

آشنایی با آکوستیکِ موسیقی

۱ آشنایی با سازها

در این آزمایش ما می‌خواهیم با مفاهیم فیزیکی موسیقی آشنا شویم. هر قطعه موسیقی که شما به آن گوش می‌دهید سازهای مختلفی را شامل می‌شود. هر کدام از این صداهایی که می‌شنوید دارای چهار مشخصه هستند

- **فرکانس:** یا همان نت که خود و هارمونی‌هایش نواخته می‌شوند
- **زمان:** فاصله زمانی که یک نت خاص نواخته می‌شود
- **شدت:** که شدت یا همان دسی‌بل‌ای هست که نت نواخته می‌شود
- **جنس یا رنگ:** همان چیزی است که یک نت مشخص از پیانو را از همان نت مشخص از ویلون تمییز پذیر می‌کند. در واقع طیف پخش‌ی بین هارمونیک‌های هر فرکانس یا دامنه‌ی هارمونیک‌های یک فرکانس است.

انواع سازها:

□ **زهی:** گیتار آکوستیک، گیتار الکتریک، ستار، تار، پیانو، ...

□ **کوبه‌ای:** طبل، سنج، پرکاشن، تمبک، دف، ...

□ **بادی:** فلوت، نی، ساکسیفون، ترومپت، آکاردئون، سازدهنی، ...

سازهای زهی معمولاً از سیم‌هایی تشکیل شده‌اند که دو طرفش بسته شده (طول موج ثابت) و به وسیله کوک کشش آن‌ها تنظیم می‌شود (با تغییر کشش، سرعت در آن تغییر می‌کند و در نتیجه فرکانس تغییر می‌کند). در این سازها معمولاً وسیله‌ای مانند مضراب، پیک، جکش و آرشه نقش ایجاد اختلال در سیم را دارد تا شروع به نوسان کرده و صدا تولید کند. سازهای کوبه‌ای که آن‌ها با توجه به کشش پوسته و سایش‌شان نت خاصی اجرا می‌کنند. این سازها با ضربه زدن تحریک شده به نوسان در می‌آیند و صدا تولید می‌کنند.

در سازهای بادی با دمیدن هوا درون محفظه‌ای با مشخصات آکوستیکی خاص مثل حجم حفره که معادل ظرفیت خازن صوتی و لوله انتقال صدا که معادل سلف صوتی هستند، فرکانس مورد نظر بنا به سرعت صوت در هوا و شکل ساز ایجاد می‌شود.

۲ آشنایی با گیتار

یکی از ساده‌ترین سازها به لحاظ ساختاری گیتار است. این ساز که معمولاً شامل ۶ سیم است که از سیم پایین به بالا شماره گذاری می‌شود، دارای یک دسته، پیچ‌های کوک کردن، خرک که همان پایه‌ای می‌باشد که سیم را به صفحه‌ی مرتعش روی حفره هوایی وصل می‌کند، جعبه صدا و باره‌ها است.



شکل ۱: اجزای گیتار

سیم‌ها بین خرک و پیچ‌های کوک کردن بسته شده اند که با چرخاندن پیچ‌های کوک کردن، کشش سیم تغییر پیدا کرده و فرکانس نوسان آن‌ها بیشتر می‌شود. از طرفی با قرار دادن انگشت پشت باره‌ها با تغییر دادن طول موثر نوسان، طول موج را کم کرده در نتیجه فرکانس بیشتر می‌شود. نفش جعبه صدا تقویت هماهنگ‌های گوناگون است. هر جعبه صدا بنا به جنس چوب و شکلش، طیف خاصی بین هماهنگ‌ها ایجاد می‌کند که در نتیجه جنس یا همان رنگ صدای خاصی ایجاد می‌شود.

۳ آزمایش اول

در این قسمت می‌خواهیم با نت‌های موسیقی آشنا شویم و رابطه بین آن‌ها را بیابیم. در آخر نیز سرعت صوت در سیم گیتار را بیابیم.

ابتدا با خط‌کش وسط سیم شماره ۱ را بیابید.

۱. چه باره‌ای مربوط به این طول است؟

علی‌الاصول فرکانس این باره دو برابر فرکانس همان سیم در حالت آزاد است. که به آن اکتاو نت سیم آزاد می‌گویند. به همین صورت اکتاو باره‌ی ۱، باره‌ی ۱۳ و ...

از سیم آزاد تا باره‌ی ۱۸ گیتار را بنوازد و صدای آن را ضبط کنید. فرکانس مربوط به هر باره را با استفاده از نرم افزار *Pro Edit Cool* به دست آورده و در جدول یک یادداشت کنید. طول سیم مربوط به هر کدام از این باره‌ها را نیز اندازه گیری کرده در جدول یک بنویسید.

۲. با کشیدن نمودار باره شماره‌ی n بر حسب طول سیم در سه نمودار میلیمتری، نیم لوگاریتمی و تمام لوگاریتمی، تشخیص دهید هر نت چه رابطه‌ای با طول سیم دارد.

۳. با کشیدن نمودار طول موج بر حسب f^{-1} ، سرعت موج در سیم گیتار را از رابطه‌ی زیر به دست آورید.

$$\lambda = \frac{c}{f}$$

۴ آزمایش دوم

در این قسمت می‌خواهیم با مفهومی به نام هارمونی‌های طبیعی یا *Natural Harmonics* آشنا بشویم. ابتدا باید بیاموزیم چگونه آن‌ها را بنوازیم و تفاوت صدای آن‌ها را با صدای طبیعی بفهمیم. برای این کار انگشت خود را دقیقاً روی باره‌ی ۱۲ بگیرد ولی فشار ندهید. به طوری که انگشت شما فقط سیم را لمس کند ولی فشار ندهد. بعد با زدن سیم به آن گوش فرا دهید. همان طور که می‌بینید صدای خاصی پخش می‌شود که با صدای سیم آزاد و یا صدای باره‌ی ۱۲ متفاوت است.

۴. حال در سیم ۱ تا ۴ این کار را برای باره‌ی ۱۲ در سه حالت سیم آزاد، باره‌ی ۱۲ و هارمونی طبیعی باره‌ی ۱۲ انجام دهید و ضبط نمایید.

۵. با استفاده از منوی *Frequency Analysis* نرم افزار *CoolEdit* طیف‌های فرکانسی قسمت قبل را مقایسه کنید.

۶. کدام یک زودتر دمپ می‌شوند؟ چرا؟

۵ آزمایش سوم

در این قسمت ما می‌خواهیم تفاوت طیف فرکانسی صدای انسان را با صدای گیتار بررسی کنیم. ابتدا سیم ۳ گیتار را در حالت آزاد بنوازید و ضبط کنید. سپس سعی کنید که با آن بخوانید به طوری که صدایتان یکی شود. در این حالت تمایز خاصی بین صدای خود و گیتار حس نمی‌کنید و به نحوی صدای هر دو در گوشتان می‌پیچد و طنین خاصی ایجاد می‌شود. حال دیگر بنوازید و فقط بخوانید و صدای خود را ضبط کنید.

۷. با استفاده از منوی *Frequency Analysis* نرم افزار *CoolEdit* طیف‌های فرکانسی خود و گیتار را مقایسه کنید.

۶ آزمایش چهارم

در این قسمت با نواختن گیتار الکتریک در حالت دیستورشن می‌خواهیم تفاوت طیف فرکانسی صدای عادی و صدای دیستورشن شده را مقایسه کنیم. گیتار را در حالت دیستورشن قرار داده و *gane* آن را تا حد امکان بالا ببرید. حالا با نواختن سیم یک از باره ۱ تا ۱۸ صدای گیتار را ضبط کنید

۸. حال با استفاده از منوی *Frequency Analysis* نرم افزار *CoolEdit* طیف‌های فرکانسی گیتار در حالت دیستورشن را با حالتی که در آزمایش اول در حالت معمولی انجام داده‌اید مقایسه کنید.

۷ فعالیت‌های ویژه

۱. برای باره‌های ۷ و ۵ هم پدیده هارمونی‌های طبیعی وجود دارد. چرا؟ در واقع باید استدلال کنید پدیده هارمونی‌های طبیعی اصولاً چطور به وجود می‌آیند.
۲. با استفاده از رابطه‌ی $c = \sqrt{\frac{T}{\beta}}$ که در آن c سرعت موج در سیم، T کشش سیم و β جرم بر واحد طول سیم است، با تخمین β و عددی که از آزمایش اول به دست آوردید. کشش سیم را به دست آورید.
۳. در مورد نحوه‌ی کار حنجره‌ی انسان و ماهیت تارهای صوتی تحقیق کنید و خلاصه‌ی کوتاهی از یافته‌هایتان را بنویسید. چه چیزی در این سیستم ثابت است؟ فرکانس یا طول موج؟ چرا؟

بر این اساس توجیه کنید اگر در محیطی به غیر از هوای معمولی صحبت کنیم که در آن سرعت صوت متفاوت باشد، صدای ما بم تر خواهد شد یا زیرتر؟
می‌توانید به عنوان مثال ویدئوهایی را پیدا کنید که تغییر صدای انسان‌ها را پس از تنفس گاز هلیوم نشان می‌دهند. (سرعت صوت در هلیوم سریع تر از هوای عادی است.)

۴. نقش کاسه‌ی ساز در سازهای مختلف چیست؟ در مورد علل تفاوت صدای سازهای زهی مشابه بحث کنید. کاسه‌ی صدا در سازی مانند پیانو کدام قسمت است؟