصلی ننجند 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 ۴-۵۵ پنجره‌ی تنظیمات حافظه‌ی مجازی در سیستم‌عامل ویندوز XP را نشان می‌دهد.



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

خلاصه ی فصل

هر وسیله ای که توانایی حفظ و نگهداری داده ها را به گونه ای داشته باشد که اجزای رایانه بتوانند در هر زمان به داده های آن دسترسی داشته باشند، حافظه نام دارد. هر سیستم رایانه ای با سلسله مراتبی از انواع حافظه ها مجهز می شود تا تمام فرایندهای رایانه را به صورت بهینه پاسخ دهد.

حافظه های رایانه به دو دسته ی کلی تقسیم می شوند:

- حافظه ی اصلی (اولیه - درونی)
- حافظه ی جانبی (ثانویه - خارجی)
- ویژگی های مهم حافظه عبارت اند از:
- محل استقرار حافظه
- حافظه ی نامانا و مانا
- ظرفیت حافظه
- آدرس دهی حافظه
- روش های دستیابی به داده های حافظه
- کارایی حافظه

هر سلول از حافظه ی نیمه هادی که به بیت معروف است، دارای خواص زیر است:

- هر سلول حافظه دو حالت از خود به نمایش می گذارد که از این دو حالت برای تعیین صفر و یک بودن آن بیت استفاده می شود.
- می توان حداقل یک بار در آن نوشت که این کار با تعیین وضعیت سلول ها (بیت ها) امکان پذیر است.

- به راحتی می توان وضعیت صفر یا یک بودن این سلول ها را مشخص کرد که این کار همان خواندن حافظه است.

رایج ترین نوع حافظه با دستیابی تصادفی را RAM می گویند و سلول های حافظه ی آن بلافاصله قابل دسترسی هستند و به همین دلیل به آن ها Random Access می گویند. نقطه ی مقابل RAM را SAM می نامند که داده ها را به صورت سریال مانند نوار کاست نگهداری می کند. کاربرد حافظه های SAM بیشتر به صورت حافظه ی میانگیر است.

RAM ها دو نوع دارند:

- حافظه ی پویا (Dynamic RAM (DRAM)

– حافظه ی ایستا (Static RAM (SRAM

حافظه ی فقط خواندنی ROM، آن گونه که از نامش پیداست، حاوی داده هایی به صورت دائمی است که هیچگاه مقدار آن تغییر نمی کند و فقط می توان داده های آن را خواند. به عنوان مثال BOIS سیستم در حافظه ی ROM قرار می گیرد که به آن ROM BIOS می گویند. حافظه های ROM از لحاظ فناوری استفاده شده، دارای انواع زیر است:

ROM –

PROM –

EPROM –

EEPROM –

Flash Memory –

حافظه ی نهان یکی از حافظه های درون سیستم است. این حافظه از نوع حافظه ی ایستا است، که دارای ویژگی های زیر است:

– مانند حافظه ی پویا نیاز به تازه سازی اطلاعات ندارد.

– دستیابی به داده ها در این حافظه به روش دستیابی انجمنی است.

حافظه های جانبی حافظه هایی هستند که از آن ها برای ذخیره ی داده ها برای مدت طولانی استفاده می شود. علت های استفاده از حافظه های جانبی عبارت اند از:

– محدود بودن ظرفیت حافظه های داخلی

– گران بودن رسانه های ذخیره سازی سریع

– لازم نبودن ذخیره ی تمام داده ها در حافظه های اصلی

– نامانای بودن بیشتر حافظه های داخلی

– قابلیت جابه جایی حافظه های جانبی

انواع حافظه های جانبی را از نظر فناوری ساخت می توان به چهار دسته ی زیر تقسیم کرد:

– فناوری الکترومکانیکی: کارت و نوار مگنه شدنی

– فناوری الکترومغناطیسی: نوار مغناطیسی و دیسک مغناطیسی

– فناوری الکترواپتیک: دیسک نوری

– فناوری نیمه هادی: دیسک های قابل حمل

رابط ذخیره سازهای جانبی (مانند دیسک سخت) به مجموعه ای از قطعات فیزیکی و منطقی،

و قوانین حاکم بر آن ها گفته می شود که ارتباط دستگاه جانبی با گذرگاه رایانه را برقرار می کند. به طور کلی این رابط ها دارای سه بخش هستند:

- یک کنترلر که کارهای دیسک سخت را کنترل می کند.
 - یک واسط که دیسک سخت را به برد اصلی وصل می کند.
 - یک کابل که این دو (کنترلر و واسط) را به هم وصل می کند.
- رابط ذخیره سازهای جانبی دارای انواع مختلفی هستند:

- رابط IDE

- EIDE

- رابط SATA

- رابط اسکاژی

فناوری RAID، که در آن چند دیسک سخت را در کنار هم قرار می دهند و با شیوه های مختلف داده ها را در آن ها ذخیره می کنند، امکاناتی نظیر افزایش سرعت، پشتیبان گیری هم زمان روی یک یا چند دیسک و ... در اختیار کاربر قرار می دهد، و روش های متفاوتی (RAID5، RAID1، RAID0) برای استفاده از دیسک های سختی که در کنار هم قرار می گیرند 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 هر کدام 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 طور کامل 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 هر کدام 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 سریع تر 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؟ هر کدام 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 هر کدام 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.