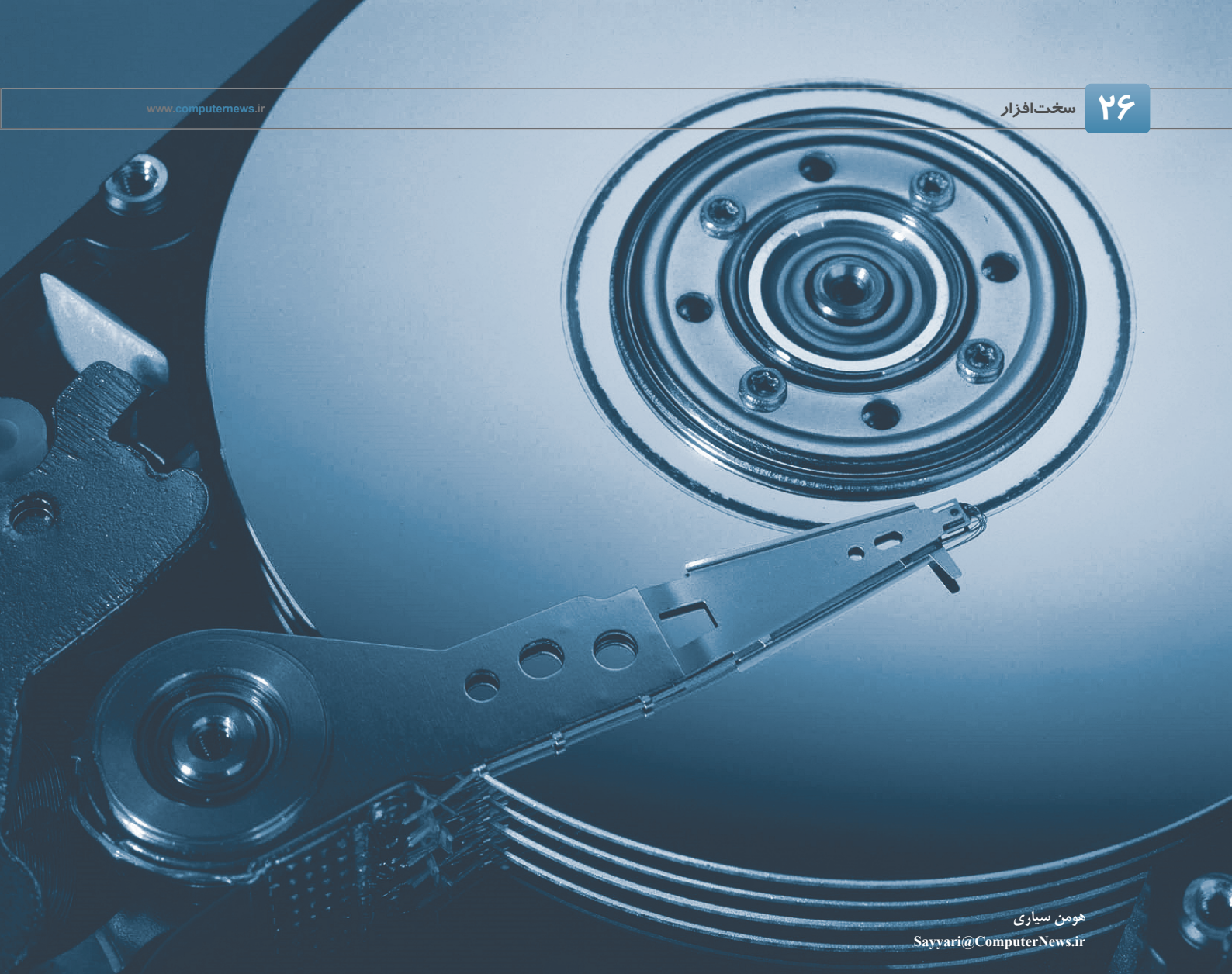




هومن سیاری

Sayyari@ComputerNews.ir

سفری به اعماق هارددیسک

{ در خصوص همین مقاله، فیلمی در لابراتوار رایانه خبر تهیه شده که در دی‌وی‌دی همین شماره قرار دارد }

را باز کرده و دل و روده آن را بیرون بریزیم! برد سبزرنگ زیر هارددیسک را که به کانکتورهای SATA و برق منتهی می‌شود «**بورد مدار چاپی**» یا PCB می‌نامند. روی PCB کلیه اجزا و قطعات الکترونیکی لازم برای عملکرد صحیح هارددیسک گنجانده می‌شود.

قاب آلومینیومی مشکی‌رنگ زیر PCB با همه محتویات داخلش را «**مجموعه هد و دیسک**» یا HDA می‌نامند. به خودقاب به تنهایی «**پایه**» یا Base گفته می‌شود (شکل ۱). حالا PCB را باز می‌کنیم تا نگاهی به اجزا و قطعات الکترونیکی زیر آن بیندازیم (شکل ۲).

قلب PCB در واقع بزرگ‌ترین چیپ روی آن است که «**واحد میکرو کنترلر**» یا MCU نامیده می‌شود. روی هارددیسک‌های جدید MCU معمولاً شامل یک CPU قوی است که کلیه محاسبات و پردازش‌های خواندن و نوشتن را انجام می‌دهد. در فرایند خواندن، سیگنال‌های آنالوگ خوانده‌شده از هد به اطلاعات دیجیتال تبدیل می‌شوند و در فرایند نوشتن، اطلاعات دیجیتال به سیگنال‌های آنالوگ قابل نوشتن روی دیسک تبدیل می‌شوند. همچنین MCU پورت‌های

اغلب کاربران کامپیوتر هارددیسک را فضایی برای ذخیره دائمی اطلاعات می‌دانند و تمام آن چیزی که از هارددیسک می‌دانند، در ظرفیت و سرعت آن خلاصه می‌شود. همه ما به دنبال هارددیسکی با ظرفیت بیشتر و سرعت چرخش بالاتر هستیم. هارددیسک ۲ ترابایت از هارددیسک ۱ ترابایت بهتر و هارددیسک با سرعت چرخش ۷۵۰۰ دور در دقیقه سریع‌تر از هارددیسک با سرعت چرخش ۵۴۰۰ دور در دقیقه است. هر چند همین قدر اطلاعات برای بیشتر کاربران کافیست، اما عطش نکته‌بینان و جستجوگران را برطرف نمی‌کند. همه ما رانندگی بلدیم، اما چند نفر از ما با کارهای مکانیکی هم آشناست؟

این مقاله برای رانندگانی نوشته شده که قصد یادگیری مکانیکی را هم دارند! در این مقاله قصد داریم با قسمت‌های اصلی هارددیسک و کاربرد آنها آشنا شویم و نام‌ها و اصطلاحات آن را بیاموزیم. برای این منظور مجبور شدیم یک هارددیسک

مانع از آسیب دیدگی بیشتر دیسک می شود، اما در عمل این طور نیست! روی بعضی از هارددیسک ها از این سنسورها برای تشخیص لرزش های خفیف استفاده می شود و سیگنال های ارسالی از سنسور به VCM منجر به تنظیم حرکت هدها می گردد. این گونه هارددیسک ها معمولا دو سنسور شوک دارند.

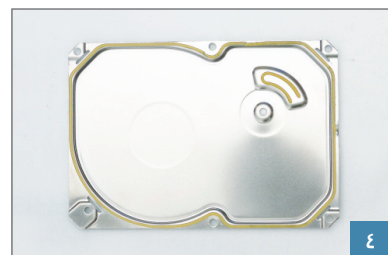
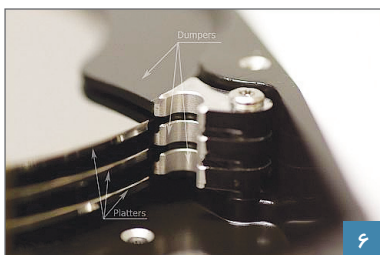
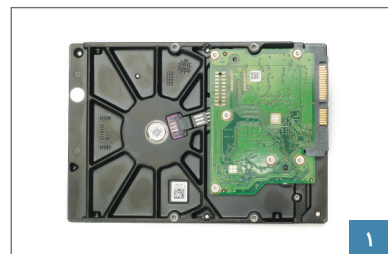
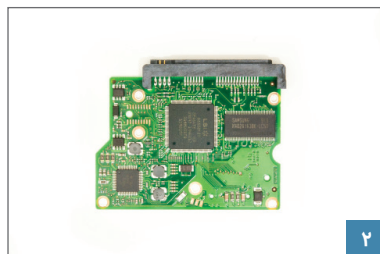
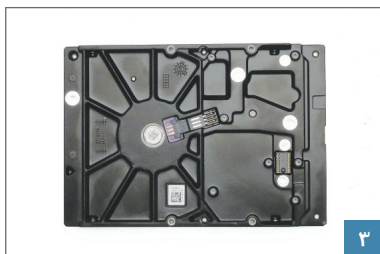
قطعه محافظتی دیگری که در هارددیسک ها استفاده می شود «**دیود خنثی کننده ولتاژ لحظه ای**» یا **دیود TVS** نام دارد. این دیود هارددیسک را از نوسان شدید برق منبع تغذیه کامپیوتر محافظت می کند. وقتی دیود TVS نوسان برق منبع تغذیه را تشخیص می دهد، بلافاصله می سوزد و یک اتصال کوتاه بین کانکتور برق و گراند برقرار می گردد. معمولا دو دیود TVS روی PCB قرار دارد که برای محافظت در برابر ولتاژ ۵ و ۱۲ ولت در نظر گرفته می شوند.

حال می خواهیم نگاهی به HDA داشته باشیم (شکل ۳). وقتی مورد را باز می کنیم، می توانیم محل اتصال هدها و موتور را که زیر PCB پنهان شده اند ببینیم. همچنین سوراخی که به سختی دیده می شود را مشاهده

ورودی و خروجی برای کنترل هر داده ای دارد که در PCB انتقال پیدا می کند و به رابط SATA منتقل می شود.

چیپ دیگر «**چیپ حافظه**» است که از نوع حافظه های DDR است. اندازه آن هم همان چیزی است که تحت عنوان بافر هارددیسک یا کش (Cache) می شناسیم. اندازه متداول کش برای هارددیسک های امروزی ۱۶، ۳۲ یا ۶۴ مگابایت است. قاعدتا قرار است این مقدار حافظه به عنوان یک حافظه کمکی بین رم کامپیوتر و هارددیسک عمل کند، اما واقعیت این است که تمام این حافظه برای این منظور استفاده نمی شود، بلکه بخشی از آن توسط CPU برای بارگذاری firmware مورد استفاده قرار می گیرد. فقط هیتاچی و IBM هستند که مقدار کش واقعی را نمایش می دهند و بقیه برندها عددی که به عنوان کش نمایش می دهند، مجموع حافظه کش و حافظه مورد استفاده firmware است.

چیپ دیگری که روی PCB قرار دارد، «**کنترلر موتور کوئل صوتی**» یا **کنترلر VCM** است. این چیپ پرمصرف ترین چیپ روی PCB است. این چیپ



می کنیم. این سوراخ را «**سوراخ هوا**» یا **Breath hole** می نامند. شاید شما هم این شایعه قدیمی را شنیده باشید که می گویند داخل هارددیسک و کیوم است. خوب این درست نیست! هاردها از این سوراخ برای متعادل کردن فشار داخل و خارج HDA استفاده می کنند. انتهای این سوراخ به یک فیلتر منتهی می شود تا هوای تمیز و خشک وارد هارددیسک شود.

حالا می خواهیم نگاهی به زیر بدنه فلزی هارددیسک بیندازیم. برای این منظور باید این کلاه خود فلزی را از سر هارددیسک برداریم (شکل ۴).

این کلاه خود هیچ چیز قابل توجهی ندارد. فقط یک قطعه استیل با زه پلاستیکی است تا از ورود گرد و غبار به داخل هارددیسک جلوگیری کند. حال می خواهیم

حرکت هدها و دوران موتور محوری را کنترل می کند. هسته VCM می تواند تا دمای ۱۰۰ درجه سانتی گراد را تحمل کند!

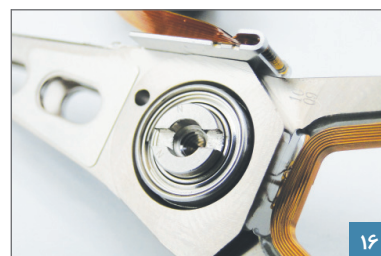
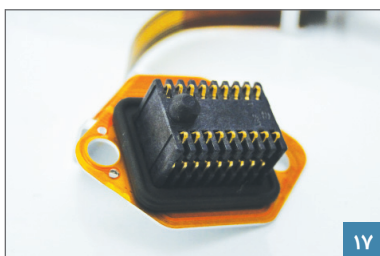
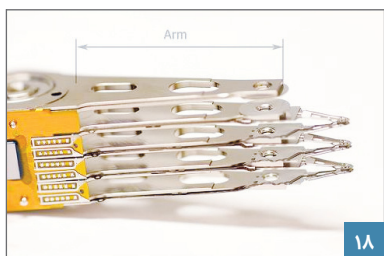
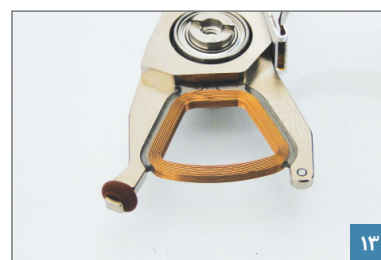
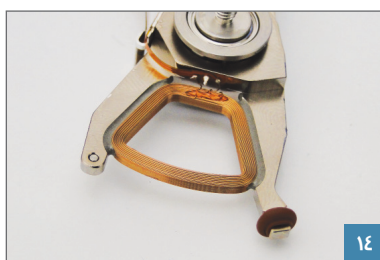
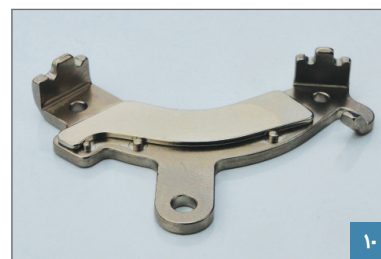
«**چیپ فلش**» بخشی از firmware دیسک را در خود نگه می دارد. وقتی برق وارد درایو می شود (کامپیوتر روشن می شود)، MCU محتویات این چیپ را خوانده و در چیپ حافظه لود می کند. گاهی هیچ چیپ فلشی روی PCB دیده نمی شود و این بدان معناست که محتویات چیپ فلش در خود MCU گنجانده شده است.

«**سنسور شوک**» می تواند شوک های بیش از اندازه مجاز را تشخیص داده و سیگنالی را به کنترلر VCM ارسال کند. کنترلر VCM فوراً هدها را پارک می کند و گاهی اوقات درایوها را از حرکت باز می ایستاند. در تئوری این سنسور

داخل HDA را ببینیم (شکل ۵).

هارددیسک‌ها از آهنربای بسیار قدرتمند نئودیموم استفاده می‌کنند. چون این آهنربا به شدت قوی است، می‌تواند تا ۱۳۰۰ برابر وزن خود را بلند کند و ضربات سنگینی را وارد کند (بنابراین انگشت خود را بین آهنربا و استیل یا آهنربای دیگر نگذارید). یک «متوقف‌کننده HSA» روی آهنربا قرار دارد. این متوقف‌کننده حرکت HSA را محدود می‌کند تا هدها محکم با «گیره پلاتر» یا Platters Clamp برخورد نکنند و از طرف دیگر با سطح پلاترها تماس پیدا نکنند. متوقف‌کننده HSAها ممکن است ساختار متفاوتی داشته باشند اما همیشه ۲ تا از آنها وجود دارد و روی تمام هارددیسک‌های امروزی تعبیه شده‌اند.

اطلاعات ارزشمند ما روی پلاترها ذخیره می‌شود. پلاترها از آلومینیوم صیقل یافته و یا شیشه ساخته می‌شوند و با چندین لایه از مواد مختلف شامل لایه فرومغناطیسی پوشانده می‌شوند که وظیفه ذخیره داده‌ها را بر عهده دارند. بخشی از پلاتر توسط دامپر پوشانده می‌شود. دامپرهای گاهی با نام جداکننده هم نامیده می‌شوند که بین پلاترها قرار می‌گیرند و نوسانات هوا و نویزهای صوتی را کاهش می‌دهند. معمولاً دامپرهای آلومینیومی یا پلاستیک ساخته می‌شوند. دامپرهای آلومینیومی برای خنک کردن هوای داخل HDA بهتر عمل می‌کنند.



حال به زیر آهنربای فوقانی نگاهی می‌اندازیم (شکل ۱۱).

«کویل صوتی» یا voice coil بخشی از HSA است. کویل صوتی و آهنرباها موتور کویل صوتی یا VCM را تشکیل می‌دهند. VCM و HSA هم بخش «محرک» یا Actuator را می‌سازند. بخش محرک وظیفه حرکت دادن به هدها را بر عهده دارد. Actuator latch قطعه پلاستیکی مشکی‌رنگی است که وظیفه محافظت را بر عهده دارد. این قطعه وقتی درایو در حالت پارک نیست و هدها در حالت عادی هستند، HSA را آزاد می‌کند و وقتی درایو متوقف می‌شود HSA را از حرکت باز می‌دارد و مانع از حرکت ناخواسته HSA می‌شود.

حال می‌خواهیم نگاهی به نمای خارجی HSA بیندازیم (شکل ۱۲). HSA دارای «یاتاقان» (سطح اتکا یا bearing) بسیار دقیقی است که منجر به حرکت نرم و دقیق می‌گردد. بزرگ‌ترین قسمت HSA از بخش آلومینیومی به نام «بازو» یا Arm تشکیل شده است. هدها از طریق بخشی به نام HGA به بازو

شکل بعدی پلاترها و دامپرهای را از زاویه بهتری نمایش می‌دهد (شکل ۶).

هدها روی محلی به نام «پشته نصب هد» یا HSA قرار می‌گیرند. معمولاً ناحیه پارک هدها نزدیک محور چرخش قرار دارد و اگر هارددیسک روشن نباشد هدها در این ناحیه قرار می‌گیرند (شکل ۷).

هارددیسک مکانیسم بسیار دقیقی دارد و برای اینکه بتواند درست کار کند، نیازمند این است که هوای بسیار تمیزی درون آن باشد. در طول کار هارددیسک ممکن است اجزای بسیار کوچک فلز یا روغن داخل آن پدیدار شود. برای از بین بردن آنها از یک فیلتر تصفیه یا Recirculation filter استفاده می‌شود. این فیلتر فوق پیشرفته حتی کوچک‌ترین اجزای مزاحم را به صورت دائمی جمع‌آوری و جذب می‌کند. این فیلتر در مسیر گردش هوای تعبیه شده برای دوران پلاترها قرار داده شده است (شکل ۸).

حال می‌خواهیم آهنربای فوقانی را برداریم تا نگاهی به زیر آن بیندازیم (شکل ۹ و ۱۰).

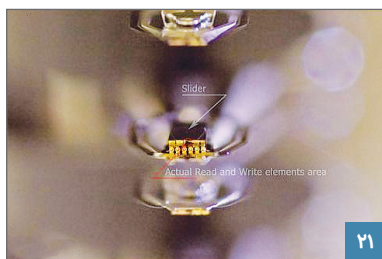
است. این چیپ هدها و سیگنال‌های تقویت‌شده به یا از آن را کنترل می‌کند (شکل ۲۲). دلیل اینکه چرا چیپ تقویت‌کننده داخل HDA قرار دارد خیلی ساده است، چرا که سیگنال‌های دریافتی از هد بسیار ضعیفند و در فرکانسی حدود یک گیگاهرتز خوانده می‌شوند. اگر این چیپ خارج از HDA باشد، چنین سیگنال‌های ضعیفی قابل بازیافت نیستند.

حال دامپر را برمی‌داریم تا به زیر آن نگاهی بیندازیم (شکل ۲۳). شکل ۲۴، HDA را بدون دامپر بالایی و HSA نشان می‌دهد.

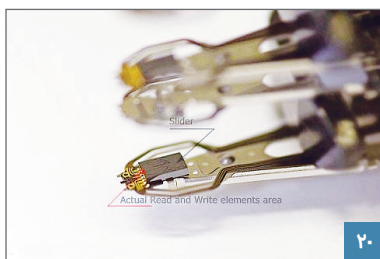
متصل می‌شوند. هدها و بازوها معمولاً توسط تولیدکنندگان متفاوتی ساخته می‌شوند. حالا نگاهی دقیق‌تر به اجزای HSA داریم (شکل‌های ۱۳، ۱۴، ۱۵ و ۱۶).

در شکل ۱۷ محل اتصال HSA نمایش داده شده است. واشر مانع نفوذ هوا می‌شود. تنها راهی که برای انتقال هوا به داخل HDA وجود دارد، از طریق «سوراخ تنفس» است. معمولاً کانتکت‌ها با لایه نازکی از طلا پوشانده می‌شوند تا اتصال بهتری برقرار گردد.

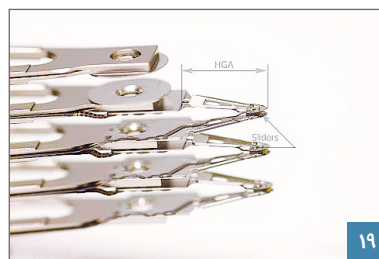
در شکل‌های ۱۸ و ۱۹ ساختار بازو و HGA به شکل دقیق‌تری نمایش داده شده است. اشیای کوچک مشکی‌رنگ سر HGA را «اسلایدر» یا Slider می‌نامند. در بخشی از



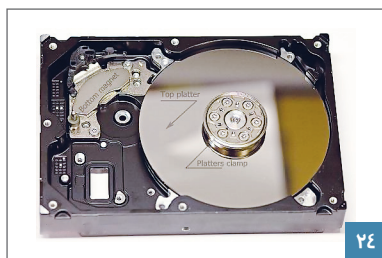
۲۱



۲۰



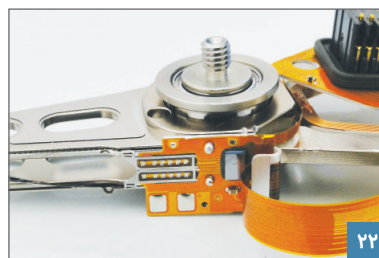
۱۹



۲۴



۲۳



۲۲



۲۷



۲۶



۲۵

در این جا پلاتر بالایی پوشش ندارد و می‌توان آهنربای پایینی را دید. در این بخش گیره پلاتر را برمی‌داریم (شکل ۲۵). گیره پلاتر باعث می‌شود پلاترها محکم و فشرده در محل خودشان قرار گیرند و حرکت اضافی نداشته باشند. پلاترها حول محور قرار می‌گیرند و گیره پلاتر منجر به ایجاد فاصله معینی بین پلاترها می‌شود. در شکل ۲۶ پلاتر دوم و دامپر دوم نمایان می‌شود. و سرانجام کلیه پلاترها را در می‌آوریم تا زیر آنها را ببینیم. در شکل ۲۷ فیلتر هوا در نمایی نزدیک‌تر دیده می‌شود. چون هوای بیرون ذرات گرد و غبار فراوانی دارد، این فیلتر چندلایه بوده و خیلی ضخیم‌تر از فیلتر تصفیه است. این فیلتر مقداری ماده جاذب رطوبت هم دارد تا رطوبت احتمالی داخل هارددیسک را جذب کند. به این ترتیب است که هارددیسک می‌تواند با این سطح از ظرافت کارایی بسیار بالایی داشته باشد. ■

مراجع اسلایدرها را همان هد نامیده‌اند، در حالی که این گونه نیست، بلکه اسلایدر به واحد خواندن و نوشتن کمک می‌کند تا روی سطح پلاتر راحت‌تر حرکت کند. فاصله هدها تا سطح پلاترها حدود ۵ تا ۱۰ نانومتر است. جالب است بدانید قطر موی انسان حدود ۲۵۰۰۰ نانومتر است. اگر هر ذره‌ای زیر اسلایدر قرار بگیرد، منجر به افزایش ناگهانی دمای هد شده (به دلیل اصطکاک) و آن را از بین می‌برد. این جا است که به اهمیت تمیز کردن هوا در HDA پی می‌بریم. واحد واقعی خواندن و نوشتن در انتهای اسلایدر قرار می‌گیرد و آنها به قدری کوچکند که فقط با یک میکروسکوپ به خوبی دیده می‌شوند (شکل ۲۰).

سطح اسلایدر تخت نیست و یک شیار آئروپدینامیک شکل دارد. این شیار به اسلایدر کمک می‌کند با ارتفاع مشخصی روی پلاتر حرکت کند. هوای زیر اسلایدر موجب ایجاد پدیده‌ای به نام ABS می‌شود که این ABS منجر به حرکت اسلایدر به موازات پلاتر می‌شود (شکل ۲۱).

بخش مهم دیگری که در HSA وجود دارد، «پیش‌تقویت‌کننده» یا preamplifier