



ساعت	
نظری	عملی
۳	۳

### اهداف رفتاری:

در پایان این فصل از هنرجو انتظار می‌رود که بتواند:

۱. مفهوم صدا و عوامل موثر بر فرآیند تولید آن را بیان نماید؛
۲. مشخصات اصلی صوت را نام برده و توضیح دهد؛
۳. عملکرد ابزارهای ADC و DAC را در صدای دیجیتال بیان کند؛
۴. فرمت‌های مهم فایل‌های صوتی را با ذکر مشخصات آنها توضیح دهد؛
۵. کاربرد کارت صدا در کامپیوتر را بیان کرده و انواع آن را نام ببرد؛
۶. انواع کابل‌های ورودی و خروجی صدا را بشناسد و ویژگی‌های آنها را بیان نماید؛
۷. انواع کانکتورهای کابل صدا را نام برده و کاربرد آنها را بیان کند؛
۸. نرم‌افزارهای کاربردی در ویرایش صدا را بشناسد و نام ببرد؛
۹. برنامه Adobe Audition را نصب و فعال‌سازی کند.

**مقدمه:**

یکی دیگر از نرم‌افزارهایی که در این قسمت به بررسی آن خواهیم پرداخت نرم‌افزار Audition است، که در تهیه و ساخت یک چند رسانه‌ای از این نرم‌افزار برای ویرایش و میکس صدا استفاده می‌شود. قبل از اینکه به بررسی این نرم‌افزار و قابلیت‌های آن بپردازیم، ابتدا لازم است با تعدادی از مفاهیم پایه و اصلی در صوت دیجیتال آشنا شوید.

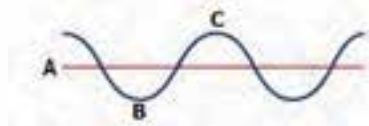
**۵-۱ مفهوم صدا و فرآیند تولید آن**

امواج صدا در همه جهات منتشر می‌شوند.  
شکل ۵-۱

صدا با ارتعاش مولکول‌های هوا تولید می‌شود و موجب افزایش فشار هوا در آن نقطه می‌گردد. این فشار به مولکول‌های هوای مجاور نیز منتقل شده و باعث ارتعاش آنها می‌شود تا به گوش ما می‌رسد. این تغییرات فشار هوا موجب ایجاد نوساناتی در پرده‌ی گوش شده و ما به این ترتیب، صدای ایجاد شده را می‌شنویم.

امواج صدا از مرکز منبع تولیدکننده‌ی آن به سمت بیرون حرکت می‌کند. بهترین مثال برای درک این مطلب، انداختن سنگ در یک دریاچه است. (شکل ۵-۱) امواج صدا نیز همانند امواج آب از مرکز به طرف بیرون حرکت کرده و در همه ابعاد گسترش می‌یابد.

علم فیزیک یا الکترونیک، صدا را با یک شکل موج نشان می‌دهند. شکل ۵-۲ نمونه‌ای از این امواج را نشان می‌دهد:



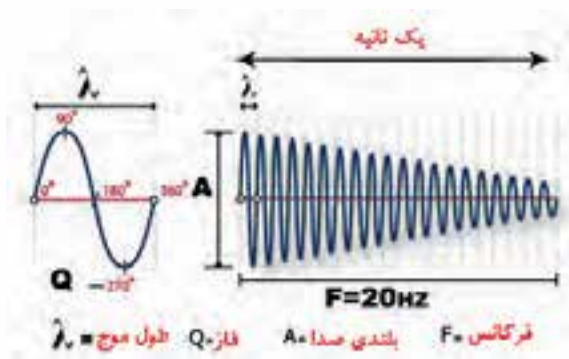
شکل ۵-۲ شکل موج

این شکل موج‌ها بیانگر تغییرات فشار هوا هستند؛ به این مفهوم که خط صفر (محور افقی) بیانگر این است که هوا تحت هیچ فشاری نیست و ارتعاشی ندارد. حرکت منحنی به سمت بالا به مفهوم افزایش فشار در مولکول‌های هواست تا به اوج خود برسد که به آن، نقطه‌ی اوج (Peak) می‌گویند (نقطه‌ی C). هنگامی که منحنی به سمت پایین حرکت می‌کند، از فشار هوا کاسته می‌شود و به پایین‌ترین حد خود در نقطه‌ی B می‌رسد و این روند به صورت مرتب تکرار می‌شود که به آن، نوسان یا بسامد می‌گویند که برای اندازه‌گیری آن از کمیتی به نام فرکانس استفاده می‌کنند و واحد اندازه‌گیری آن Hz (هرتز) است.

**نکته:** در انتشار صدا ذره‌های هوا منتقل نمی‌شوند؛ بلکه حول نقطه‌ی تعادل خود نوسان می‌کنند.

**۵-۲ موج و ویژگی‌های آن**

موج به دو دسته‌ی مکانیکی و الکترو مغناطیسی تقسیم می‌شود. موج الکترو مغناطیسی می‌تواند هم در محیط ماده و هم در خلاء منتشر شود. موج مکانیکی به وسیله‌ی ارتعاش ایجاد می‌شود و انرژی حاصل از منبع ارتعاش را منتقل می‌کند. حرکت موج از نوع نوسانی است؛ یعنی در فاصله‌ی زمانی منظم تکرار می‌شود. برای اینکه بیشتر با موج و پارامترهای آن آشنا شوید، در ادامه بیشتر به بررسی این موارد می‌پردازیم.



شکل ۳-۵ پارامترهای موج

جدول ۱-۵ پارامترهای موج

واحد	تعریف	پارامترهای موج	علامت اختصاری
Volt	Max height of wave	Amplitude	A
Seconds,S	Time taken for one cycle	Period	T
Metres,M	Distance covered by one cycle	Wavelength	$\lambda$
Hertz,HZ	Number of cycles per second	Frequency	F
Degrees	Comparative delay between waves	Phase	Q

### دامنه (A):

بیشترین ارتفاع موج است که با A نشان داده می شود. (شکل ۳-۵)

### دورهی تناوب (T):

زمان یک نوسان کامل را دورهی تناوب گوئیم و آن را با T نمایش داده و بر حسب ثانیه اندازه می گیریم.

### طول موج (λ):

مسافتی که موج در مدت یک دورهی تناوب می پیماید، طول موج نام دارد و آن را با  $\lambda$  نمایش داده و واحد آن متر است.

### فرکانس (F):

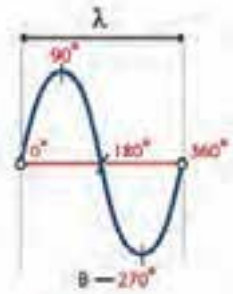
تعداد نوسانات کامل موج در یک ثانیه را فرکانس یا بسامد گوئیم و واحد آن هرترز (Hz) است و با F نشان داده می شود. به عنوان مثال، اگر در یک ثانیه دو نوسان کامل موج ایجاد شود، می گوئیم فرکانس موجود ۲ هرترز است. توجه داشته باشید که گوش انسان توانایی شنیدن هر موج صوتی و با هر فرکانسی را ندارد؛ بلکه تنها می تواند موج هایی را که فرکانس آنها بین ۲۰ تا ۲۰۰۰۰ هرترز است، بشنود.

### سرعت موج (v):

مسافتی را که موج در مدت یک ثانیه می‌پیماید، سرعت موج می‌گویند و با  $V$  نشان می‌دهند. سرعت موج با فرکانس و طول موج رابطه‌ی مستقیم دارد.  $V=HF$   
(به عنوان مثال، سرعت صدا در هوا حدود ۳۰۰ متر در ثانیه است).

### فاز (Q):

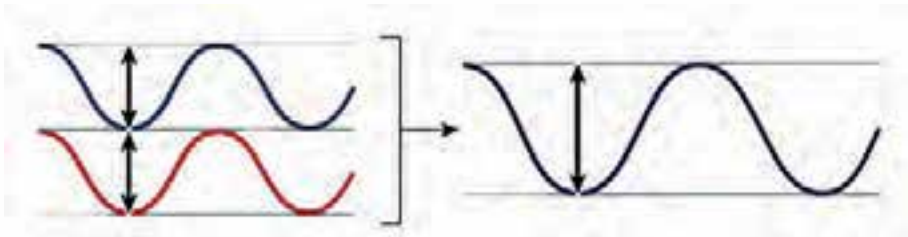
با این کمیت می‌توان یک نقطه‌ی مشخص روی یک موج کامل را نشان داد و واحد آن درجه است. یک موج در ۳۶۰ درجه کامل می‌شود؛ بنابراین، نیم سیکل آن در ۱۸۰ درجه و یک چهارم سیکل آن در ۹۰ درجه کامل می‌شود، به عبارت دیگر، اگر بخواهیم نقطه‌ی پیک موج را نشان دهیم، می‌گوییم نقطه‌ای از موج که فاز آن ۹۰ درجه است (در شکل ۴-۵ نقطه B دارای فاز ۲۷۰ درجه می‌باشد).



شکل ۴-۵ فاز

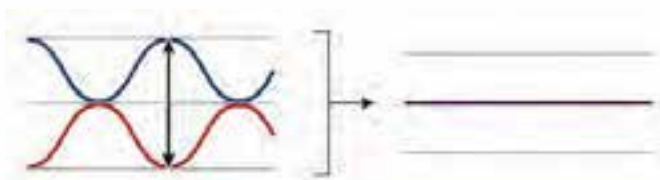
### ۳-۵ تأثیر امواج بر یکدیگر

هنگامی که دو یا چند موج به یکدیگر می‌رسند، می‌توانند به یکدیگر اضافه شده یا از هم کم شوند. اگر برآمدگی و فرورفتگی امواج دقیقاً یکی باشد و هم فاز باشند (اختلاف فاز صفر درجه)، یکدیگر را تقویت کرده و در نتیجه موجی تولید خواهد شد که دامنه‌ی آن از امواج اولیه بیشتر است (شکل ۵-۵).



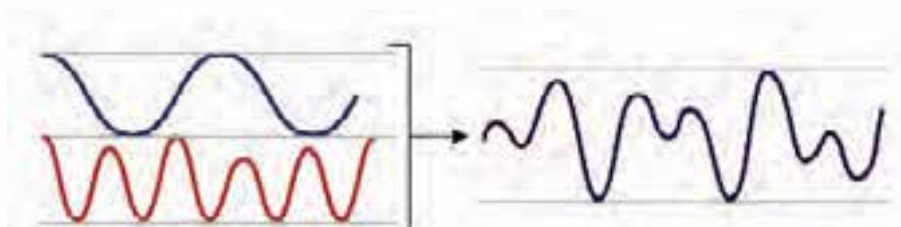
شکل ۵-۵ تأثیر امواج هم‌فاز

امواج صوتی که فازهای مخالف دارند و دقیقاً برآمدگی و فرورفتگی‌شان مقابل یکدیگر است؛ این سری از امواج یکدیگر را عملاً خنثی می‌کنند (شکل ۶-۵، اختلاف فاز ۱۸۰ درجه).



شکل ۵-۶ تأثیر امواج با فاز مخالف

در بیشتر موارد، صداهایی که دارای فازهایی با مقادیر مختلف هستند، باعث تولید امواج پیچیده‌ای می‌شوند که در حقیقت موج تولید شده ترکیبی از چند نوع موج مختلف است. (نمونه‌ی این نوع موج‌ها ترکیب صداهای مربوط به سازهای مختلف در موسیقی می‌باشد).



شکل ۵-۷ تأثیر امواج با فازهای مختلف

## ۴-۵ صوت

امواج صوتی از نوع مکانیکی هستند که در اثر ارتعاش اجسام قابل ارتعاش مانند هوا، آب و... تولید و منتشر می‌شوند. امواج صوتی در گازها، مایعات و جامدات منتشر می‌شوند. در جدول ۵-۲ سرعت انتشار صدا در مواد مختلف نشان داده شده است.

محیط	ماده	M/S (متر بر ثانیه)
گازها	اکسیژن	۳۱۶
	هوا	۳۳۱
مایعات	جیوه	۱۴۵۶
	آب	۱۴۹۸
جامدات	سرب	۲۱۰۰
	طلا	۳۰۰۰

جدول ۵-۲

مانند موج حاصل که از افتادن سنگ در استخر یا دریاچه حرکت می‌کند، امواج صدا نیز از مرکز منبع تولیدکننده‌ی آن به سمت بیرون حرکت می‌کنند.

**پرسش:** آیا صدا در خلا منتشر می‌شود؟ چرا؟

**نکته:** فرکانس بالاتر از ۲۰۰۰۰ را اصطلاحاً ماورای صوت می‌نامند. اصوات را می‌توان به دو نوع موزون و ناموزون طبقه بندی کرد که موسیقی در این میان نوعی صدای موزون محسوب می‌شود.

## ۵-۵ مشخصات صوت

صوت با مشخصاتی به شرح زیر شناسایی می‌شود:

۱- شدت (Intensity) ۲- بلندی (Volume) ۳- ارتفاع (Altitude) ۴- طنین (Resonate)

۱- **شدت صوت:** مقدار انرژی صوتی است که در مدت یک ثانیه از واحد سطح (یک متر مربع) عمود بر راستای انتشار امواج می‌گذرد و آن را با  $I$  نشان می‌دهند و واحد آن، وات بر متر مربع<sup>۲</sup> است. عوامل موثر در شدت صوت عبارت است از: دامنه‌ی نوسان، فاصله‌ی شنونده از منبع تولید صوت، جنس محیط انتشار و فرکانس.

۲- **بلندی صدا:** به افزایش و کاهش دامنه‌ی صوت که با حس شنوایی قابل درک است، بلندی صوت گفته می‌شود؛ به طوری که هر چه دامنه کمتر باشد، صدا پایین‌تر خواهد بود. بلندی صدا به حساسیت گوش و شدت صوت بستگی دارد.

عنوان	واحد اندازه‌گیری شدت صدا (db) دسی بل
سکوت کامل	۰
تیک تاک ساعت مچی	۲۰
زمزمه (از فاصله یک متری)	۳۰
گفت و گو در یک متری با صدای بلند	۷۰
مته‌ی آسفالت شکاف	۱۲۰
هواییمای جت	۱۳۰
آستانه‌ی دردناکی گوش	۱۳۰

جدول ۳-۵- شدت نسبی صوت

### 1- Intensity

۲- شدت صوت قابل شنیدن از سوی انسان ( $I$ ) تا  $10^{-12}$  ( $I_{MAX}$ ) وات بر متر مربع است که بیانگر توانایی قابل توجه انسان در شنیدن صداهای بسیار ضعیف تا صداهای قوی است. لگاریتم نسبت شدت بلندترین صوت قابل شنیدن به شدت ضعیف‌ترین صوت را شدت نسبی صوت می‌گویند که واحد آن، بل (Bel) است؛ ولی چون بل واحد بسیار بزرگی است در اندازه‌گیری‌ها از Decibel (یک دهم بل) استفاده می‌شود.

شدت نسبی صوت  $\log 10$

مفهوم لگاریتم: برای عدد نمایی  $b^y = x$  با شرط  $b > 0$  و  $b \neq 1$  می‌توان تعریف زیر را به عنوان مفهوم لگاریتم در نظر گرفت:  
 $b^y = x \Rightarrow y = \log_b(x)$  ( $x > 0$ )

در تعریف فوق، عدد  $b$  به عنوان پایه یا مبنای لگاریتم تعریف می‌شود.

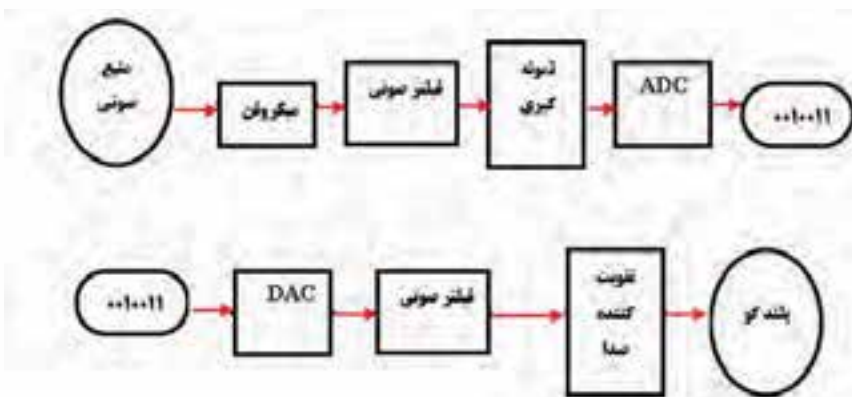
۳- **ارتفاع:** ارتفاع صوت کیفیتی است که سبب تشخیص صداهایی می شود که فرکانس آنها متفاوت است، صداهایی با فرکانس کم "بم" و صداهای با فرکانس زیاد "زیر" شنیده می شوند. وقتی می گوئیم ارتفاع صوتی بالاتر است یعنی آن صوت زیرتر و دارای فرکانس بالاتری است.

۴- **طنین صوت:** ویژه ای اصوات موسیقی است و با آن می توان صداهای هم شدت و هم ارتفاع را که از وسیله های مختلف تولید شده اند، تشخیص داد. تجربه نشان می دهد که هرگاه یک نت خاص با یک آلت موسیقی و بار دیگر با آلت موسیقی دیگری نواخته شود و چشم بسته باشد، گوش به خوبی تشخیص می دهد که این دو صدا از دو اسباب متفاوت است.

**سوال:** به نظر شما ارتفاع صوت با بلندی صوت چه تفاوتی دارد؟

## ۵-۶ مفاهیم پایه در ضبط و پخش صدای دیجیتال

صدای آنالوگ مانند نوار مغناطیسی به لحاظ ساختاری و عملکرد با صدای دیجیتال متفاوت است. در صداهای دیجیتال و در هنگام ضبط آنها دستگاه های ADC<sup>۱</sup> اقدام به نمونه برداری صوتی در فواصل زمانی مشخص می نماید و بلافاصله نمونه های دریافتی را به اعداد یا کدهای صفر و یک تبدیل می کند که به فرآیند تبدیل سیگنال آنالوگ به عدد، اصطلاحاً Quantization می گویند؛ ضمن اینکه به تبدیل نمونه های دریافتی که در یک ثانیه گرفته می شود، اصطلاحاً نرخ نمونه برداری<sup>۲</sup> گفته می شود. لازم به توضیح است که بدانید در هنگام پخش صداهای دیجیتال نیز فرآیندی معکوس صورت می گیرد؛ یعنی دستگاه هایی به نام DAC<sup>۳</sup> اصوات ضبط شده را با همان نرخ نمونه برداری به ولتاژهای الکتریکی تبدیل کرده و سپس ولتاژهای تولید شده برای افزایش دامنه ی صوتی به یک تقویت کننده صوتی منتقل شده و سپس صدا پخش می شود. در شکل ۵-۸ عملکرد ADC و DAC نمایش داده شده است.



شکل ۵-۸ عملکرد ADC و DAC

1- Analog to digital convertor

2- Sampling Rate

3- Digital to Analog convertor





در اصوات دیجیتال، صدا به صورت بیت‌های صفر و یک ذخیره می‌شود و تعداد بیت‌هایی که برای ذخیره هر نمونه‌ی صوتی مورد استفاده قرار می‌گیرد در کیفیت صدا مؤثر است که اصطلاحاً به آن **عمق بیتی**<sup>۱</sup> گفته می‌شود.

بنابراین، با این توضیحات می‌توان گفت که دو عامل نرخ نمونه‌گیری و عمق بیتی، از عواملی هستند که در کیفیت صدا و حجم فایل نقش اساسی ایفا می‌کنند؛ یعنی افزایش نرخ نمونه‌گیری باعث افزایش کیفیت صدا و حجم فایل می‌شود و در این میان هرچه عمق بیتی بالاتر و از تعداد کانال‌های صوتی بیشتری در آن استفاده شده باشد، حجم فایل نیز افزایش بیشتری خواهد داشت؛ به عنوان مثال، صداهایی که با استفاده از یک کارت ۱۲۸ بیتی با ۶ کانال ضبط می‌شوند، ۶ برابر یک صدای مونوی تک کاناله فضا اشغال می‌کنند.

برای محاسبه‌ی میزان فضای لازم برای ذخیره‌ی یک ساعت صدای ضبط شده با نرخ نمونه‌برداری و عمق بیتی مشخص از فرمول زیر استفاده می‌نماییم:

میزان فضای اشغال شده بر حسب بایت = زمان بر حسب ثانیه × نرخ نمونه برداری × عمق بیتی × تعداد کانال‌ها  
به عنوان مثال، برای ذخیره‌ی یک ساعت صدا با نرخ نمونه‌برداری ۴۴/۱ کیلوهرتز با عمق بیتی ۱۶ به روش استریو محاسبات زیر را انجام می‌دهیم:

$$3600 \text{ (Second)} \times (44100 \text{ Sample/Sec}) \times (16 \text{ Sample / Bit}) \times (2 \text{ Channel}) = 508032000 \text{ Bit} = 40.5 \text{ Mb}$$

در پایان قابل توجه است که بدانید دوربین‌های فیلم‌برداری DV برای ضبط صدای دیجیتال خود از فرکانس‌های ۳۲ یا ۴۸ کیلوهرتز استفاده می‌کنند؛ در حالی که در CDهای صوتی نرخ نمونه‌برداری استاندارد فرکانس ۴۴/۱ کیلوهرتز می‌باشد.

## ۵-۲ ابزارهای صوتی و نحوه‌ی ضبط و پخش صدا

در قسمت‌های قبل با مفهوم صدا و عوامل مؤثر در آن آشنایی کامل پیدا کردیم. در این قسمت می‌خواهیم با فرآیند ضبط و پخش صدا، بخصوص صدا گذاری فیلم‌ها، آشنا شویم.  
همان طور که می‌دانید، تولید ابزارهای صوتی تاریخچه‌ی بلندی نداشته و یکی از دستگاه‌هایی که در ابتدا، بشر در آن برای تولید صدا استفاده کرد، گرامافون‌های قدیمی بودند که امروزه نیز هنوز در بعضی از خانه‌ها می‌توان آنها را پیدا کرد.

همزمان با پیشرفت علم الکترونیک، صدا به کمک ابزارها و مدارات الکتریکی به علائم مغناطیسی تبدیل شد و سپس روی یک سطح مغناطیسی تحت عنوان نوار ذخیره گردید و به این ترتیب، ابزارها و وسایل ضبط و پخش مغناطیسی به وجود آمدند. این ابزارها هم اکنون نیز در اکثر منازل و حتی استودیوهای ضبط و پخش صدا وجود دارند تا اینکه با ظهور و تولید کامپیوترها، تکنولوژی ضبط و پخش دیجیتال صدا تحول عظیمی را در این صنعت فراهم نمود.

در تکنولوژی دیجیتال، صدا طی روند مشخصی به اطلاعات از نوع صفر و یک تبدیل شده و روی ابزارهای ذخیره‌سازی مانند نوار CD، DVD ذخیره می‌شود. از مزایای صوت دیجیتال کیفیت بالای صدا، عدم ایجاد افت کیفیت در استفاده مکرر و همچنین حجم بسیار کم آنها است. ضمن اینکه با وجود نرم‌افزارهای پردازش

1- Bit Depth



صداهاى دیجیتال از انعطاف بسیار زیادى برخوردار هستند؛ به طوری که مى توان پس از ضبط تغییرات بسیارى را روی آنها اعمال نمود؛ در حالى که در اصوات آنالوگ براحتى این کار امکان پذیر نیست. به طور کلی برای ضبط و پخش صدا توسط ابزارهاى صوتى مختلف، از روش هاى مختلفى استفاده مى شود که در این میان، هرچه از تعداد کانال هاى صوتى بیشترى استفاده شود، کیفیت صدای مورد نظر بالاتر رفته و قدرت تفکیک آن افزایش مى یابد؛ در اینجا به بررسی این روش ها مى پردازیم:

### ۱-۲-۵ ضبط و پخش مونو (Mono)

در این روش صدا توسط یک کانال ضبط و پخش مى شود؛ از این رو، این صداها قابلیت تفکیک بسیار پايینی دارند.

### ۲-۲-۵ ضبط و پخش استریو (Stereo)

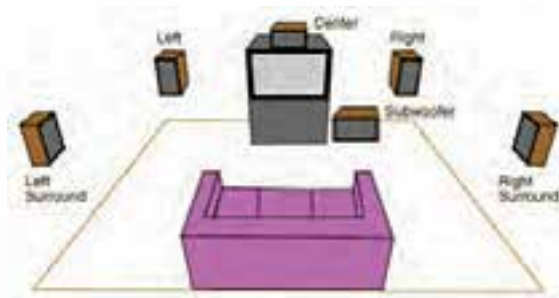
در این روش صداها در دو کانال یا باند مجزا ضبط و پخش مى شود؛ به طوری که صدای تعدادی از عناصر از باند چپ و صدای تعدادی دیگر در باند راست ضبط خواهد شد؛ به همین دلیل، این روش از قدرت تفکیک پذیری بالایی برخوردار بوده و امروزه در بسیاری از وسایل صوتی و تصویری از این تکنولوژی استفاده شده است.

### ۳-۲-۵ ضبط و پخش چند کاناله (Multichannel)

در این روش درحقیقت از چند کانال برای ضبط و پخش استفاده مى شود؛ از این رو، این عمل علاوه بر افزایش قدرت تفکیک صداها امکان ویرایش صدای هر کانال را نیز به شکل ساده تر در اختیار ما قرار مى دهد؛ به عنوان مثال، در یک فایل موسیقی چنان چه از این تکنولوژی استفاده شود، مى توان صدای هر ابزار را در یک کانال ضبط کرد و به سادگی، شدت صدای ابزار را کم یا زیاد کرده یا ویرایش نمود.

### ۴-۲-۵ ضبط و پخش دالبی (Dolby Surround)

یکی دیگر از استانداردهای ضبط و پخش چند کاناله است که یک سیستم صدای محیطی است؛ طوری که در این روش، علاوه بر کانال های چپ و راست، کانال هایی هم برای صداهاى محیطی طراحی شده است تا بتواند که درهنگام پخش صدا، یک محیط چند بعدی را ایجاد نماید. نکته قابل توجه در مورد این سیستم صدا آن است که علاوه بر ضبط محل پخش آن نیز لازم است به سیستم پخش دالبی مجهز باشد. در زیر، یک نمونه از سیستم های صوتی دالبی و نحوه ی چین ابزارهاى صوتی و تصویری نشان داده شده است. همان طور که در این سیستم صدا مشاهده مى کنید، علاوه بر باندهای چپ و راست، یک باند مرکزی و دو باند چپ و راست محیطی نیز قرار داده شده است. (شکل ۹-۵)



۹-۵ نمایش یک سیستم پخش صوتی دالبی

امروزه سیستم‌های ضبط و پخش مختلفی از صداهای دالبی با کانال‌های مختلف صوتی وجود دارد که از مهمترین آنها میتوان به سیستم‌های ضبط و پخش Dolby Digital, Dolby Digital Ex, Dolby Pro Logic اشاره نمود از این تکنولوژی علاوه بر سینماها امروزه در ویدیوها و کامپیوترها و ابزارهای جانبی چون بلندگوها و گوشی‌ها نیز استفاده می‌شود. در شکل ۱۰-۵ یک گوشی با سیستم Dolby Surround نمایش داده شده است.



شکل ۱۰-۵

### تحقیق و پژوهش:

در مورد سیستم‌های مختلف صوتی Dolby Digital اطلاعاتی را جمع آوری نمایید.

## ۵-۸ صدا در کامپیوتر و قالب‌های مختلف آن

ابزارهای جانبی مختلفی برای تولید صدا در کامپیوتر طراحی شده است و پذیرش استاندارد Sound Blaster شرکت Creative منجر به ساخت کارت‌های صوتی مختلف شده است؛ به طوری که کارت‌های اولیه



شکل ۱۱-۵ کارت صدا



۸ بیتی با صدای مونو<sup>۱</sup> و بتدریج کارت‌های ۱۶ بیتی با صدای استریو<sup>۲</sup> تولید شدند؛ پس از آن کارت‌های ۳۲ و ۶۴ و امروزه نیز کارت‌های صوتی حرفه‌ای ۱۲۸ بیتی تولید شده‌اند که بیش از ۶ کانال صوتی را مورد استفاده قرار می‌دهند. (شکل ۱۱-۵)

این کارت‌ها با داشتن خروجی‌های دیجیتال از کیفیت بسیار بالایی برخوردارند. هرچند که امروزه در بیشتر بردهای اصلی کامپیوتر کارت‌های صوتی به صورت Onboard وجود دارد، ولی با همه اینها ما به شما پیشنهاد می‌کنیم که اگر می‌خواهید میکس و مونتاژ صدا را به صورت حرفه‌ای ادامه دهید، از کارت‌های صوتی جداگانه که دارای قابلیت‌های فراوانی هستند، استفاده کنید.

## ۵-۹ فرمت‌های مختلف صوتی و ویژگی آنها

همان طور که می‌دانید، صدا در کامپیوتر با روش خاصی ذخیره و بازخوانی می‌شود؛ ولی نوع ذخیره‌سازی اطلاعات و نحوه خواندن آنها منجر به تولید قالب‌های صوتی متفاوتی شده است که از جمله مهمترین آنها می‌توان به WMA, Mid, Mp3, Wav اشاره نمود. در جدول ۱-۱۲ با ویژگی هر یک از این قالب‌های صوتی و کاربرد آنها آشنا می‌شوید.

1-Mono

2-stereo

نام قالب	نحوه‌ی ذخیره سازی فایل	ویژگی‌های کاربردی قالب
Wav	این قالب صدا یکی از قالب‌های صوت دیجیتالیز شده می باشد؛ یعنی اقدام به نمونه‌برداری صوتی در فواصل زمانی مشخص می‌نماید و اطلاعات دیجیتال به صورت بیت و بایت ذخیره می‌شود. این قالب به طور فراگیر توسط عموم نرم‌افزارهای تحت ویندوز استفاده می‌شود.	<ul style="list-style-type: none"> <li>حجم فایل‌های Wav بالا است.</li> <li>سازگار با اکثر برنامه‌ها در سیستم عامل ویندوز می باشد.</li> <li>همه نرم‌افزارهای چندرسانه‌ای این قالب را پشتیبانی می‌نمایند.</li> </ul>
MP3	این قالب صدا از قالب‌های صوت دیجیتالیز شده با فشردگی زیاد و از خانواده 'Mpeg است؛ به طوری که در نحوه‌ی ذخیره‌سازی اطلاعات آن از تکنولوژی فشرده‌سازی صدا استفاده شده است. از مهمترین این فرمت‌ها می‌توان به Mp1 ، Mp2 ، Mpa ، Mp3 اشاره نمود که در این میان Mp3 به دلیل فشرده بودن و حجم فایلی کمتر، مورد توجه بسیار قرار گرفته است.	<ul style="list-style-type: none"> <li>اندازه حجم این فایل‌ها کم است</li> <li>ویژگی Lyrics یعنی قابلیت نمایش متن به همراه پخش صوت را داراست</li> </ul>
Midi	کاربرد اصلی فرمت Mid یا Midi <sup>۲</sup> در موسیقی است و از جمله قالب‌های فایل‌های صوتی است که از آن برای ذخیره‌سازی نت‌های موسیقی استفاده شده است. از ویژگی‌های این قبیل فایل‌ها آن است که می‌توان همهی اطلاعات موجود در آنها را از فایل استخراج کرد که این امر در موسیقی و برای موسیقی دانان از اهمیت بالایی برخوردار است. در بیشتر کامپیوترها یک درگاه Midi وجود دارد که ابزارهای موسیقی را به آن متصل کرده و آهنگ اجرا شده را به صورت فایل Mid ذخیره می‌کند. این قالب صوتی لیستی از فرمان‌های صوتی به صورت نت‌های موسیقی است که زمان اجرای آنها مشخص بوده و هر یک نشان دهنده‌ی یکی از عملیات موسیقی است (به عنوان مثال، فشردن یک کلید پیانو یا نگهداشتن پدال پیانو). این قالب صدا صوت دیجیتالیز شده نیست؛ بلکه نمایش مختصر موسیقی است که بصورت عددی ذخیره شده است.	<ul style="list-style-type: none"> <li>این فایل‌ها بسیار فشرده تر از فایل‌های صوتی دیجیتال هستند و اندازه آنها ۲ تا ۱ برابر کوچکتر از فایل‌های صوتی دیجیتال مانند Wav هستند</li> <li>منبع صوتی این فایل‌ها از کیفیت بالایی برخوردار است.</li> </ul>
Wma <sup>۳</sup>	یکی دیگر از قالب‌های پر کاربرد صوتی است که محصول شرکت نرم‌افزاری مایکروسافت بوده و به دلیل حجم بسیار کم و کیفیت بسیار بالا امروزه در اینترنت و صفحات وب موارد استفاده فراوانی پیدا کرده است و بدین لحاظ با فرمت Mp3 رقابت می‌کند؛ به طوری که درصد فشردگی آن از قالب Mp3 نیز بالاتر است.	<ul style="list-style-type: none"> <li>ویژگی Lyrics را داراست.</li> <li>حجم و اندازه فایل پایین است.</li> <li>در اینترنت و صفحات وب کاربرد دارد.</li> </ul>

جدول ۴-۵ فرمت فایل‌های صوتی

1- Motion picture Expert group  
2- Musical instrument Digital Interface  
3- Windows Media Audio

## ۱۰-۵ میکروفن و انواع آن

میکروفن وسیله‌ای است که امواج صوتی را به اطلاعات الکتریکی تبدیل می‌کند و با استفاده از آن، تبدیل برای ذخیره‌سازی و نگهداری صدا یا انتقال آن صورت می‌گیرد؛ به عبارت دیگر، میکروفن یک مبدل است و انواع مختلفی دارد.

۱. **کریستالی:** این میکروفن‌ها در ضبط موسیقی یا در رادیو و تلویزیون کاربردی ندارند و برای سنجش ارتعاش زمین یا استفاده در زیر آب مناسب هستند. (شکل الف ۱۲-۵)

۲. **خازنی:** در این میکروفن‌ها از خازن‌هایی با ظرفیت مختلف استفاده می‌کنند و ظرفیت خازن، متناسب با موج صوتی تغییر می‌یابد. این تغییر منجر به اختلاف پتانسیل الکتریکی می‌شود. مزیت این نوع میکروفن‌ها، حساسیت بالا و پاسخ فرکانسی گسترده آن است (۲۰ هرتز تا ۲۰ کیلو هرتز). قیمت این میکروفن‌ها زیاد است؛ ولی به علت کیفیت بالا در استودیوهای صدا و کارهای موسیقی از آنها استفاده می‌شود. (شکل ب ۱۲-۵)

۳. **میکروفن زغالی:** در این نوع از میکروفن‌ها، تغییرات فشار صوت به مجموعه‌ای از زغال وارد می‌شود. کیفیت این نوع از میکروفن‌ها پایین و معمولاً در تلفن‌ها استفاده می‌شود. (شکل ج ۱۲-۵)



شکل ۱۲-۵/ انواع میکروفن

## ۱۱-۵ کابل‌های ورودی - خروجی صدا

به طور کلی کابل‌های مختلف صدا را به لحاظ ساختاری دو دسته‌ی کابل‌های آنالوگ و دیجیتال تقسیم بندی می‌نمایند. از مهمترین کابل‌های صوتی آنالوگ می‌توان به کابل‌های XLR(Balanced) و Composite (Unbalanced) اشاره کرد. (شکل ۱۳-۵)

علاوه بر این، در میان کابل‌های دیجیتال نیز می‌توان به AES/EBU Coax, Toslink(Optical) اشاره کرد. (شکل ۵-۱۳)



شکل ۵-۱۳ کابل‌های ورودی و خروجی صدا

علاوه بر کابل، نوع کانکتور یا ورودی و خروجی صدا نیز در کیفیت و نقل و انتقال آن مؤثر است. از کانکتورهای مهم صدا می‌توان به RCA, XLR اشاره کرد. RCA نوعی کانکتور معمولی صدا می‌باشد که از آن در ویدیوهای خانگی و دستگاه‌های پخش CD استفاده می‌شود. در حالی که از کانکتورهای XLR برای اتصال میکروفن، دستگاه‌های صوتی و اتصال صوتی دیجیتال مانند آلات موسیقی دیجیتال استفاده می‌شود. (شکل ۵-۱۴)



شکل ۵-۱۴ کانکتورهای صدا

حال که با مهم‌ترین نوع کابل‌ها و کانکتورهای صدا آشنا شدید، به این نکته نیز توجه داشته باشید که در هنگام ضبط صدا چون از میکروفون‌های خود دوربین، قابلیت لازم و کامل برای صدابرداری با کیفیت را ندارند،



از این رو، یکی از راه حل‌های اساسی، اتصال میکروفون‌هایی با کیفیت بالا به دوربین است که معمولاً اتصالات صوتی دوربین‌ها از نوع Mini\_Plug و میکروفون‌ها از نوع XLR می‌باشد، لازم است از یک کابل تبدیل XLR به Mini\_Plug استفاده نمائید. (شکل ۱۵-۵) ضمن اینکه برای اتصال میکروفون به پشت کارت‌های صوتی معمولاً از کانکتورهای استفاده می‌شود که در ویدیوها و دستگاه‌های VCD نیز وجود دارد. توجه داشته باشید که در هنگام اتصال میکروفون به کامپیوتر رابط RCA را در ورودی Mic (میکروفون) وارد کنید، البته در صورتی که از ورودی Line In برای ورودی میکروفون استفاده کردید، الزاماً باید از یک میکسر (mixer) تقویت کننده صدا استفاده نمایید.



شکل ۱۵-۵

## ۱۲-۵ نرم‌افزارهای ضبط و ویرایش صدا

برای ضبط و ویرایش صدا نرم‌افزارهای مختلفی وجود دارد که از جمله مهم ترین آنها می‌توان به Adobe Audition ، Qubase ، Wavelab ، Cakewall و Soundforge اشاره کرد. ما در این بخش به معرفی یکی از نرم‌افزارهای قدرتمند ویرایش صدا یعنی Adobe Audition خواهیم پرداخت. شرکت Adobe در اواسط سال ۲۰۰۳ نرم‌افزار Cool Edit Pro را از شرکت Syntrillium خریداری کرد و پس از اضافه کردن حدود ۵۰۰۰ قطعه موسیقی و مجموعه‌ای از امکانات اضافی آن را تحت عنوان محصولی جدید به نام Audition وارد بازار نمود. از ویژگی‌های این نرم‌افزار می‌توان به ترمیم و بازسازی صدا و کاهش میزان نویز صدا اشاره کرد؛ علاوه بر این با استفاده از آن می‌توان میزان زیر و بم بودن صدا و گام صدا را بدون تغییر در دقت صدا انجام داد؛ ضمناً یکی از مهم ترین ویژگی‌های این نرم‌افزار، تولید فایل‌هایی با نمونه برداری ۱۰ مگاهرتز با وضوح ماکزیمم ۳۲ بیت است که منجر به تولید صداهایی با کیفیت بالا خواهد شد. به طور کلی این نرم‌افزار، یک استودیوی ضبط صدا با ۱۲۸ شیار صوتی برای میکس، ویرایش و پردازش جلوه‌های صوتی به روش دیجیتالی است؛ به همین دلیل و با توجه به قابلیت‌های ویژه‌ای که این نرم‌افزار در مقایسه نرم‌افزارهای مشابه و رقیب خود دارد و از طرفی هماهنگی کامل این نرم‌افزار با نرم‌افزار تدوین فیلم Adobe Premiere Pro بر آن شدیم تا در میان نرم‌افزارهای مختلف ویرایش صدا شما را با امکانات و قابلیت‌های کاربردی Adobe Audition آشنا نماییم.

## ۱۳-۵ امکانات لازم برای نصب نرم‌افزار

برای نصب نرم‌افزار Adobe Audition لازم است که امکانات نرم‌افزاری و سخت‌افزاری زیر روی سیستم شما موجود باشد:



- پردازنده پنتیوم
- سیستم عامل ویندوز Xp SP 2.0 یا ویندوز Seve
- حداقل 512mb حافظه RAM (ولی پیشنهاد می شود برای پخش DV حداقل RAM سیستم 1GB و برای HDV حداقل RAM سیستم 2GB باشد)
- 10GB فضای دیسک سخت
- DVD Drive
- کارت گرافیک ۳۲ بیتی با حداقل ۱۶ مگابایت RAM با دقت صفحه نمایش 900\*1280 پیکسل
- کارت صوتی نوع Asio یا نصب نرم افزار DirectX
- نصب نرم افزار آخرین نسخه Quick time

## ۵-۱۴ مراحل نصب نرم افزار Adobe Audition

برای نصب نرم افزار Adobe Audition کافی است که از پوشه‌ی حاوی فایل‌های نصب نرم افزار، فایل Setup.Exe را اجرا کنید و سپس مراحل زیر را دنبال کنید تا نصب آن انجام گیرد:



شکل ۵-۱۶

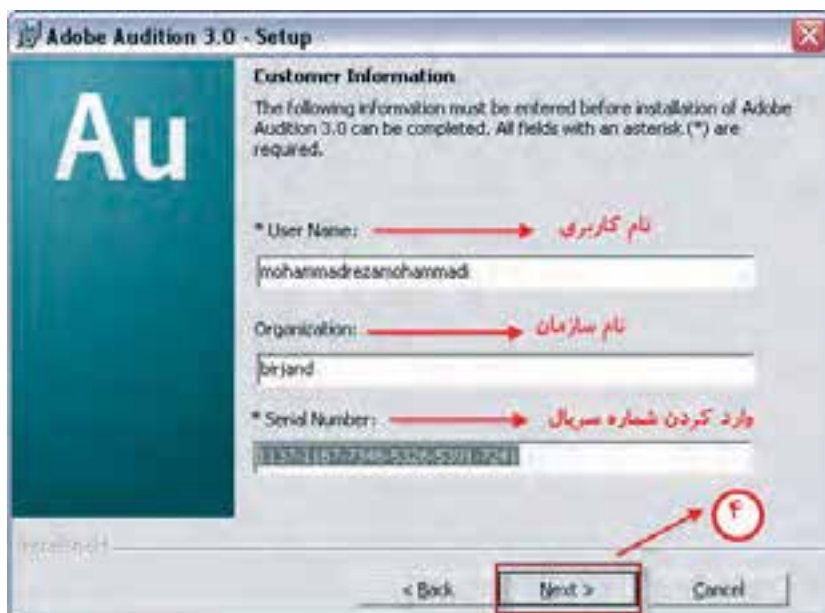


شکل ۵-۱۷





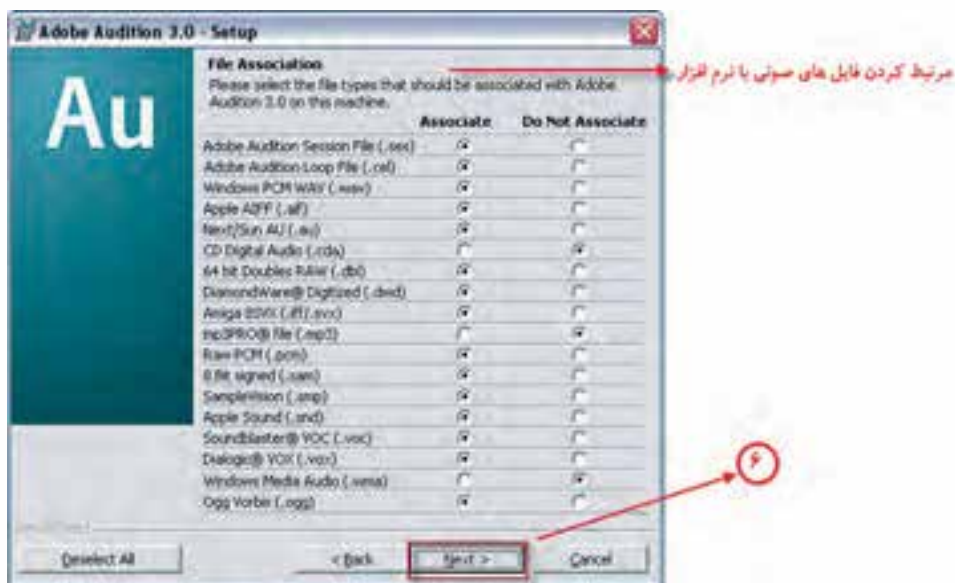
شکل ۱۸-۵



شکل ۱۹-۵



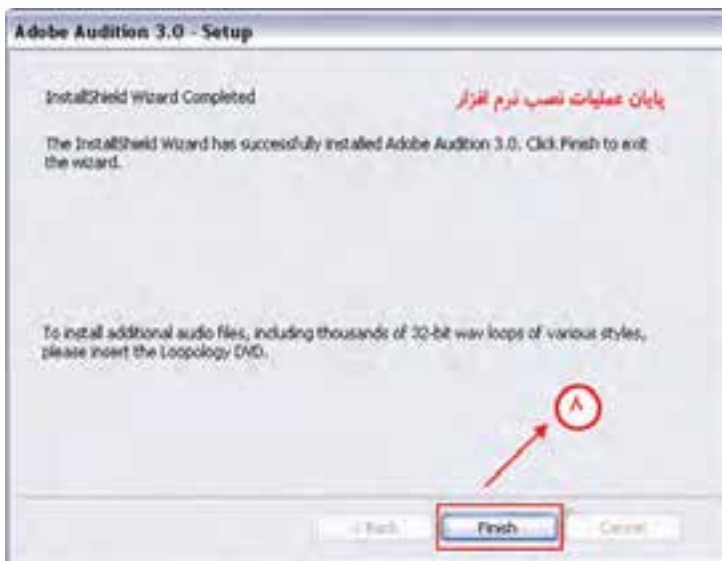
شکل ۵-۲۰



شکل ۵-۲۱



شکل ۵-۲۲

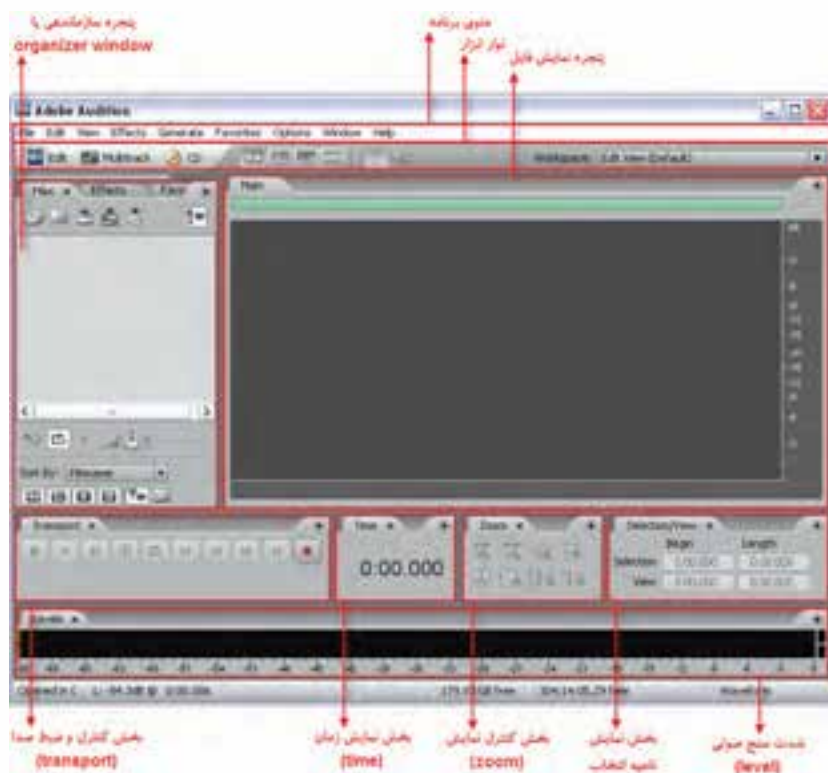


شکل ۵-۲۳

## ۵-۱۵ محیط برنامه Audition

با اجرای برنامه Adobe Audition پنجره‌ی اصلی برنامه باز می‌شود (شکل ۵-۲۴) که دارای سه فضای کاری Multitrack View و Edit View و Cd View می‌باشد. با کلیک بروی آیکن هر یک از آنها در زیر نوار دستورات، می‌توان بین این فضای‌های کاری جابجا شد. از Multitrack View برای عملیاتی چون ضبط

صدا، میکس، مونتاژ و پخش صداها را ایجاد شده استفاده می شود. ضمناً در فضای کاری Multitrack View امکان اضافه کردن جلوه‌های صوتی مختلف نیز وجود دارد. در فضای کاری Edit View یک ویرایشگر موج مانند در اختیار کاربر قرار می گیرد و در محیط این ویرایشگر، امکان ضبط، ویرایش و پردازش موج گونه‌ی صداها به صورت انفرادی فراهم شده است.



شکل ۲۴-۵ بخش‌های مختلف پنجره اصلی

ضمن اینکه فضای کاری CD View نیز یک محیط ساده برای چیدن تراک‌های صوتی، تنظیم ویژگی تراک‌ها، تغییر ترتیب قرارگیری آنها بر روی CD و در نهایت نوشتن (Write) آنها روی CD می‌باشد. همان طور که در شکل ۲۵-۵ مشاهده می‌کنید، در فضای کاری Edit View علاوه بر نوار دستورات و نوار ابزار برنامه، بخشی به نام Organizer Window قرار دارد که از آن برای سازماندهی و مدیریت فایل‌ها و جلوه‌های صوتی استفاده می‌شود. در زیر این قسمت، مجموعه‌ای از دکمه‌ها برای کنترل ضبط و پخش یک فایل صوتی تعبیه شده است که به آن اصطلاحاً جعبه کنترل Transport می‌گویند. علاوه بر بخش‌های اصلی که درباره‌ی آنها توضیح دادیم، بخش‌های دیگری نیز از جمله قسمت نمایش زمان، بخش کنترل نمایش امواج، همچنین بخش نواحی انتخاب شده یک موج صوتی و بالاخره پنجره نمایش فایل صوتی قرار گرفته است. در زیر بخش‌های گفته شده، پنجره‌ای تحت عنوان Levels نیز وجود دارد که به‌عنوان یک شدت‌سنج صوتی عمل می‌نماید.

## ۱۶-۵ آشنایی با پنجره‌ی Organizer و کاربردهای آن

از این پنجره برای سازمان‌دهی و مدیریت فایل‌ها و جلوه‌های صوتی استفاده می‌شود. همان‌طور که در این پنجره مشاهده می‌کنید، سه بخش Files, Effects و Favorites وجود دارد که از بخش File برای باز کردن، بستن و به‌طور کلی مدیریت فایل‌ها و همچنین بخش فایل‌های صوتی و تنظیم Volume یا بلندی صدای مورد نظر استفاده می‌شود.

توجه داشته باشید که در زبانه‌ی Files پنجره‌ی Organizer در قسمت پایین پنجره آیکن‌هایی قرار گرفته است که با استفاده از آنها می‌توان تنها نوع خاصی از فایل‌ها را در پنجره‌ی Files نمایش داد. (شکل ۲۵-۵)

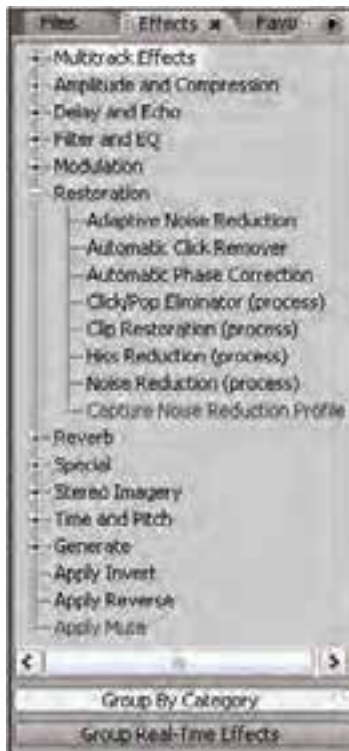
شکل ۲۵-۵ بخش‌های مختلف پنجره‌ی Organizer



به عنوان مثال، با انتخاب آیکن Show Audio File در پنجره‌ی Files تنها فایل‌هایی از نوع صوتی نمایش داده خواهد شد.

در بخش Effect نیز لیست افکت‌ها و جلوه‌های صوتی مختلف قرار گرفته است (شکل ۲۶-۵) که شما می‌توانید از پایین این پنجره با استفاده از دکمه‌ی Group By Category نمایش جلوه‌ها را به صورت طبقه‌بندی شده و با استفاده از دکمه‌ی Group Realtime Effect بودن آنها نمایش دهید. قابل توجه است که بدانید جلوه‌های Realtime جلوه‌هایی هستند که پس از اعمال روی یک فایل صوتی می‌توان اثر آنها را بلافاصله مشاهده کرد؛ اما افکت‌های Offline بر خلاف نوع قبلی، جلوه‌هایی هستند که پس از اعمال روی فایل صوتی باید تحت عملیات میکس قرار گیرند تا اثر آنها روی فایل مورد نظر مشاهده شود. در مورد جلوه‌های صوتی در ادامه بیشتر صحبت خواهیم کرد.

در قسمت Favorites لیست جلوه‌ها و افکت‌های مورد علاقه کاربر نگهداری می‌شود و با دکمه Edit Favorites نیز شما می‌توانید جلوه‌های دیگری را نیز بر حسب نیاز و علاقه به لیست مورد نظر اضافه کنید. (شکل ۲۷-۵)



شکل ۲۶-۵





شکل ۲۷-۵



شکل ۲۸-۵ پنجره Favorites

**پرسش:** سه جلوه‌ی صوتی دلخواه را با استفاده از دکمه Edit Favorites به مجموعه جلوه‌های مورد علاقه قبلی اضافه کنید.

**پرسش:** چگونه می‌توان در بخش File از پنجره‌ی Organizer اسامی فایل‌ها را با مسیر کامل نمایش داد؟

## Learn In English

---

### Waveform measurements

Several measurements describe waveforms:

**Amplitude:** Reflects the change in pressure from the peak of the waveform to the trough. High-amplitude waveforms are loud; low-amplitude waveforms are quiet.

**Cycle:** Describes a single, repeated sequence of pressure changes, from zero pressure, to high pressure, to low pressure, and back to zero.

**Frequency:** Measured in hertz (Hz), describes the number of cycles per second. (For example, a 1000-Hz waveform has 1000 cycles per second.) The higher the frequency, the higher the musical pitch.

**Phase:** Measured in 360 degrees, indicates the position of a waveform in a cycle. Zero degrees is the start point, followed by 90° at high pressure, 180° at the halfway point, 270° at low pressure, and 360° at the end point.

**Wavelength:** Measured in units such as inches or centimeters, is the distance between two points with the same degree of phase. As frequency increases, wavelength decreases.





## خلاصه مطالب:

- صدا با ارتعاش مولکول های هوا تولیدو موجب افزایش فشار هوا در آن نقطه می شود. این فشار به مولکول های هوای مجاور نیز منتقل شده و باعث ارتعاش آنها می شود تا به گوش ما می رسد. این تغییرات فشار هوا موجب ایجاد نوساناتی در پرده گوش شده و ما به این ترتیب، صدای ایجاد شده را می شنویم؛
- موج به دو دسته مکانیکی و الکترو مغناطیسی تقسیم می شود. موج الکترو مغناطیسی می تواند هم در محیط ماده و هم در خلأ منتشر شود. موج مکانیکی به وسیله ی ارتعاش ایجاد می شود و انرژی حاصل از منبع ارتعاش را منتقل می کند؛
- هنگامی که دو یا چند موج به یکدیگر می رسند، می توانند به یکدیگر اضافه شده یا از هم کم شوند؛
- به تبدیل نمونه های دریافتی صدا که در یک ثانیه گرفته می شود، اصطلاحاً نرخ نمونه برداری یا Sampling Rate گفته می شود؛
- تعداد بیت هایی که از آنها برای ذخیره هر نمونه صوتی استفاده می شود، در کیفیت صدا مؤثر می باشد که اصطلاحاً به آن **عمق بیتی (Bit Depth)** گفته می شود؛
- میکروفن، وسیله ای است که انرژی صوتی را به انرژی الکتریکی تبدیل می کند. تبدیل انرژی برای ذخیره سازی و نگهداری صدا یا انتقال آن صورت می گیرد؛ به عبارت دیگر، میکروفن یک مبدل انرژی است؛
- از ویژگی های نرم افزار Audition می توان به ترمیم و بازسازی صدا و کاهش میزان نویز صدا با به کارگیری آن اشاره کرد. علاوه بر این، با استفاده از آن می توان میزان زیر و بم بودن صدا و گام صدا را بدون تغییر در کیفیت صدا انجام داد؛
- در برنامه Adobe Audition سه فضای کاری Multitrack View و Edit View وجود دارد که از Multitrack View برای عملیاتی چون ضبط صدا، میکس و مونتاژ و پخش صداها ی ایجاد شده استفاده می شود؛ ضمن اینکه در فضای کاری Edit View امکان ضبط، ویرایش و پردازش موج گونه ی صداها به صورت انفرادی فراهم شده است. از CD View نیز برای چیدمان تراک ها، تنظیم ویژگی ها و تغییر ترتیب قرارگیری آنها روی CD و در نهایت write آنها روی CD استفاده می شود؛
- در برنامه ی Audition از پنجره ی Organizer برای سازمان دهی و مدیریت فایل ها و جلوه های صوتی استفاده می شود.



واژه نامه‌ی تخصصی	
Amplitude	دامنه
Balanced	متعادل
Blaster	منفجر کننده
Comparative	نسبی
Compatible	سازگار
Composite	مرکب
Convertor	تبدیل کننده
Delay	تاخیر
Depth	عمق
Distance	فاصله
Favorites	دلخواه
Frequency	فرکانس
Increases	افزایش دادن
Intensity	شدت
Media	رسانه
Mixer	مخلوط کننده
Multitrack	چند کاناله
Offline	برون خطی
Organizer	سازماندهی

واژه نامه‌ی تخصصی	
Period	متناوب
Phase	فاز
Plug	اتصال
Produced	تولید کردن
Quantization	عددی
Rate	نرخ
Realtime	بلادرنگ
Repeat	تکرار
Required	نیاز داشتن
Sampling	نمونه
Wavelength	طول موج

## خودآزمایی:

۱. هریک از اصطلاحات زیر را توضیح دهید:
- فرکانس - طول موج - دوره تناوب - فاز
۲. مشخصات اصلی صوت را نام برده و توضیح دهید.
۳. عملکرد ابزارهای ADC و DAC را در صدای دیجیتال توضیح دهید.
۴. فرمت‌های مهم فایل‌های صوتی را با ذکر مشخصات آنها توضیح دهید.
۵. کاربرد کارت صدا در کامپیوتر را بیان کرده و انواع آن را نام ببرید.
۶. انواع کابل‌های ورودی و خروجی صدا را بیان کرده و ویژگی‌های آنها را بیان نمایید.
۷. انواع کانکتورهای کابل صدا را نام برده و کاربرد آنها را بیان کنید.
۸. نرم‌افزارهای کاربردی در ویرایش صدا را نام ببرید.

## کارگاه صدا:

- ۱- نرم‌افزار Adobe Audition 3.0 را روی سیستم نصب کرده و آن را فعال‌سازی نمایید.

## پرسش‌های چهارگزینه‌ای:

- ۱- بیشترین ارتفاع موج را اصطلاحاً..... می‌گویند.
- الف) دوره تناوب (ب) دامنه (ج) طول موج (د) فرکانس
- ۲- مسافتی که موج در مدت یک دوره‌ی تناوب می‌پیماید..... نام دارد.
- الف) بلندی (ب) دامنه (ج) طول موج (د) فرکانس
- ۳- تعداد نوسان کامل موج در یک ثانیه را..... گوییم.
- الف) بلندی (ب) دامنه (ج) طول موج (د) فرکانس
- ۴- واحد اندازه‌گیری طول موج صدا چیست؟
- الف) ثانیه (ب) متر (ج) هرتز (د) کیلو هرتز
- ۵- واحد اندازه‌گیری شدت صدا چیست؟
- الف) دسی بل (ب) متر (ج) هرتز (د) کیلو هرتز
- ۶- کدام یک از ویژگی‌های زیر باعث تشخیص صداهایی با فرکانس متفاوت می‌شود؟
- الف) شدت (ب) بلندی (ج) ارتفاع (د) طنین
- ۷- کدام یک از ویژگی‌های زیر باعث تشخیص صداهای هم شدت و هم ارتفاع می‌شود؟
- الف) شدت (ب) بلندی (ج) ارتفاع (د) طنین
- ۸- کدام یک از قالب‌های صوتی زیر حجم بسیار کم و کیفیت بسیار داشته و در اینترنت و صفحات وب از آنها بیشتر استفاده می‌شود؟
- الف) Wma (ب) Wav (ج) Mp3 (د) Midi

9-....., is the distance between two points with the same degree of phase

- a) Wavelength      b) Frequency      c) Phase      d) Cycle