

اصول و مبانی صدا برداری استودیوی ضبط موسیقی

نویسنده: استنلی آر. آلتن
ترجمه: معصومه پورصادق

بتهوون
مرکز موسیقی بتهوون شیراز



سرشناسه:	آلتن، استنلی آر. Alten, Stanley R
عنوان و نام پدیدآور:	اصول و مبانی صداپردازی: استودیوی ضبط موسیقی نویسنده Stanley R. Alten ؛ ترجمه معصومه پورصادق.
مشخصات نشر:	تهران: دانشگاه صدا و سیما جمهوری اسلامی ایران، ۱۳۸۸.
مشخصات ظاهری:	۵۹۲ ص: مصور، جدول، نمودار.
شابک:	۹۷۸-۹۶۴-۸۸۵۷-۳۴-۴
یادداشت:	عنوان اصلی: Audio in media : the recording studio, c1996.
موضوع:	۱- صداپردازی -- ابزار و وسایل ۲- استودیوهای صدا -- ابزار و وسایل
شناسه افزوده:	پورصادق، معصومه، ۱۳۵۱ -
شناسه افزوده:	دانشگاه صدا و سیما جمهوری اسلامی ایران
رده بندی کنگره:	۱۳۸۸ هالف ۳۶ / TK ۷۸۸۱/۴
رده بندی دیویی:	۶۲۱/۳۸۹
شماره کتابشناسی ملی:	۵۰۵۳۶۶۱



انتشارات دانشگاه صدا و سیما

عضو انجمن فرهنگی ناشران کتاب دانشگاهی

اصول و مبانی صداپردازی: استودیوی ضبط موسیقی

نویسنده: استنلی آر. آلتن

ترجمه: معصومه پورصادق

(عضو هیئت علمی دانشگاه صدا و سیما)

ویراستار: مرضیه قادری

طراح جلد: محمدرضا آستانه

لیتوگرافی، چاپ و صحافی: سروش

شمارگان: ۵۰۰ نسخه

چاپ دوم: پاییز ۱۳۹۶

شابک: ۹۷۸-۹۶۴-۸۸۵۷-۳۴-۴

کلیه حقوق این اثر متعلق به دانشگاه صدا و سیما جمهوری اسلامی ایران است.

تهران - خیابان ولی عصر (عج)، ابتدای بزرگراه نیایش - دانشگاه صدا و سیما جمهوری اسلامی ایران.

انتشارات (تلفن و دورنگار) ۲۲۶۵۲۸۴۴ - فروشگاه ۲۲۱۶۸۶۲۰

www.iribu.ac.ir

فهرست مطالب

۱۵	مقدمه مؤلف
۱۵	ساختار کتاب اصول و مبانی صدا برداری: استودیوی ضبط موسیقی
۱۶	تشکر و قدردانی
۱۷	بخش ۱: اصول
۱۹	فصل ۱: چشم اندازی بر ضبط موسیقی
۲۱	۱-۱ نقش عوامل تولید در ضبط موسیقی
۲۲	تهیه کننده
۲۲	مهندس صدا
۲۳	تکنسینها (متخصصین فنی)
۲۳	دستیاران تولید
۲۴	۱-۲ تربیت گوش
۲۴	گوش دادن تحلیلی
۲۵	گوش دادن منتقدانه
۲۷	فصل ۲: صوت و شنوایی
۲۹	۲-۱ موج صوتی
۳۱	۲-۲ بسامد و نواک
۳۳	۲-۳ دامنه و بلندی
۳۴	دسی بل
۳۴	تراز فشار صوت (SPL)
۳۶	تراز سیگنال
۳۶	۲-۴ بسامد و بلندی
۳۷	اصل بلندی یکسان
۴۰	پوشش صوتی
۴۲	۲-۵ گوش و کاهش شنوایی و عملکرد آن
۴۲	گوش
۴۴	کاهش شنوایی
۴۵	عملکرد گوش
۴۹	۲-۶ سرعت موج
۵۰	۲-۷ طول موج
۵۱	۲-۸ فاز آکوستیکی
۵۱	۲-۹ شیوش
۵۵	۲-۱۰ پوش صدا

۵۷	فصل ۳: آکوستیک و آکوستیک روان سنیداری
۶۰	۳-۱ شنوایی دو گوشی
۶۰	تعیین موقعیت منبع صدا
۶۰	شدت صدا
۶۱	زمان رسیدن صدا به گوش
۶۱	بعد (دیماسیون)
۶۲	۳-۲ صدای مستقیم، بازتابهای اولیه، واخنتش (پس آوایی) و اکو (باز آوایی)
۶۳	واخنتش یا پس آوایی
۶۴	۳-۳ تطبیق آکوستیک استودیو با نوع برنامه
۶۷	۳-۴ طراحی استودیو
۶۷	نویز (نوفه)
۶۸	ایزولاسیون
۷۱	ابعاد اتاق
۷۴	شکل استودیو
۷۶	جذب و بازتابش
۸۳	آکوستیک های متغیر
۸۷	طراحی اتاق فرمان
۸۷	ارگونومی (مهندسی محیط کار)
۹۱	بخش ۲: تجهیزات
۹۳	فصل ۴: میکروفونها
۹۵	۴-۱ انواع میدل ها
۹۶	انواع میکروفونهای با امپدانس پایین
۹۸	میکروفون خازنی
۹۹	۴-۲ مشخصه های عمومی عملکرد میکروفونها (میدل ها)
۱۰۱	۴-۳ مشخصه های جهتی
۱۰۳	نمودار پاسخ قطبی
۱۰۷	میکروفون های چند جهتی
۱۰۸	۴-۴ میکروفونهایی با کاربردهای خاص
۱۱۴	۴-۵ پاسخ بسامد
۱۱۵	۴-۶ پاسخ صوتی
۱۲۰	حداکثر تراز فشار صوتی (SPL)
۱۲۲	۴-۷ لوازم جانبی میکروفون
۱۲۲	بادگیر و پاپ فیلتر
۱۲۴	لرزه گیر
۱۲۴	اتصالات

۱۲۶	پایه میکروفون
۱۲۸	۴-۸ مراقبت از میکروفونها
۱۲۹	فصل ۵: میز صدا
۱۳۲	۵-۱ میزهای چند کاناله آنالوگ
۱۳۲	میزهای ردیفی
۱۳۴	ویژگیهای ورودی و خروجی
۱۳۴	۵-۲ میز ردیفی (IN-LINE)
۱۳۵	مشخصات میزهای ردیفی
۱۴۴	بخش مانیتور
۱۴۶	بخش ارتباطات
۱۴۶	بخش اتصالات (Patch bay)
۱۴۷	فلوچارت میز ردیفی
۱۵۰	۵-۳ اتصالات
۱۵۴	راهنمایی کلی در مورد اتصالات
۱۵۵	۵-۴ اتوماسیون میز صدا
۱۵۸	مدهای عملیاتی
۱۵۹	انواع سیستمهای اتوماسیون
۱۶۱	۵-۵ میز دیجیتال
۱۶۳	۵-۶ میز مجازی
۱۶۵	فصل ۶: ضبط آنالوگ
۱۶۷	۶-۱ ضبط صدا روی نوار
۱۶۷	۶-۲ صدای آنالوگ
۱۶۸	ضبط آنالوگ روی نوار صدا
۱۶۹	مشخصات فیزیکی نوار صدا
۱۷۲	خواص مغناطیسی نوار صدا
۱۷۳	پسماند مغناطیسی
۱۷۳	حساسیت
۱۷۴	معایب نوار
۱۷۴	نکات مهم در کار با نوار
۱۷۵	ذخیره کردن برنامه ها
۱۷۶	۶-۳ دستگاه های ضبط نوار صوتی ریل باز
۱۷۸	ریل های تغذیه کننده و جمع کننده
۱۸۰	سرعت نوار
۱۸۱	کلیدهای کنترل سیستم انتقال نوار
۱۸۲	هدهای مغناطیسی
۱۸۴	انواع هد ها

۱۸۵	مراقبت از هدها و تنظیم آنها.....
۱۸۸	تنظیمات الکترونیکی.....
۱۸۹	مدارات الکترونیکی.....
۱۹۰	تنظیمات ویژه ضبط.....
۱۹۲	مشخصات دستگاه‌های ضبط نوار صدا.....
۱۹۴	پشته هد باند باریک.....
۱۹۵	زمان بندی نوار.....
۱۹۹	فصل ۷: ضبط دیجیتال.....
۲۰۱	۷-۱ صدای دیجیتال.....
۲۰۱	نمونه برداری.....
۲۰۳	آلیزینگ (Aliasing).....
۲۰۴	کوانتس (کوانتیزاسیون).....
۲۰۷	۷-۲ ضبط و پخش دیجیتال.....
۲۰۸	فرآیند ضبط.....
۲۰۹	فرآیند پخش.....
۲۰۹	۷-۳ نوار صدای دیجیتال ریل باز.....
۲۱۰	۷-۴ دستگاه‌های ضبط نوار صدای دیجیتال.....
۲۱۰	ضبط صدای دیجیتال با هد ثابت.....
۲۱۴	پیکربندی هد.....
۲۱۵	دستگاه‌های ضبط صدای دیجیتال با هد ثابت.....
۲۱۷	ضبط صدای دیجیتال با هد چرخان.....
۲۱۸	دستگاه‌های ضبط صدای دیجیتال با هد چرخان.....
۲۱۹	تنظیمات R-DAT.....
۲۲۶	تمیز کردن R-DAT.....
۲۲۸	مشکلات DAT.....
۲۳۰	۷-۵ سیستم صوتی بر مبنای دیسک.....
۲۳۱	دیسک‌های فشرده قابل ضبط (CD-R).....
۲۳۳	ضبط مغناطیسی - نوری.....
۲۳۶	ضبط روی دیسک سخت.....
۲۳۷	۷-۶ ایستگاه کاری صدای دیجیتال (DAW).....
۲۳۸	۷-۷ شبکه سازی صدای دیجیتال.....
۲۴۷	فصل ۸: پردازش سیگنال.....
۲۴۹	۸-۱ پردازنده طیف سیگنال.....
۲۵۱	اکولایزر بسامد ثابت.....
۲۵۶	فیلترها.....
۲۵۷	پردازنده‌های اکوستیک روان شنیداری.....

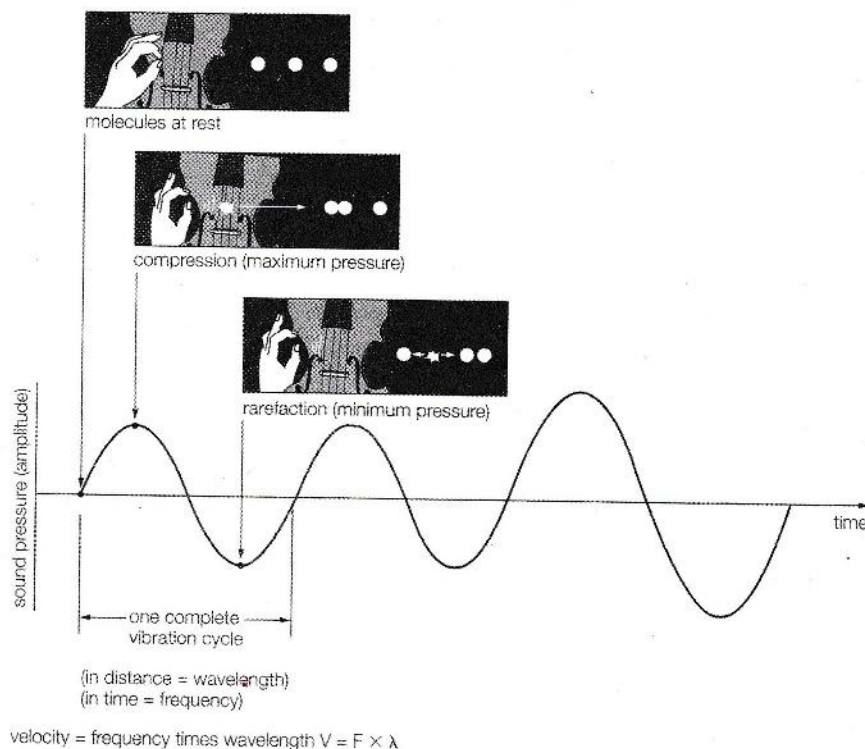
۲۵۹	۸-۲ پردازنده های زمانی سیگنال
۲۶۰	اتاقک آکوستیک
۲۶۳	انتخاب یک سیستم واخنش ساز مناسب
۲۶۴	تأخیر
۲۶۸	Flanging
۲۷۰	فازی کردن (Phasing)
۲۷۰	Morphing
۲۷۱	۸-۳ پردازنده های دامنه سیگنال
۲۷۳	فشرده کننده ها و محدودکننده ها
۲۷۵	فشرده کننده ها
۲۷۸	محدود کننده ها
۲۷۹	کاربردهای فشرده کننده و محدودکننده
۲۸۰	بسط دهنده ها
۲۸۲	۸-۴ پردازنده های نویز
۲۸۴	سیستم دالبی (Dolby)
۲۸۶	۸-۵ پردازش سیگنال دیجیتال
۲۸۸	کاهش نویز با استفاده از پردازش سیگنال دیجیتال
۲۹۱	فصل ۹: بلندگوها و مانیتورینگ
۲۹۳	۹-۱ سیستم بلندگو
۲۹۴	شبکه تفکیک بسامد
۲۹۵	شبکه تفکیک غیر فعال و فعال
۲۹۸	بوق ها
۲۹۹	۹-۲ انتخاب یک بلندگوی مناسب
۳۰۱	واپیش
۳۰۲	قدرت خروجی بلندگو
۳۰۴	زمان رسیدن صدا
۳۰۵	۹-۳ محل نصب بلندگوی مانیتور
۳۰۸	۹-۴ مانیتورینگ میدان نزدیک
۳۱۰	۹-۵ تنظیم صدای مانیتور با آکوستیک اتاق
۳۱۱	۹-۶ ارزیابی بلندگوی مانیتور
۳۱۳	۹-۷ مانیتورینگ در یک اتاق فرمان ناآشنا
۳۱۵	بخش ۳: مرحله پیش تولید
۳۱۷	فصل ۱۰: برنامه ریزی جلسه ضبط
۳۲۰	۱۰-۱ مرحله آماده سازی
۳۲۰	تعیین هدف ضبط

۳۲۰	آگاهی از شرایط استودیو
۳۲۱	آشنایی با آهنگسازان
۳۲۲	نحوه رفتار با مراجعین
۳۲۷	طرح برنامه و زمان بندی جلسه ضبط
۳۲۹	کنترل فشار فیزیکی
۳۳۳	بخش ۴: مرحله تولید
۳۳۵	فصل ۱۱: میکروفون گذاری دور : (صدابرداری از ارکستر یا گروههای همنازی)
۳۳۷	۱۱-۱ میکروفون گذاری دور
۳۳۸	نکات اساسی در میکروفون گذاری دور
۳۳۹	افت صوتی ناشی از هوا
۳۴۰	سازگاری استریو با مونو
۳۴۴	میکروفون گذاری تقریباً متقارن
۳۴۸	مقایسه تکنیک های میکروفون گذاری استریو
۳۵۱	۱۱-۲ تصویر صدای سه- بعدی
۳۵۲	صدای دو گوشه
۳۵۷	فصل ۱۲: میکروفون گذاری نزدیک (صدابرداری از آلات موسیقی و آواز)
۳۶۰	۱۲-۱ فاز آکوستیکی و الکتریکی
۳۶۱	فاز الکتریکی
۳۶۲	۱۲-۲ میکروفون گذاری نزدیک
۳۶۴	۱۲-۳ مجموعه درام (طبل ها و سنج ها)
۳۶۴	مشخصات طبل ها
۳۶۶	سنج ها (Cymbals)
۳۷۳	تام-تام
۳۷۷	۱۲-۴ سازهای زهی آکوستیک
۳۷۸	مشخصات سازهای زهی زخمه ای (یا مضرابی)
۳۸۲	ویژگی سازهای زهی آرشه ای
۳۸۳	میکروفون گذاری سازهای زهی آرشه ای
۳۸۵	ویژگی سازهای زهی چکشی
۳۹۰	۱۲-۵ سازهای بادی چوبی
۳۹۴	۱۲-۶ سازهای برنجی
۳۹۴	مشخصات سازهای برنجی
۳۹۵	میکروفون گذاری سازهای برنجی
۳۹۸	۱۲-۷ سازهای الکتریکی
۳۹۸	میکروفون گذاری سازهای الکتریکی
۴۰۲	تقویت کننده های نوازنده ها

۴۰۴	..... ۱۲-۸ آواز (خواننده)
۴۰۴	..... میکروفون گذاری نزدیک برای خواننده
۴۰۶	..... صدای نفس، صداهای انسدادی پاپ و صداهای سوت مانند
۴۰۸	..... ۱۲-۹ تکنیک های میکروفون گذاری با میکروفون های مرزی (PZM)
۴۰۹	..... ۱۲-۱۰ میکروفون گذاری گروه های همناواری استودیویی
۴۰۹	..... ۱۲-۱۱ میکروفون گذاری در ضبط دیجیتال
۴۱۳	..... تکنیک های میکروفون گذاری در ضبط دیجیتال
۴۱۵	..... ۱۲-۱۲ نمونه بردارها و نمونه برداری
۴۲۰	..... رهنمودهایی برای ضبط نمونه های صوتی
۴۲۳	..... فصل ۱۳: جلسه ضبط
۴۲۴	..... ۱۳-۱ کنترل فشارکار و تدبیر
۴۲۴	..... ۱۳-۲ جلسه ضبط برنامه
۴۲۸	..... ساختار و ترتیب یک ضبط
۴۳۲	..... پیش بینی میکس نهایی
۴۳۳	..... پردازش سیگنال در حین ضبط
۴۳۷	..... تکنیک های اورداپ کردن
۴۴۱	..... ضبط تون های مرجع
۴۴۲	..... ۱۳-۳ عیب یابی
۴۴۷	..... بخش ۵: مرحله پس از تولید
۴۴۹	..... فصل ۱۴: تدوین
۴۵۲	..... ۱۴-۱ تدوین خطی
۴۵۲	..... بریدن و چسباندن نوار صدای آنالوگ ریل باز
۴۵۵	..... روش های اصولی تدوین نوار صدا
۴۶۱	..... بریدن و چسباندن نوار صدای دیجیتال ریل باز
۴۷۰	..... مد حذفی و غیر حذفی شماره فریم
۴۷۲	..... همگام سازها
۴۷۵	..... ۱۴-۲ تدوین غیر خطی
۴۸۵	..... ۱۴-۳ ملاحظات فنی و هنری (زیبایی شناسی)
۴۸۵	..... برش برای تفکیک و جداسازی
۴۸۷	..... کلیدهای سازگار
۴۸۹	..... خستگی ناشی از گوش دادن
۴۹۱	..... فصل ۱۵: میکس نهایی
۴۹۳	..... ۱۵-۱ میکس نهایی موسیقی
۴۹۴	..... دستورات العمل های پیشنهادی برای میکس

۴۹۷	اکولایز: چه قدر؟ کجا، و کی؟
۵۰۴	فشرده سازی
۵۰۵	واخنش: ایجاد فضای آکوستیکی
۵۰۸	تعیین موقعیت المانهای موسیقی در فضای استریویی
۵۱۳	۱۵-۲ یکارگیری صدای سه- بعدی در میکس
۵۲۰	مانیتورینگ صدای سه- بعدی و صدای فراگیر
۵۲۱	۱۵-۳ ثبت تنظیمات میکس
۵۲۱	۱۵-۴ سازگاری استریو با مونو
۵۲۵	فصل ۱۶: مستر
۵۲۷	۱۶-۱ ضبط تونهای کالیبراسیون
۵۲۷	ضبط تونها روی نوار آنالوگ
۵۲۹	۱۶-۲ اسمبل کردن مستر
۵۳۱	ثبت اطلاعات نوار و برچسب زدن آن
۵۳۲	۱۶-۳ تهیه نسخه ایمن
۵۳۳	۱۶-۴ تهیه پیش مستر روی دیسک فشرده
۵۳۳	۱۶-۵ فهرست اطلاعات محصول (شناسنامه)
۵۳۳	۱۶-۶ ارزیابی محصول نهایی
۵۳۵	وضوح یا قابل فهم بودن آواز
۵۴۲	پرسپکتیو و تعادل فضایی
۵۴۳	۱۶-۷ ارزش های تولیدی
۵۴۵	واژه نامه

این انبساط نیز درست همانند تراکم، از جسم حرکت می‌کند با این تفاوت که باعث کاهش فشار شده و به این ترتیب یک **تورفتگی**^۱ در موج صدا ایجاد می‌کند (شکل ۲-۱). با حرکت موج صدا از جسم نوسانگر، تک تک مولکولها با موج پیش نمی‌روند بلکه در جایی که اصطلاحاً **موضع میانگین سکون** آنها نامیده می‌شود، نوسان می‌کنند تا زمانی که از حرکت بایستند یا به وسیله ارتعاش دیگری به حرکت درآیند. اساس حرکت هر موج مؤلفه‌هایی هستند که موج صوتی را می‌سازند از جمله بسامد، دامنه، سرعت، طول موج و فاز. (به شکل‌های ۲-۱، ۲-۲ و ۲-۱۳ توجه کنید)



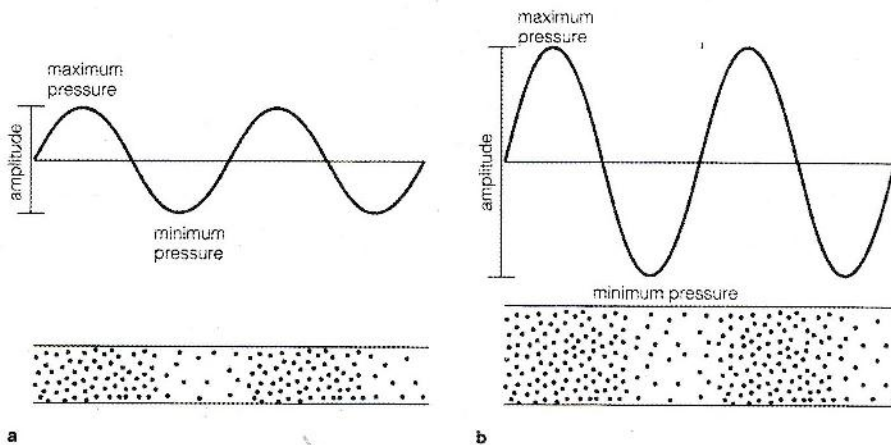
شکل (۲-۱) مولفه‌های یک موج صوتی. تراکم^۲ و انبساط^۳ در امواج صوتی. حرکت جسم نوسانگر به طرف خارج جسم، باعث ایجاد تراکم (و برخورد و مولکولها با یکدیگر) می‌شود. حرکت جسم نوسانگر به طرف داخل، باعث ایجاد انبساط (دور شدن مولکولها از یکدیگر) می‌گردد.

- 1 - Trough
- 2 - Compression
- 3 - Rarefaction

۲-۲ بسامد و نواک^۱

هنگامی که یک ارتعاش یک بار به طور کامل به سمت بالا و پائین، از تراکم تا انبساط حرکت کند، یک دور را کامل کرده است. تعداد دورهایی که یک ارتعاش در یک ثانیه کامل می‌کند، **بسامد** آن نامیده می‌شود. اگر یک حرکت ارتعاشی ۵۰ دور در ثانیه (cps)^۲ را کامل کند، بسامد آن ۵۰ هرتز (Hz) است؛ اگر ۱۰۰۰۰ دور در ثانیه را کامل کند، بسامد آن ۱۰۰۰۰ Hz یا ۱۰ KHz است. هر حرکت ارتعاشی دارای یک بسامد است و معمولاً، انسانها قادر به شنیدن بسامدهای ۲۰ Hz تا ۲۰ kHz هستند. هر چند بسامدهای انتهای بالایی و پائینی این محدوده، ممکن است بیش از آنکه شنیده شوند، احساس شوند!

از نظر روان شناسی، ما بسامد را به صورت نواک (Pitch)، که مربوط به زیر یا بم بودن صداست درک می‌کنیم اگر یک منبع صوتی، در هر ثانیه تعداد نوسان بیشتری داشته باشد، نواک صدای آن بالاتر است. سیم سل (G) یک گیتار، ۱۹۶ بار در هر ثانیه نوسان می‌کند، پس بسامد اصلی آن ۱۹۶ Hz است. سیم لا (A)، دارای بسامد ۱۱۰ Hz است، بنابراین نواک سیم سل (G)، بالاتر است.



شکل (۲-۲) دامنه صوت. تعداد مولکولهای جایجا شده به وسیله یک ارتعاش، دامنه یا بلندی صدا را تعیین می‌کند، در اینجا تعداد مولکولهای موج صدا در شکل b بیشتر از تعداد آنها در شکل a می‌باشد به همین دلیل، دامنه موج صدا در b بیشتر است.

نواک، احساس ما را از مشخصه تونی و رنگ صدا تحت تأثیر قرار می‌دهد، به طوری که آن را شفاف، نرم و مطلوب، خشن، هیس دار و ... می‌شنویم. محدوده بسامدهای شنوایی، یا طیف بسامد صوتی را می‌توان به دو قسمت تقسیم کرد که هر یک دارای قابلیت‌هایی اساسی و منحصر به

^۱ - Frequency & Pitch

^۲ - Cycle per second

فرد هستند. تقسیم بندی معمول در موسیقی غربی **اکتاوی** نامیده می‌شود. یک اکتاو^۱، فاصله بین دو بسامدی است که نسبت آنها به یکدیگر، ۲ به ۱ است. گستره شنوایی انسان در حدود ۱۰ اکتاو است که از ۲۰ Hz شروع می‌شود.

اولین اکتاو، ۲۰ Hz تا ۴۰ Hz است؛ دومین اکتاو، ۴۰ Hz یا ۸۰ Hz و سومین اکتاو، ۸۰ Hz تا ۱۶۰ Hz است و ...

اکتاوها در سه بخش کلی بم (bass)، میانی (midrange) و زیر (treble)، گروه‌بندی شده‌اند:

بم پائینی (Low-Bass): اکتاوهای اول و دوم (۸۰ Hz - ۲۰ Hz)، اینها بسامدهایی هستند پرنرزی، با صدای خیلی بم و پر حجم. پائین ترین نت‌های پیانو، ارگ (organ)، توبا (tuba) و باس (bass) در این محدوده هستند. در این اکتاوها اغلب نیازی به تقویت حجم صدا نیست. اگر به دفعات روی دهند یا صدایشان خیلی بلند باشد، ممکن است صدا گرفته، کدر یا مغشوش شود.

بم بالایی (Upper-Bass): اکتاوهای سوم و چهارم (۳۲۰ Hz - ۸۰ Hz). بیشتر تونهای پائینی که به وسیله ریتم و دیگر سازهای پایه مانند طبلها و سازهای ضربی (Drums)، پیانو، باس (Bass)، ویولنسل (Cello)، ترومبون (Trombone) و هورن فرانسوی (French Horn) تولید می‌شوند، در این محدوده هستند، این بسامدها تعادلی زیبا در ساختار موسیقی برقرار می‌کنند. فراوانی بسامدهای این محدوده، صدا را بم و غرنده می‌کند و اگر بسیار کم باشند، صدا نازک و کم حجم می‌شود.

اگر این بسامدها به طور صحیح تقسیم شوند، نواک صدا در اکتاوهای دوم، سوم و چهارم، برای گوش بسیار خوشایند خواهد بود، و ما آنها را مثل صدای لنگر انداختن کشتی پر و کامل احساس می‌کنیم!

محدوده میانی (Midrange): اکتاوهای پنجم، ششم و هفتم (۲۵۶۰ Hz - ۳۲۰ Hz). این بسامدها که شامل هماهنگ اصلی، هماهنگ های پر حجم پائینی و فراهنگ‌سهای^۲ اکثر منابع صوتی هستند، به صدا شدت می‌بخشند. ولی بسامدهای میانی، لزوماً صداهای خوشایندی تولید نمی‌کنند به طوری که با تأکید زیاد بر بسامدهای اکتاو ششم، صدا شبیه صدای بوق خواهد شد و با تقویت بیش از حد اکتاو هفتم، صدا کم حجم و نازک می‌شود. همچنین گوش دادن مداوم به صداهای محدوده میانی، می‌تواند آزاردهنده و خسته‌کننده باشد.

^۱ - Octave

^۲ - Overtones (Inharmonic Overtones) - نواک‌هایی که مضراب صحیحی از نواک بسامد اصلی - نیستند.

2nd Edition

Audio In Media The Recording Studio

Stanley R. Alten

Translated by Masoumeh Poursadegh



اصول و مبانی صداپردازی

