



جمهوری اسلامی ایران

وزارت علوم تحقیقات و فناوری

مشخصات کلی ، برنامه آموزشی و سرفصل دروس

دوره : کارشناسی ارشد

رشته : مهندسی صدا

گروه: فنی و مهندسی



مصوب هفتصد و پنجاه و یکمین جلسه شورای برنامه ریزی آموزش عالی

وزارت علوم ، تحقیقات و فناوری مورخ ۸۸/۱۲/۲۲

بسم الله الرحمن الرحيم

## برنامه آموزشی دوره کارشناسی ارشد مهندسی صدا

کمیته تخصصی: مهندسی بین رشته ای

گروه: فنی و مهندسی

گرایش:

رشته: مهندسی صدا

کد رشته :

دوره: کارشناسی ارشد

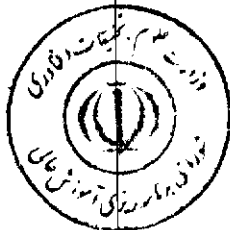
شورای برنامه ریزی آموزش عالی در هفتصدوپنجاه و یکمین جلسه مورخ ۸۸/۱۲/۲۲ خود برنامه آموزشی دوره کارشناسی ارشد رشته مهندسی صدا را در سه فصل (مشخصات کلی، برنامه و سرفصل دروس) مصوب نمود.

**ماده ۱)** برنامه آموزشی دوره کارشناسی ارشد رشته مهندسی صدا از تاریخ تصویب برای کلیه دانشگاهها و موسسات آموزش عالی کشور که مشخصات زیر را دارند، لازم الاجرا است.

**الف:** دانشگاهها و موسسات آموزش عالی که زیر نظر وزارت علوم، تحقیقات و فناوری اداره می شوند.

**ب:** موسساتی که با اجازه رسمی وزارت علوم، تحقیقات و فناوری و بر اساس قوانین تأسیس می شوند و بنا بر این تابع مصوبات شورای گسترش آموزش عالی می باشند.

**ج:** موسسات آموزش عالی دیگر که مطابق قوانین خاص تشکیل می شوند و باید تابع ضوابط دانشگاهی جمهوری اسلامی ایران باشند.



**ماده ۲)** این برنامه از تاریخ ۸۸/۱۲/۲۲ برای دانشجویانی که از این تاریخ به بعد وارد دانشگاه می شوند لازم الاجرا است .

**ماده ۳)** مشخصات کلی، برنامه درسی و سرفصل دروس دوره کارشناسی ارشد مهندسی صدا با دوگرایش طبیعی و انسانی در سه فصل مشخصات کلی، برنامه و سرفصل دروس برای اجرا به معاونت آموزشی وزارت علوم، تحقیقات و فناوری ابلاغ می شود.

رای صادره هفتصدوپنجاه و یکمین جلسه شورای برنامه ریزی آموزش عالی  
مورخ ۸۸/۱۲/۲۲ درخصوص برنامه آموزشی دوره کارشناسی ارشد رشته مهندسی صدا

برنامه آموزشی کارشناسی ارشد رشته مهندسی صدا که از طرف  
گروه فنی و مهندسی پیشنهاد شده بود، با اکثریت آراء به تصویب  
رسید  
۲) این برنامه از تاریخ تصویب به مدت پنج سال قابل اجرا است و  
پس از آن نیازمند بازنگری است.

رای صادره هفتصدوپنجاه و یکمین جلسه شورای برنامه ریزی آموزش عالی مورخ ۸۸/۱۲/۲۲  
در مورد برنامه آموزشی دوره کارشناسی ارشد رشته مهندسی صدا صحیح است و به مورد اجرا گذاشته  
شود.

حسین نادری منش  
نایب رئیس شورای برنامه ریزی آموزش عالی



رجبعلی بیرونی  
دبیر شورای برنامه ریزی آموزش عالی

## فهرست

۱	فهرست
۳	مقدمه
۶	جدولِ دروسِ کارشناسی ارشدِ مهندسی صدا
۸	فیزیکِ اکوستیک
۱۰	فیزیکِ اکوستیکِ پیشرفته
۱۲	الکترو اکوستیک
۱۵	تجهیزات و فنونِ صدا برداری
۱۷	مبانی نظری موسیقی و پرورشِ شنوایی
۱۹	تجزیه و تحلیلِ سیگنال ها و سیستم‌ها
۲۱	معادلاتِ دیفرانسیل با مشتقاتِ پاره‌ای
۲۳	آکوستیکِ معماری
۲۶	آکوستیکِ معماری پیشرفته
۲۸	اندازه‌گیری اکوستیکی I
۳۱	اندازه‌گیری اکوستیکی II
۳۳	آواشناسی گفتار
۳۴	نوفه‌ی (noise) اکوستیکی و کنترل آن
۳۶	اکوستیکِ روانی
۳۸	فیزیکِ موسیقی
۴۰	روش‌های عددی در اکوستیک
۴۲	پردازشِ نشانه‌های صوتی دیجیتال
۴۴	کدینگ و پردازشِ گفتار
۴۶	روش‌های مدل‌سازی در اکوستیکِ موسیقی
۴۸	موسیقی رایانه‌ای و نواسازی
۴۹	تشخیصِ گفتار
۵۱	شبکه‌های عصبی
۵۲	بازشناسی الگو



- ۵۳..... اکوستیک غیر خطی
- ۵۴..... اکوستیک فوریه و هلوگرافی اکوستیکی
- ۵۵..... مدل سازی سخت افزار و متدهای طراحی آن VHDL
- ۵۶..... روش تحقیق
- ۵۷..... مباحث ویژه
- ۵۸..... کنترل پیشرفته
- ۵۹..... روش اجزاء محدود



## مقدمه

گفتار، موسیقی، و صداهای محیطی از سال‌ها پیش، و شاید از بدو پیدایش انسان با او همراه بوده است، و سال‌هاست که به‌عنوان یک مقوله در علوم تجربی شناخته می‌شود. تاریخچه‌ی علم صدا به گذشته‌های دور، یعنی زمان گالیله و حتا پیش‌تر از آن فیثاغورث بازمی‌گردد. در آن دوران ما نیز در سرزمین ایران بزرگانی چون ابونصر فارابی، ابوعلی سینا، ابوریحان بیرونی، ابومنصور زیله، ابوالفرج اصفهانی، صفی‌الدین ارموی، و عبدالقادر مراغی را داشته‌ایم. در چند سده‌ی اخیر همراه با صنعتی‌شدن جوامع، به‌ویژه از زمانی که فناوری، علوم نظری را تحت‌الشعاع قرار داده، مباحث مربوط به صدا که اکنون "اکوستیک" گفته می‌شود، در کنار دیگر علوم، پیشرفتی شایان داشته است. امروزه ۱۹ شاخه‌ی گوناگون برای اکوستیک تعریف می‌شود؛ از جمله ادوات اکوستیکی، اکوستیک ساختمانی و لرزش، اکوستیک معماری، اثرات و کنترل نوفه، اندازه‌گیری اکوستیکی، پردازش سیگنال اکوستیکی، پردازش گفتار، موسیقی و سازها، و ....

در حالی که بسیاری از علوم تجربی و فناوری‌های نوین در سال‌های اخیر به کشور ما نیز نفوذ یافته و در دانشگاه‌های سراسر کشور، دوره‌های تحصیلی در مقاطع گوناگون برایشان تعریف شده است، درباره‌ی اکوستیک هیچ دوره‌ای مدون وجود ندارد.

سازمان صدا و سیما یکی از نهادهایی است که بیش از همه با صدا درگیر است. استفاده از تجهیزات مختلف صوتی در رادیو و تلویزیون، ضبط، ذخیره‌سازی، انتقال و انتشار صدا، طراحی و ساخت استودیوهای ضبط، تولید موسیقی و برنامه‌های گوناگون صوتی از جمله موارد ارتباط این سازمان با این علم و فناوری است.

خوشبختانه از همان سال‌های اولیه‌ی تأسیس سازمان، دانشکده‌ی صدا و سیما تربیت صدابرداران مورد نیاز سازمان را به‌عهده داشته است، هرچند در زمینه‌های کارشناسی تجهیزات، ارتقای فنون ضبط و پخش، طراحی اکوستیکی استودیوها، استانداردهای و به‌طور کلی توسعه‌ی علوم و فنون مرتبط با صدا و اکوستیک اقدامی نکرده است.

در اجرای اصول قانون اساسی جمهوری اسلامی ایران از جمله بند "ب" ی اصل دوم، و بندهای ۳ و ۱۳ اصل سوم و نیز اجرای اصول سی‌ام و بند ۷ اصل چهل‌وسوم، و ایجاد شرایط تحقق بندهای ۸ و ۹ این اصل، با توجه به نقش و جایگاه دانش و فنون تولید و پخش، ذخیره‌سازی و آرشیو صدا و ویدیو به‌عنوان زیرساخت اساسی برای عرضه‌ی خلاقیت‌های هنری و تولید برنامه‌های رادیویی و تلویزیونی، پس از بررسی و مطالعه در ابعاد این فناوری و اجرای طرح نیازسنجی، ارزیابی و بازنگری آموزش‌های فنی دانشکده‌ی صدا و سیما، دوره‌ی کارشناسی ارشد مهندسی صدا با دو گرایش پردازش و اکوستیک تدوین گردید.

دانش‌آموختگان این دوره رفع نیازهای علمی، تخصصی، و آموزشی سازمان و دانشکده را به‌عهده خواهند داشت، افزون بر این می‌توانند در پروژه‌های کشوری همچون طراحی تالارها، سالن‌های سینما، صداهای مزاحم محیطی و صنعتی مشارکت نمایند.

## – ضرورت برگزاری دوره

با توجه به رشد سریع فناوری‌ی برودکست در حوزه‌ی صدا و پیچیدگی این فناوری، به‌ویژه در محیط‌های دیجیتال، و همچنین گسترش شبکه‌های صدا و سیما در داخل و خارج کشور، تربیت نیروی انسانی‌ی ماهر و



کارآمد که بتواند در حوزه‌های پژوهش، آموزش، برنامه‌ریزی‌های راهبردی و مدیریت در امور مرتبط با فناوری صدا فعالیت نماید ضروری است.

### - هدف برگزاری دوره

هدف از اجرای این دوره تربیت افرادی است که با کسب شناخت و توانایی‌های لازم، قادر باشند کلیه فعالیت‌های پژوهشی و اجرایی مرتبط با تجهیزات صدا، فنون صدا برداری، طراحی اکوستیک استودیوها و تالارها، و نیز سایر امور مرتبط را اجرا نمایند.

### - تعریف دوره

دوره‌ی کارشناسی ارشد مهندسی صدا یک دوره‌ی آموزشی در شاخه‌ی علوم فنی و مهندسی‌ی نظام آموزش عالی کشور است که دروس آن ترکیبی از دروس اکوستیکی، دروس پردازش صدا، فناوری‌ی تجهیزات صوتی، و فنون ضبط و پخش صدا می‌باشد. این دوره با دو گرایش پردازش و اکوستیک اجرا می‌شود.

### - طول دوره و تعداد واحدهای درسی آن

مدت دوره دو سال (چهار نیم‌سال) تا سه سال، و طول هر نیم‌سال تحصیلی ۱۶ هفته است. هر واحد درس نظری ۱۶ ساعت را به خود اختصاص می‌دهد.

### - واحدهای درسی

تعداد کل واحدهای درسی این دوره، بدون احتساب دروس جبرانی، ۳۲ واحد به شرح زیر است:

- |                 |          |
|-----------------|----------|
| ۱) دروس اجباری  | ۹ واحد،  |
| ۲) دروس اختیاری | ۱۵ واحد، |
| ۳) سمینار       | ۲ واحد،  |
| ۴) پایان‌نامه   | ۶ واحد.  |



### - توانایی تخصصی دانش‌آموختگان

دانش‌آموختگان این رشته می‌توانند در دانشکده و سازمان صدا و سیما، مراکز آموزش عالی، و مراکز پژوهشی عهده‌دار فعالیت‌های آموزشی و پژوهشی شوند. افزون بر این، طراحی و مدیریت سامانه‌های اکوستیکی و شنودی، و نظارت بر اجرای این‌گونه طرح‌ها از دیگر مسئولیت‌هایی است که ایشان می‌توانند برعهده گیرند.

### - آزمون ورودی

گزینش دانشجویان برای ورود به این دوره مطابق با آزمون‌های ورودی دوره‌های کارشناسی ارشد دانشگاه‌های کشور انجام می‌شود. اگرچه شرکت کلیه افراد با مدرک کارشناسی در امتحان ورودی این دوره آزاد است، اولویت انتخاب با فارغ‌التحصیلان رشته‌های برق، فیزیک، و مکانیک می‌باشد.

- مواد امتحانی

نام رشته	مواد امتحانی
رشته‌های برق	ریاضیات پایه و ریاضیات مهندسی (هر یک با ضریب ۲)، فیزیک الکتریسیته (ضریب ۲)، الکترومغناطیس (ضریب ۳) یا مدارهای الکتریکی (ضریب ۳)، زبان انگلیسی (ضریب ۱).
رشته‌های مکانیک	ریاضیات پایه و ریاضیات مهندسی (هر یک با ضریب ۲)، فیزیک الکتریسیته (ضریب ۲)، ارتعاشات (ضریب ۳)، زبان انگلیسی (ضریب ۱).
رشته‌های فیزیک	ریاضیات پایه و ریاضی-فیزیک (هر یک با ضریب ۲)، فیزیک الکتریسیته (ضریب ۲)، فیزیک موج (ضریب ۳)، زبان انگلیسی (ضریب ۱).





## جدول دروس کارشناسی ارشد مهندسی صدا

### دروسِ جبرانی\*

ردیف	عنوانِ درس	تعدادِ واحد	نوعِ واحد	پیش‌نیاز	هم‌نیاز
۱	فیزیکِ آکوستیک	۳	نظری	—	—
۲	تجزیه و تحلیل سیگنال‌ها و سیستم‌ها	۳	نظری	—	—
۳	تجهیزات و فنون صدابرداری	۳	نظری	—	—
۴	مبانی نظری موسیقی و پرورش شنوایی	۳	نظری	—	—
۵	روش تحقیق	۲	نظری	—	—

\* انتخاب واحدهای جبرانی با نظر گروه مربوطه است. دانشجویانی که هر یک از این درس‌ها یا درسی معادل با آنها را با نمره‌ی بالاتر از ۱۲ گذرانیده باشند، ملزم به اخذ مجدد آن نیستند. تعداد واحدهای جبرانی اخذ شده توسط هر دانشجو نباید از ۱۲ واحد تجاوز کند.

### دروسِ اجباری

ردیف	*	عنوانِ درس	تعدادِ واحد	نوعِ واحد	پیش‌نیاز	هم‌نیاز
۱	A+P	ریاضیات مهندسی پیشرفته	۳	نظری	—	—
۲	A	الکتروآکوستیک	۳	نظری	—	فیزیکِ آکوستیک، ریاضیات مهندسی پیشرفته
۳	A+P	آکوستیک معماری	۳	نظری	—	فیزیکِ آکوستیک
۴	P	پردازش نشانه‌های صوتی دیجیتال	۳	نظری	تجزیه و تحلیل سیگنال‌ها و سیستم‌ها	—

—	—	—	۲	سمینار	A-P	۱
—	—	—	۶	پایان‌نامه	A-P	۲

\* A برای گرایش آکوستیک، و P برای گرایش پردازش.





## دروس اختیاری

ردیف	عنوان درس	تعداد واحد	نوع واحد	پیش نیاز	هم نیاز
۱	فیزیک آکوستیک پیشرفته	۳	نظری	فیزیک آکوستیک	ریاضیات مهندسی پیشرفته
۲	نوفه‌ی آکوستیکی و کنترل آن	۳	نظری	فیزیک آکوستیک	---
۳	اندازه‌گیری آکوستیکی I	۳	نظری	فیزیک آکوستیک	---
۴	اندازه‌گیری آکوستیکی II	۳	نظری	اندازه‌گیری آکوستیکی I	---
۵	آکوستیک معماری پیشرفته	۳	نظری	آکوستیک معماری	---
۶	پردازش نشانه‌های صوتی دیجیتال	۳	نظری	تجزیه و تحلیل سیگنال‌ها و سیستم‌ها	---
۷	الکتروآکوستیک	۳	نظری	---	فیزیک آکوستیک، ریاضیات مهندسی پیشرفته
۸	فیزیک موسیقی	۳	نظری	فیزیک آکوستیک	نظریه موسیقی
۹	آکوستیک روانی	۳	نظری	فیزیک آکوستیک	---
۱۰	روش‌های عددی در آکوستیک	۳	نظری	آکوستیک معماری	---
۱۱	کدینگ و پردازش گفتار	۳	نظری	پردازش نشانه‌های صوتی دیجیتال	---
۱۲	روش‌های مدل‌سازی در آکوستیک موسیقی	۳	نظری	پردازش نشانه‌های صوتی دیجیتال	فیزیک موسیقی
۱۳	تشخیص گفتار	۳	نظری	پردازش نشانه‌های صوتی دیجیتال	---
۱۴	آواشناسی گفتار	۲	نظری	فیزیک آکوستیک	---
۱۵	موسیقی رایانه‌ای و نواسازی	۳	نظری	روش‌های مدل‌سازی در آکوستیک موسیقی	---
۱۶	شبکه‌های عصبی	۳	نظری	---	---
۱۷	بازشناسی الگو	۳	نظری	---	شبکه‌های عصبی
۱۸	مدل‌سازی سخت افزار و روش‌های (VHDL)	۳	نظری	مدارهای منطقی	---
۱۹	آکوستیک غیر خطی	۳	نظری	فیزیک آکوستیک پیشرفته	---
۲۰	آکوستیک فوریه و هلوگرافی آکوستیکی	۳	نظری	فیزیک آکوستیک پیشرفته	---
۲۱	مباحث ویژه	۳	نظری	تصمیم گروه	---
۲۲	کنترل پیشرفته	۳	نظری	---	---
۲۲	اجزاء محدود	۳	نظری	---	---

# فیزیکِ اکوستیک

تعداد واحد:	نوع واحد:	تعداد ساعت:	هم‌نیاز:
۲	نظری	۴۸	ریاضیات مهندسی پیشرفته

## هدفِ درس:

شناخت و بررسی ماهیتِ صدا، چگونگی تولید و انتشارِ امواجِ صوتی، و عبورِ این امواج از محیط‌های مادی.

## سرفصلِ درس:

### ۱- مقدمه

۱-۱- تاریخچه؛

۲-۱- اصطلاحات و تعاریف اولیه؛

۳-۱- شاخه‌های اکوستیک؛

۴-۱- مراکز و مجلاتِ فعال در زمینه‌ی اکوستیک؛

### ۲- انتشارِ صدا

۱-۲- مرورِ پدیده‌های موجی؛

۲-۲- استخراجِ معادله‌ی موجِ اکوستیکی یک‌بعدی؛

۳-۲- معادله‌ی موجِ اکوستیکی در مختصاتِ کُرترزین، استوانه‌ای و کروی؛

۴-۲- امواجِ تخت و کروی؛

۵-۲- پدیده‌های مربوط به انتشارِ امواج (اصلِ هویگنس، اثرِ داپلر، انعکاس، شکست، پراش).

### ۳- مشخصه‌های کمی صدا

۱-۳- ترازهای فشار، شدت، و توان؛

۲-۳- برآیندِ صدای چند چشمه‌ی صدا (چشمه‌های همبسته و ناپسته)؛

۳-۳- پاگیری (Impedance) مشخصه‌ی اکوستیکی؛

۴-۳- پاگیری اکوستیکی و معادل‌های مداری.

### ۴- لرزشِ تارها

۱-۴- بررسی لرزش‌های یک تارِ لرزان (امواجِ عرضی و طولی)؛

۲-۴- معادله‌ی لرزشِ عرضی تارِ لرزان؛

۳-۴- امواجِ ایستاده، هماهنگ‌ها و آمودهای لرزش، و انرژی لرزش؛

۴-۴- اثرِ نوعِ تحریک و شرایطِ مرزی بر هماهنگ‌ها.



## ۵- لرزش میله ها

- ۱-۵- لرزش‌های عرضی، طولی، و پیچشی در میله‌ها؛
- ۲-۵- معادله‌ی لرزش‌های عرضی یک میله؛
- ۳-۵- بررسی آمودها و انرژی لرزش.

## ۶- لرزش پوسته‌ها

- ۱-۶- معادله لرزش یک پوسته؛
- ۲-۶- آمودهای لرزش یک پوسته‌ی چهارگوش؛
- ۳-۶- آمودهای لرزش یک پوسته‌ی گرد.

## ۷- لرزش ورقه‌ها

- ۱-۷- انواع لرزش‌های یک ورقه؛
- ۲-۷- آمودهای لرزش یک ورقه.

## ۸- امواج کروی

- ۱-۸- معادله‌ی موج‌های کروی؛
- ۲-۸- مسئله‌ی کره‌ی تپنده.

## ۹- گذار صدا بین دو محیط

- ۱-۹- گذار و بازتاب امواج صوتی؛
- ۲-۹- تابش عمودی؛
- ۳-۹- محاسبه‌ی ضریب‌های گذار و بازتاب در تابش مایل.

## ۱۰- پدیده‌ی تشدید و تشدیدگرها

- ۱-۱۰- لوله‌های صوتی؛
- ۲-۱۰- کاواک‌های مستطیلی؛
- ۳-۱۰- تشدیدگر هلم هولتز.



## مراجع:

- Raichel, D.R., 2006. *The science and application of acoustics*. New York: Springer.
- Kinsler, R.E. & Frey, A.R. & Coppens, A.B. & Sanders, J.V., 1999, *Fundamentals of acoustics*. 4th ed. New York: John Wiley & Sons.
- Pierce, A.D., 1989. *Acoustics: An introduction to its physical principles and application*. Woodbury New York: ASA.

## فیزیکِ اکوستیکِ پیشرفته

تعداد واحد:	نوع واحد:	تعداد ساعت:	پیش‌نیاز/هم‌نیاز:
۳	نظری	۴۸	فیزیکِ اکوستیک/ریاضیات مهندسی پیشرفته

### هدفِ درس:

این درسِ مکملِ درسِ فیزیکِ اکوستیک است، و مطالبی پیش‌رفته‌تر در اکوستیکِ نظری را دنبال می‌کند.

### سرفصلِ درس:

#### ۱- مقدمه

۱-۱- مروری بر مباحثِ فیزیکِ اکوستیک؛

۲- ناخطی‌گری در معادله‌ی موج

#### ۳- شیپورها

۳-۱- معادله‌ی شیپورِ وبستر؛

۳-۲- شیپورِ نمایی، کانونی، سهموی، و هذلولوی؛

۳-۳- روشِ Wentzel-Kramers-Brillouin؛

#### ۴- اکوستیکِ هندسی

۴-۱- اصلِ فرمی؛

۴-۲- مسیرِ شعاع‌ها؛

#### ۵- چشمه‌های چندقطبی و آرایه‌ای

۵-۱- چشمه‌های صدای چندقطبی؛

۵-۲- آرایه‌های N نقطه‌ای؛

۵-۳- آرایه‌های پیوسته؛



## ۶- موج برها

۱-۶- موج برهای مستطیلی؛

۲-۶- موج برهای استوانه‌ای؛

## ۷- تابش از پیستون‌های لرزان

۱-۷- انتگرال ریلی؛

۲-۷- تابش در میدان دور؛

۳-۷- تابش روی محور استوانه؛

۴-۷- تابش در جوار استوانه؛

## ۸- پراش

۱-۸- انتگرال کیرشهف - هلمهولتز؛

۲-۸- پراش از روزنه‌های گرد؛

۳-۸- پراش از دیسک‌های سخت؛

## مراجع:

Blackstock, D.T., 2000. *Fundamentals of physical acoustics*. New York: John Wiley & Sons.

Morse, P.M. & Ingard, K.U., 1968. *Theoretical acoustics*. New York: McGraw-Hill.

Pierce, A.D., 1989. *Acoustics: An introduction to its physical principles and application*.

Woodbury New York: ASA.



# الکترو اکوستیک

تعداد واحد:	نوع واحد:	تعداد ساعت:	هم‌نیاز:
۳	نظری	۴۸	فیزیک اکوستیک

## هدف درس:

در این درس دانشجو با تراگذارهای رایج صوتی از قبیل میکروفن و بلندگو آشنا می‌شود. روش‌های مدل‌سازی الکترواکوستیکی برای تحلیل و طراحی این تراگذارها و مدارهای crossover، و نیز روش‌های تحلیل و طراحی تقویت‌کننده‌های صوتی تدریس می‌گردد.

## سرفصل درس:

### ۱- مقدمه

۱-۱- تاریخچه؛

۲-۱- اصطلاحات و تعاریف اولیه؛

۳-۱- مراکز و مجلات فعال در زمینه تراگذارهای صوتی؛

### ۲- مدارهای معادل الکتریکی، مکانیکی، اکوستیکی

۱-۲- مدارهای مشابه مکانیکی؛

۲-۲- مدارهای مشابه اکوستیکی؛

۳-۲- تراگذارهای الکترومکانیکی؛

۴-۲- تراگذارهای الکترواکوستیکی؛

### ۳- عناصر اکوستیکی

۱-۳- جرم اکوستیکی، پذیرندگی اکوستیکی؛

۲-۳- پاگیری تابش؛

۳-۳- مدارهای معادل برای چشمه‌های صدا؛

### ۴- جهت‌وری

۱-۴- تعریف جهت‌وری؛

۲-۴- الگوهای جهت‌وری؛

۳-۴- فراسنج‌های معرف جهت‌وری؛

۴-۴- روش‌های سنجش جهت‌وری؛

### ۵- میکروفن‌ها



- ۵-۱- اصول کار یک میکروفن؛
- ۵-۲- ویژگی‌های میکروفن‌ها؛
- ۵-۳- دسته‌بندی میکروفن‌ها؛
- ۵-۴- مدارهای معادل؛

#### ۶- بلندگوها

- ۶-۱- ساختمان یک بلندگو؛
- ۶-۲- مشخصه‌های یک بلندگو؛
- ۶-۳- نقش جعبه‌ی بلندگو؛
- ۶-۴- بلندگوهای چندواحدی؛
- ۶-۵- بلندگوهای ستونی؛
- ۶-۶- بلندگوهای خازنی؛

#### ۷- محرک‌های بلندگوهای راست‌تاب (direct radiator)

- ۷-۱- ساختمان و مدل‌سازی بلندگوهای راست‌تاب؛
- ۷-۲- مدار معادل؛
- ۷-۳- توان تابیده‌شده؛
- ۷-۴- فراسنج‌های نشانه - کوچک و روش‌های اندازه‌گیری آن‌ها؛

#### ۸- بلندگوهای با محفظه‌ی بسته

- ۸-۱- محفظه‌ی ساده‌ی بلندگو؛
- ۸-۲- محفظه‌ی بهم‌بازتاب بلندگو؛
- ۸-۳- مدار معادل؛

#### ۹- بلندگوهای با محفظه‌ی منفذدار

#### ۱۰- بلندگوهای شیپوردار

- ۱۰-۱- شیپورها؛
- ۱۰-۲- مدارهای معادل برای شیپورها و محرک‌های آن‌ها؛

#### ۱۱- مدارهای crossover

- ۱۱-۱- مدارهای crossover غیرفعال؛
- ۱۱-۲- مدارهای crossover
- ۱۱-۳- اثر پاسخ فاز بلندگو بر طراحی مدار crossover

#### ۱۲- تقویت‌کننده‌های قدرت صدا





- ۱-۱۲- مفهوم طراحی ی یک تقویت کننده ی پسخوردار؛  
۲-۱۲- پایداری، جبران بسامدی، حاصل ضرب بهره در پهنای باند، و slew-rate؛  
۳-۱۲- زمین کردن منبع تغذیه و مدارهای محافظ؛

مراجع:

Beranek, L.L., 1996. *Acoustics*. 2nd ed. New York: ASA.

Leach, W.M. & Leach, M., 2005. *Introduction to electroacoustics and audio power amplifier design*. 3rd ed. Iowa: Kendall/Hunt.



## تجهیزات و فنون صدابرداری

تعداد واحد:	نوع واحد:	تعداد ساعت:	پیش‌نیاز / هم‌نیاز:
۳	نظری	۴۸	—

### هدف درس:

این درس دارای دو بخش است که در بخش نخست به معرفی تجهیزات صدا پرداخته می‌شود و در بخش بعدی به نحوه‌ی استفاده‌ی درست از این تجهیزات برای ضبط صدا در شرایط متفاوت.

### سرفصل درس:

#### ۱- مقدمه

- ۱-۱- تاریخچه؛
- ۱-۲- اصطلاحات و تعاریف اولیه؛
- ۱-۳- مراکز و مجلات فعال در زمینه‌ی تجهیزات و ضبط صدا؛

#### ۲- میکسر صدا

- ۲-۱- ساختمان یک میکسر صدا؛
- ۲-۲- انواع میکسرهای صدا؛
- ۲-۳- مشخصه‌های فنی میکسرهای صدا؛

#### ۳- خطوط انتقال و اتصال‌ها

- ۳-۱- ترانسفورمرها؛
- ۳-۲- انواع کابل‌ها؛
- ۳-۳- تابلوهای اتصال سامانه‌های صوتی؛
- ۳-۴- تطبیق‌یابی (impedance matching)؛
- ۳-۵- خطوط انتقال متقارن و نامتقارن؛

#### ۴- تجهیزات جانبی

- ۴-۱- اکولایزر؛
- ۴-۲- کمپرسور و محدودکننده (limiter)؛
- ۴-۳- تجهیزات پژواک؛
- ۴-۴- پردازش‌گر جلوه‌های صوتی؛

#### ۵- تجهیزات و روش‌های ضبط صدا



- ۱-۵- ساختمان نوار و دیسک‌های صدا؛
- ۲-۵- فرمت‌های ضبط صدا؛
- ۳-۵- روش‌های ضبط بر روی نوار و دیسک؛
- ۴-۵- ویرایش صدا؛
- ۵-۵- تکثیر انبوه صدا؛

#### ۶- نرم‌افزارهای صوتی و MIDI

- ۱-۶- نرم‌افزارهای پردازش صدا؛
- ۲-۶- نرم‌افزارهای ویرایش صدا؛
- ۳-۶- ترمیم صدا؛
- ۴-۶- اصول کلی MIDI؛
- ۵-۶- نرم‌افزارها و فایل‌های MIDI؛

#### ۷- میکروفن‌گذاری

- ۱-۷- تشخیص کیفیت صدا؛
- ۲-۷- میکروفن‌گذاری در برنامه‌های رادیویی؛
- ۳-۷- میکروفن‌گذاری در برنامه‌های تلویزیونی؛
- ۴-۷- میکروفن‌گذاری در موسیقی؛
- ۵-۷- میکروفن‌گذاری استریوفونیک؛

#### مراجع:

Miles-Huber, D. & Runstein, R.E., 2005. *Modern recording techniques*. 6th ed. Burlington MA: Focal Press.

Rumsey, F. & McCormick, T., 2006. *Sound & recording an introduction*. 5th ed. Oxford: Focal Press.

Ballou, G., 2008. *Handbook for sound engineers*. 4th ed. Burlington MA: Focal Press.



## مبانی نظری موسیقی و پرورش شنوایی

پیش‌نیاز / هم‌نیاز:	تعداد ساعت:	نوع واحد:	تعداد واحد:
—	۴۸	نظری	۳

### هدف درس:

در این درس به دانشجویانی که با موسیقی نظری آشنایی ندارند، مفاهیم پایه‌ی موسیقی نظری از قبیل نت، فاصله، گام، میزان، و .... آموخته می‌شود. همچنین توانایی حس شنوایی دانشجو تشخیص ویژگی‌های کمی و کیفی اصوات تقویت می‌گردد.

### سرفصل درس:

#### ۱- مقدمه

- ۱-۱- تاریخچه؛
- ۱-۲- اصطلاحات و تعاریف اولیه؛
- ۱-۳- مراکز و مجلات فعال در زمینه‌ی موسیقی نظری؛

#### ۲- نشانه‌ها و خط موسیقی

- ۲-۱- نت و مفهوم نواک (pitch)؛
- ۲-۲- نغمه و انواع آن؛
- ۲-۳- بلندا (loudness) و شیوش (timbre)؛
- ۲-۴- خطوط حامل و کلیدها؛
- ۲-۵- خطوط اتحاد و اتصال؛

#### ۳- ضرباهنگ (rhythm)

- ۳-۱- ضرب
- ۳-۲- میزان و انواع آن؛

#### ۴- فاصله‌ی موسیقایی

- ۴-۱- انواع فاصله (هنگام، چیره، و دانگ)؛
- ۴-۲- یکاهای اندازه‌گیری فاصله؛

#### ۵- جهت‌یابی صدا توسط انسان

- ۵-۱- نظریه‌های موجود در زمینه‌ی جهت‌یابی؛

- ۵-۲- ویژگی‌های حسی صدا (گرمی، شفافی، ...)



## ۷- گام و اعتدال

۱-۷- گام‌های موسیقی غربی؛

۲-۷- مفهوم اعتدال؛

## ۸- آکوردشناسی و آکوردهای سه‌صدایی

## ۹- موسیقی ایرانی

۱-۹- دستگاه‌ها

۲-۹- ردیف؛

۳-۹- فرم‌های موسیقی ایرانی؛

## مراجع:

پورتراب، م. ک.، ۱۳۸۵. *تئوری موسیقی*. تهران: نشر چشمه.

منصوری، پ.، ۱۳۸۶. *تئوری بنیادی موسیقی*. تهران: نشر کارنامه.

کیانی، م.، ۱۳۷۱. *هفت دستگاه موسیقی ایرانی*. تهران: مؤسسه‌ی سازِ نوروز.

Rossing, T.D. & Moore, R.F. & Wheeler, P.A., 2001. *The science of sound*. 3rd ed. US: Addison Wesley.



## تجزیه و تحلیل سیگنال ها و سیستم ها

پیش نیاز/ هم نیاز:

تعداد ساعت:

نوع واحد:

تعداد واحد:

۴۸

نظری

۳

### هدف درس:

شناخت سامانه‌های خطی و تغییرناپذیر با زمان (LTI) مقدمه‌ی هرگونه مدل‌سازی و تحلیل مهندسی است. در این درس این سامانه‌ها معرفی و ویژگی‌های آن‌ها بررسی می‌شود. روش‌های گوناگون بررسی سامانه‌های LTI، از قبیل تبدیل فوریه و لاپلاس نیز معرفی می‌گردد. به‌ویژه به دلیل اهمیت نشانه‌های زمان - گسسته در تحلیل رایانه‌ای، سامانه‌های زمان - گسسته نیز به موازات سامانه‌های زمان - پیوسته مطالعه می‌شوند.

### سرفصل درس:

#### ۱- مقدمه

- ۱-۱- نشانه‌ها و سامانه‌های زمان - پیوسته و زمان - گسسته
- ۱-۲- تابع‌های پایه‌ای (سینوسی، نمایی، ضربه، پله، و ...):
- ۱-۳- ویژگی‌های پایه‌ای یک سامانه:

#### ۲- سامانه‌های خطی تغییرناپذیر با زمان

- ۲-۱- ویژگی‌های سامانه‌های LTI؛
- ۲-۲- انتگرال تلفیقی و پاسخ ضربه؛

#### ۳- نشانه‌های متناوب و سری فوریه

- ۳-۱- نشانه‌های متناوب؛
- ۳-۲- سری فوریه‌ی زمان - پیوسته؛
- ۳-۳- سری فوریه‌ی زمان - گسسته؛
- ۳-۴- خواص سری فوریه

#### ۴- تبدیل فوریه

- ۴-۱- تبدیل فوریه‌ی زمان - پیوسته (FT)؛
- ۴-۲- تبدیل فوریه‌ی زمان - گسسته (DTFT)؛
- ۴-۳- خواص تبدیل فوریه؛



۵- تبدیل فوریه‌ی گسسته (DFT)

۵-۱-DFT؛

۵-۲-مفهوم FFT؛

۶- نمونه‌برداری

۶-۱-قضیه‌ی نمونه‌برداری؛

۶-۲-آلیاسینگ؛

۷- تبدیل لاپلاس

۷-۱-تبدیل لاپلاس؛

۷-۲-عکس تبدیل لاپلاس، تجزیه به کسرهای جزئی؛

۷-۳-خواص تبدیل لاپلاس؛

۸- تبدیل Z

۸-۱-تبدیل Z؛

۸-۲-نواحی همگرایی تبدیل Z

مراجع:

Oppenheim, A.V. & Willsky, A.S. & Nawab H., 1996. *Signals & systems*. 2nd ed. New Jersey: Prentice Hall.

Lathi, B.P. 2004, *Linear Systems and Signals (The Oxford Series in Electrical and Computer Engineering) (Hardcover)*, 2<sup>nd</sup> ed.

David McMahon .2006, *Signals & Systems Demystified*



## ریاضیات مهندسی پیش رفته

پیش‌نیاز / هم‌نیاز:

—

تعداد ساعت:

۴۸

نوع واحد:

نظری

تعداد واحد:

۳

### هدف درس:

هدف از این درس آشنایی دانشجو با ابزارهای پیشرفته ریاضی برای حل مسائل هندسی است. هدف این است که با پرداختن به ریزه‌کاری‌های محاسباتی مربوط به این مباحث، دانشجو در سایر دروس بیشتر به مفاهیم فیزیکی بپردازد.

### سرفصل درس:

#### ۱- مقدمه (نظریه عمومی معادلات دیفرانسیل با مشتقات پاره‌ای)

۱-۱- معادلات دیفرانسیل با مشتقات پاره‌ای (PDE) و ضرورت بررسی آن‌ها؛

۲-۱- مرتبه و بعد PDEها؛

۳-۱- معادلات خطی، همگن و ناهمگن؛

۴-۱- مروری بر PDEهای مرتبه اول.

#### ۲- مروری بر PDEهای مرتبه دوم سهموی و بیضوی

۱-۲- PDEهای مرتبه دوم سهموی و معادله انتقال حرارت یک بعدی؛

۲-۲- اشکال دیگر این معادلات؛

۳-۲- PDEهای مرتبه دوم بیضوی و معادله هلمهولتز.

#### ۳- PDEهای مرتبه دوم هذلولوی

۱-۳- معادله موج یک بعدی و مسئله تار لرزان؛

۲-۳- معادله موج با تقارن محوری و مرکزی؛

۳-۳- PDEهای مرتبه دوم هذلولوی دو بعدی؛

۴-۳- PDEهای مرتبه دوم هذلولوی سه بعدی.

#### ۴- PDEها در مکانیک شاره‌ها

۱-۴- معادله ناویر-استوکس (Navier-Stokes).





## ۵- روش‌های حل عددی معادله موج

۱-۵- روش تفاضل‌های محدود (FDM)، روش تفاضل محدود زمانی FDTD، روش عناصر محدود (FEM)؛

۲-۵- روش تفاضل‌های محدود زمانی؛

۳-۵- روش عناصر محدود (FEM).

## ۶- توابع خاص

۱-۶- تابع گاما؛

۲-۶- تابع گرین؛

۳-۶- توابع لژاندر.

۷- تبدیل‌های انتگرالی

۸- معادلات انتگرالی

## مراجع:

Arfken, G.B. & Weber, H.J., 1995. *Mathematical methods for physicists*. 4<sup>th</sup> ed. Academic Press.

Blum, E.K. & Lototsky, S.V., 2006. *Mathematics of physics and engineering*. NJ: World Scientific Publishing Co.

Zarowski, C.J., 2004. *An introduction to numerical analysis for electrical and computer engineers*. NJ: John Wiley and Sons Inc.



# اکوستیک معماری

تعداد واحد:	نوع واحد:	تعداد ساعت:	هم‌نیاز:
۳	نظری	۴۸	فیزیک اکوستیک

## هدف درس:

آشنایی با مفاهیم پایه‌ای در اکوستیک معماری.

## سرفصل درس:

### ۱ - مقدمه

۱-۱- تاریخچه؛

۲-۱- اصطلاحات و تعاریف اولیه؛

۳-۱- مراکز و مجلات فعال در زمینه‌ی اکوستیک معماری؛

### ۲ - امواج صدا

۱-۲- معادله موج

۲-۲- امواج تخت و امواج کروی

۳-۲- چگالی و شدت انرژی

۴-۲- منابع امواج صوتی

۵-۲- ویژگی‌های گوش در مقابل امواج صوتی

### ۳- بازتاب و پراکندگی امواج صدا

۱-۳- عامل بازتاب، ضریب جذب و امپدانس دیوار

۲-۳- بازتاب در تابش عمودی

۳-۳- بازتاب در تابش مایل

۴-۳- برخورد تصادفی صدا

۵-۳- پراکندگی و پراش

۶-۳- بازتاب همراه با پخشایی (Diffuse reflection)

### ۴- میدان صوتی یک فضای بسته

۱-۴- حل معادله موج

۲-۴- مدهای اصلی در اتاق مکعب مستطیل با سطوح سخت

۳-۴- مدهای اصلی در اتاق مکعب مستطیل با سطوح غیر سخت

۴-۴- میدان صوتی پایدار

۵-۴- Reverberation و صدا



## ۵- آکوستیک هندسی در فضای بسته

۵-۱- فضای بسته با دیوارهای صاف

۵-۲- توزیع گذرای بازتابها

۵-۳- توزیع برداری بازتابها و پخشایی صدا

۵-۴- فضای بسته با دیوارهای خمیده

۵-۵- فضای بسته با دیوارهای پخشگر (diffusely reflecting)

## ۶- بازآوایی و چگالی حالت پایدار انرژی

۶-۱- خواص میدان صوتی پخشا (diffuse)

۶-۲- مسیر متوسط بازتابها و میانگین بازتابها در زمان

۶-۳- میرایی صدا و زمان بازآوایی (reverberation time)

۶-۴- تاثیر مسیرهای نامساوی

۶-۵- معادله چگالی انرژی در فضای بسته، توان سرچشمه صوت تابع زمان

۶-۶- معادله چگالی انرژی در فضای بسته، توان سرچشمه صوت ثابت

۶-۷- فضای بسته با دیوارهای پخشگر (diffusely reflecting)

۶-۸- فضای بسته متشکل از چند اتاق

## ۷- نوفه (noise) و کنترل آن در ساختمان‌ها

۷-۱- منابع نوفه و راه‌های انتقال آن؛

۷-۲- تلفات انتقال (TL)، کاهش نوفه (NR)، و گروه انتقال صدا (STC)؛

۷-۳- واکنش دیوارها در مقابل لرزش و عبور؛

۷-۴- روش‌های کنترل نوفه؛

۷-۵- طراحی برای مقابله با نوفه؛

## ۸- روش‌های آماری آکوستیک اتاق

۸-۱- رابطه Sabine

۸-۲- رابطه Eyring

۸-۳- گذر از حل موجی به حل آماری



- ۸-۴- فرکانس شرودر (Schroeder)
- ۹- آشنایی با روش های مدل سازی آکوستیکی
- ۹-۱- دسته بندی روش های مدل سازی
- ۹-۲- روش های مبتنی بر موج (Wave-based)
- ۹-۳- روش های مبتنی بر پرتو (Ray-based)
- ۹-۴- روش های آماری
- ۹-۵- روش موجبر دیجیتال
- ۹-۶- روش های مدل سازی فضا با ابعاد کوچک (Scale modeling)
- ۹-۷- سایر روش ها
- ۱۰- معرفی نرم افزارهای مدل سازی آکوستیکی

#### مراجع:

- Everest, F.A., 2001. *Master handbook of acoustics*. 4th ed. US: McGraw-Hill.
- Pierce, A.D., 1989. *Acoustics: An introduction to its physical principles and applications*. Woodbury, New York: ASA.
- Kuttruf, H., 2000. *Room acoustics*. 4th ed. London: Spon Press.
- Cox, T. & D'Antonio, P., 2004. *Acoustic and diffusers and absorbers: theory and application*. London: Spon Press.
- Cremer L. et. al., (Translated by Schultz T.J.), *Principles and Applications of Room Acoustics* Vol.1 & 2, 1982, Applied Science
- L. L. Beranek, *Concert Halls and Opera Houses—Music, Acoustics and Architecture*.
- W. C. Sabine, *Collected Papers on Acoustics*.



# آکوستیک معماری پیشرفته

تعداد واحد:	نوع واحد:	تعداد ساعت:	پیش‌نیاز:
۳	نظری	۴۸	آکوستیک معماری

## هدف درس:

معرفی ساختارهای جاذب و پخشگر، کاربرد و طراحی آنها درک اساسی رفتار صدا در اتاق‌ها و اثرات عینی و ذهنی مربوطه معرفی پارامترهای کیفی در اتاق‌های کوچک و بزرگ آشنایی با ملاحظات و معیارهای طراحی انواع فضاها (از سالن‌های کنسرت تا استودیوهای کوچک)

## سرفصل درس:

### ۱- مقدمه

۱-۱- مروری بر مباحث آکوستیک معماری

### ۲- جذب صدا و جاذب‌های صدا

۱-۲- کاربرد و اصول اولیه جاذب‌ها

۲-۲- تضعیف صدا در هوا

۳-۲- جذب روی سطوح سخت و بدون سوراخ

۴-۲- جذب روی سطوح قابل ارتعاش یا سطوح روزنه دار

۵-۲- جذب توسط زوناتورهای صفحه‌ای

۶-۲- زوناتورهای هلم هولتس

۷-۲- جذب صدا توسط مواد خلل و فرج دار (الیافی)

۸-۲- جذب توسط افراد و صندلی‌ها

۹-۲- اتاق صامت Anechoic rooms

۱۰-۲- اندازه‌گیری ویژگی‌های جاذب‌ها

### ۳- پخشایی صدا و پخشگرها

۱-۳- کاربرد و اصول اولیه پخشگرها

۲-۳- ضرایب پراکندگی و پخشایی

۳-۳- پاسخ قطبی پخشگر

۴-۳- روش‌های پیش‌بینی پراکندگی

۵-۳- پخشگرهای شرودر و انواع آنها

۶-۳- منعکس‌کننده‌ها و پخشگرهای هندسی

۷-۳- سطوح هایبرید



#### ۴- کاربرد جاذب ها و پخشگر ها در اتاق ها و مدل های هندسی

۴-۱- مطالعه چند ماده جاذب و پخشگر

۴-۲- جذب در مدل سازی هندسی آکوستیک

۴-۳- پخشایی در مدل سازی هندسی آکوستیک

۴-۴- جذب و پخشایی فعال (Active)

#### ۵- بررسی تاثیرات ذهنی صدا

۵-۱- آثار ذهنی بازتاب ها و اکو

۵-۲- شرایط ادراک بازتاب ها

۵-۳- رابطه اکو و رنگ پذیری صدا

۵-۴- انرژی اولیه: تعریف، شاخص وضوح، شاخص انتقال گفتار

۵-۵- واخنش بهینه

۵-۶- سطح فشار صوتی و عامل دوام (Strength factor)

۵-۷- احساس آکوستیکی بزرگی فضا و معیارهای آن

۵-۸- ارزیابی آکوستیک سالن اجتماعات

#### ۶- ملاحظات طراحی و روند طراحی آکوستیک

۶-۱- صدای مستقیم (Direct)

۶-۲- بررسی فرم سالن برای تامین صدای مستقیم و بازتابها

۶-۳- تامین زمان بازآوایی مناسب

۶-۴- پیش بینی سطح نویز

۶-۵- مدل های آکوستیکی با ابعاد کوچک (Acoustical scale model)

۶-۶- مدل سازی کامپیوتری و ایجاد تغییرات صوتی

۶-۷- شنیداری نمودن مدل طراحی شده (Auralisation)

#### ۷- نصب تجهیزات الکتروآکوستیکی

۷-۱- جهت وری بلندگو

۷-۲- طراحی سامانه های الکتروآکوستیکی برای انتقال گفتار

۷-۳- انتخاب مکان بلندگو(ها)

۷-۴- بازخورد آکوستیکی و جلوگیری از آن

۷-۵- روش های بهبود بازآوایی

مراجع:

Kuttruff, H., 2000, *Room Acoustics*, Elseiver Science Publishers Ltd. 4<sup>th</sup> edition.

Cox, T. J., D'Antonio, P., 2004. *Acoustic absorbers and diffusers: theory, design and application*, E & F N Spon.

Cremer L. et al., (Translated by Schultz T.J.), 1982, *Principles and Applications of Room Acoustics* Vol.1 & 2, Applied Science

L. L. Beranek , *Concert Halls and Opera Houses--Music, Acoustics and Architecture*.



# اندازه‌گیری اکوستیکی I

تعداد واحد:	نوع واحد:	تعداد ساعت:	پیش‌نیاز:
۳	نظری	۴۸	فیزیک اکوستیک

## هدف درس:

در این درس دانشجو با اصول اولیه، روش‌ها، و دستگاه‌های اندازه‌گیری رایج برای اندازه‌گیری‌های اکوستیکی آشنا می‌شود.

## سرفصل درس:

### ۱- مقدمه

۱-۱- تاریخچه؛

۲-۱- مفاهیم اولیه و تعریف‌ها؛

### ۲- انتشار صدا در محیط

۱-۲- انتشار صدا در گازها و مایعات؛

۲-۲- افت صدا در محیط‌های گوناگون؛

### ۳- برخورد موج صدا با موانع

۱-۳- موانع استوانه‌ای و کروی؛

۲-۳- موانع دیسکی؛

۳-۳- پراش در اطراف بدن انسان؛

### ۴- روش‌های اندازه‌گیری فشار صدا و سرعت ذره‌ای

۱-۴- مسئله‌ی کالیبراسیون؛

۲-۴- سرعت ذره‌ای؛

۳-۴- دامنه‌ی ذره؛

۴-۴- چشمه‌ی پیستوفن (Pistonphone source)؛

۵-۴- عمل‌گر الکترواکوستیکی (Electroacoustic actuator)؛

۶-۴- چشمه‌ی ترموفن (Thermophone source)؛

### ۵- میکروفن‌های اندازه‌گیری

۱-۵- نوفه‌ی میکروفن؛

۲-۵- انواع میکروفن؛

۳-۵- سنجش فشار صدا؛

### ۶- مولدهای نشانه (signal generators) و اندازه‌گیری‌ی بسامد



۶-۱- بسامدهای استاندارد؛

۶-۲- بسامدسنج‌ها؛

۶-۳- نوسان‌گر زنش - بسامد؛

## ۷- اندازه‌گیری پاگیری اکوستیکی

۷-۱- انواع پاگیری؛

۷-۲- روش‌های خط انتقال؛

۷-۳- روش‌های سطحی؛

۷-۴- پل‌ها؛

۷-۵- پاگیری اکوستیکی متغیر؛

۷-۶- واکنش بر سطح؛

## ۸- ادیومتر

۸-۱- ادیومترهای نغمه‌ی ناب (Pure Tone Audiometers)؛

۸-۲- آستانه‌های مرجع استاندارد (Standard Reference Thresholds)؛

۸-۳- تزویج‌کننده‌های گوشی (Earphone Coupler)؛

۸-۴- ارتعاش‌گر هدایت استخوانی (Bone Conduction Vibrator)؛

۸-۵- ماستویید مصنوعی (Artificial Mastoid)؛

۸-۶- ادیومترهای گفتاری (Speech Audiometers)؛

۸-۷- اتاق‌های ادیومتری؛

## ۹- چشمه‌های صدای آزمایشی

۹-۱- صدای انسان؛

۹-۲- صداهاى مصنوعی؛

۹-۳- بلندگوها؛

۹-۴- گوشی‌ها؛

۹-۵- میله‌های لرزان؛

۹-۶- سیرن؛

۹-۷- منابع انفجاری؛

۹-۸- محفظه‌های تشدیدى؛

۹-۹- سوتک‌ها؛





## ۱۰- مشخصه‌های نوفه‌ی اتفاقی و پاسخ یکسوکننده‌ها

۱-۱۰- مشخصه‌های آماری نوفه؛

۲-۱۰- مدارهای یکسوکننده‌ی آشکارساز قله؛

۳-۱۰- مدارهای یکسوکننده‌ی آشکارساز میانگین؛

۴-۱۰- یکسوکننده‌های بایاس شده و اشباع؛

## ۱۱- دستگاه‌های اندازه‌گیری امواج چندنغمه‌ای

۱-۱۱- قله‌سنج‌ها؛

۲-۱۱- میانگین‌سنج‌ها؛

۳-۱۱- مؤثرسنج‌ها؛

۴-۱۱- ضبط‌کننده‌ی تراز گرافیکی (Graphic Level Recorder)؛

۵-۱۱- حجم‌سنج صدا (VU Meter)؛

۶-۱۱- شارسنج گراسو (Grassot Fluxmeter)؛

۷-۱۱- ترموکوپل خلا (Vacuum Thermocouple)؛

۸-۱۱- سنجش ابزارهای نمایش‌گر (Tests of Indicating Instruments)؛

## مراجع:

Beranek., L.L., 1988. *Acoustical measurements*. Revised ed. Acoustical Society of America.

Kuttruff H., 2000, *Room Acoustics*, Elseiver Science Publishers Ltd. 4<sup>th</sup> edition.

Cox, T. J., D'Antonio, P., 2004. *Acoustic absorbers and diffusers: theory, design and application*, E & F N Spon.



## اندازه‌گیری اکوستیکی II

تعداد واحد:	نوع واحد:	تعداد ساعت:	پیش‌نیاز:
۳	نظری	۴۸	اندازه‌گیری اکوستیکی I

### هدف درس:

این درس مکملی است برای درس اندازه‌گیری اکوستیکی I که در آن به اندازه‌گیری در مباحث گوناگون اکوستیک پرداخته می‌شود.

### سرفصل درس:

#### ۱- تجزیه و تحلیل صدا

- ۱-۱- تحلیل گر هتروداین؛
- ۲-۱- تحلیل گرهای با پهنای بندهای کسری؛
- ۳-۱- تحلیل گر بندهای هم‌جوار (Contiguous-Band)؛
- ۴-۱- جدول نواک بر حسب بسامد؛
- ۵-۱- محاسبه‌ی بلندا؛
- ۶-۱- تحلیل گر تشدیدهای مکانیکی؛
- ۷-۱- تحلیل گر مکانیکی هنریچی (Henrici Mechanical Analyzer)؛
- ۸-۱- تحلیل گر نوری؛
- ۹-۱- تحلیل صداهای گذرا؛
- ۱۰-۱- تحلیل گر ضبط حلقه‌ای (Loop Recording)؛
- ۱۱-۱- تحلیل گر تصویری گفتار (Visible Speech Analyzer)؛
- ۱۲-۱- کالیبراسیون تحلیل گرهای صدا؛
- ۱۳-۱- ارائه‌ی داده‌ها؛



#### ۲- آزمایش میکروفن‌ها و بلندگوها

- ۱-۲- آزمایش (پاسخ بسامدی، جهت‌وری، بازده توان، اعوجاج غیرخطی، پاگیری الکتریکی، پاسخ گذرا، و گستره‌ی پویایی) میکروفن‌های استودیویی و آزمایشگاهی؛
- ۲-۲- آزمایش (پاسخ بسامدی، جهت‌وری، بازده توان، اعوجاج غیرخطی، پاگیری الکتریکی، ظرفیت تحمل توان، پاسخ گذرا، و میزان بازده بلندای) بلندگوها؛

۳- اندازه‌گیری ویژگی‌های اکوستیکی اتاق‌ها، استودیوها، و اتاق‌های شنود

- ۳-۱- زمانِ واخنش؛
- ۳-۲- درنگِ زمانی اولیه و بازتاب‌های اولیه؛
- ۳-۳- فنونِ خودبستگی و همبستگی متقابل (auto and cross correlation)؛
- ۳-۴- اندازه‌گیری وضوح گفتار؛

#### ۴- سنجشِ ترازِ صدا

- ۴-۱- تعاریف و استانداردها،
- ۴-۲- انواعِ ترازسنجِ صدا؛
- ۴-۳- وزن‌دهی‌ی بسامدی؛
- ۴-۴- صافی‌های یک، نیم، و یک‌سومِ هنگامی؛
- ۴-۵- روش‌های کالیبراسیون؛

#### مراجع:

- Beranek, L.L., 1988. *Acoustical measurements*. Revised ed. Acoustical Society of America.
- Kuttruff H., 2000. *Room Acoustics*, Elsevier Science Publishers Ltd. 4<sup>th</sup> edition.
- Cox, T. J., D'Antonio, P., 2004. *Acoustic absorbers and diffusers: theory, design and application*, E & F N Spon.



## آواشناسی گفتار

پیش‌نیاز: فیزیک آکوستیک	تعداد ساعت: ۴۸	نوع واحد: نظری	تعداد واحد: ۳
----------------------------	-------------------	-------------------	------------------

### هدف درس:

آشنایی با حوزه‌ی کار، اهداف، روش‌ها، و موضوعات آواشناسی همگانی (General Phonetics).

### سرفصل درس:

#### ۱- مقدمه

- ۱-۱- معرفی زبان‌شناسی (linguistics)؛
- ۲-۱- آواشناسی و ارتباط آن با زبان‌شناسی؛
- ۳-۱- واج‌شناسی (phonetics)؛
- ۴-۱- پیشینه‌ی زبان‌شناسی و آواشناسی؛

#### ۲- شاخه‌های اصلی آواشناسی

- ۱-۲- آواشناسی تولیدی؛
- ۲-۲- آواشناسی آکوستیک؛

#### ۳- بررسی‌ی زنجیری (segmental) و زبرزنجیری (supra segmental) گفتار

- ۱-۳- معنای زنجیره‌ی گفتار (speech chain)؛
- ۲-۳- واحدهای زبرزنجیری؛

#### ۴- چشم‌اندازهای آواشناسی همگانی و کاربردهای آن



### مراجع:

نمره، ی.، ۱۳۷۱. آواشناسی‌ی گفتار زبان فارسی، تهران: مرکز نشر دانشگاهی.

Ladefoged, P., 2006. *A course in phonetics*. 5th ed. Heinle publisher.

Johnson, K., 2003. *Acoustic & Auditory Phonetics*. 2nd ed. Blackwell Publishing Ltd.

## نوفه (noise) اکوستیکی و کنترل آن

پیش‌نیاز:	تعداد ساعت:	نوع واحد:	تعداد واحد:
فیزیک اکوستیک	۴۸	نظری	۳

### هدف درس:

آگاهی نسبت به نوفه و منابع آن، انواع مختلف نوفه‌ی اکوستیکی، روش‌های اندازه‌گیری و تحلیل نوفه، اثرات فیزیولوژیکی و روانی نوفه و چگونگی کاهش آن در محیط‌های مختلف، و آشنایی با قوانین، مقررات، و استانداردهای مرتبط.

### سرفصل درس:

#### ۱- مقدمه

۱-۱- اهمیت بررسی نوفه؛

۱-۲- دسته‌بندی نوفه؛

#### ۲- مشخصه‌های نوفه

#### ۳- منابع تولید نوفه

۳-۱- مدل‌سازی منابع نوفه‌ی ساده (منابع چندقطبی و خطی)؛

۳-۲- قدرت و جهت‌وری منابع نوفه؛

#### ۴- انتشار صدا در فضاهاى خارجى

۴-۱- اثر شرایط محیطی بر انتشار موج صدا؛

#### ۵- انتشار صدا در فضاهاى داخلی

۵-۱- صدا در محفظه‌های کوچک؛

۵-۲- صدا در اتاق‌ها؛

#### ۶- تجهیزات و روش‌های جمع‌آوری داده

#### ۷- مواد جاذب صدا

#### ۸- کنترل واخنش

#### ۹- کنترل لرزش

#### ۱۰- اثرات نوفه بر شنوایی، جسم و روان انسان



۱۱- قوانین، مقررات، و استانداردها در کنترلِ نوفه و لرزش

۱۲- روش‌های کاهشِ غیرفعالِ نوفه

۱۳- روش‌های کاهشِ فعالِ نوفه

مراجع:

Vér, I.L. & Beranek, L.L., 2005. *Noise and vibration control engineering: principles and applications*. 2nd ed. NJ: John Wiley & Sons Inc.

Bies, D.A. & Hansen, C.H., 2003. *Engineering noise control: theory and practice*. 3rd ed. London: Spon Press.



# اکوستیکِ روانی

پیش‌نیاز: فیزیکِ اکوستیکِ	تعدادِ ساعت: ۴۸	نوعِ واحد: نظری	تعدادِ واحد: ۳
------------------------------	--------------------	--------------------	-------------------

## هدفِ درس:

شناختِ ویژگی‌های روانی‌ی سامانه‌ی شنوایی.

## سرفصلِ درس:

### ۱- سامانه‌ی شنوایی

۱-۱- ساختمانِ گوش؛

۲-۱- ویژگی‌های شنوایی انسان؛

### ۲- تشخیصِ بسامد، پوشش، و محدوده‌ی بحرانی

۱-۲- محدوده بحرانی و بینابِ قدرت؛

۲-۲- صافی شنوایی؛

۳-۲- سازوکارِ پوشش؛

### ۳- بلندای صدا

۱-۳- تراز بلندای و منحنی‌های هم‌بلندا؛

۳-۳- رابطه بلندای با پهنای‌بند؛

۴-۳- رابطه بلندای با شدتِ صدا؛

۵-۳- ادراکِ تفاضلی؛

### ۴- پردازشِ زمانی در سامانه‌ی شنوایی

۱-۴- تفکیکِ زمانی (temporal resolution) و بینابِ صدا؛

۲-۴- اندازه‌گیریِ تفکیکِ زمانی؛

۳-۴- مدل‌سازیِ تفکیکِ زمانی؛

### ۵- نواک (Pitch)

۱-۵- نظریه‌های مربوط به نواک؛

۲-۵- نواکِ نغمه‌های ناب و پیچیده؛

### ۶- شیوش (timbre)



- ۶-۱- شیش و بیناب صدا؛  
۶-۲- ارتباط بلند، نواک و شیش؛

#### ۷- شنوایی سه بعدی

- ۷-۱- مکان یابی دوگوشی؛  
۷-۲- سرچشمه های چندگانه؛  
۷-۳- صدای بدون بعد؛

#### ۸- آزمون های شنیداری

- ۸-۱- طراحی آزمون های شنیداری؛  
۸-۲- تحلیل های آماری؛  
۸-۳- روش های تصحیح خطا؛

#### ۹- کاربردهای اکوستیک روانی در صنعت

- ۹-۱- کدینگ ادراکی (perceptual)؛  
۹-۲- استریوفونی؛  
۹-۳- طراحی سامانه های پخش؛  
۹-۴- ارزیابی سالن های کنسرت؛  
۹-۵- اکوستیک مجازی؛

#### مراجع:

- Moore, B.C.J., 2003. *An introduction to the psychology of hearing*. 5th ed. London: Academic Press.  
Howard, D. & Angus, J., 2006. *Acoustics & psychoacoustics*. 3rd ed. UK: Focal Press.  
Hugo, F. & Zwicker, E., 2006. *Psycho-Acoustics: Facts & Models*. 3rd ed. NY: Springer-Verlag.





## فیزیکِ موسیقی

پیش‌نیاز/هم‌نیاز:	تعداد ساعت:	نوع واحد:	تعداد واحد:
فیزیکِ آکوستیک / نظریه موسیقی و پرورش شنوایی	۴۸	نظری	۳

### هدفِ درس:

در این درس با دیدگاهی فیزیکی به بررسی‌ی مشخصه‌های نغمه‌ها، فاصله و گام موسیقایی پرداخته می‌شود. همچنین ساختمان و شیوه تولید صدا در سازهای زهی، بادی و کوبه‌ای تشریح می‌شود.

### سرفصلِ درس:

#### ۱- مقدمه

۱-۱- تاریخچه‌ی فیزیکِ موسیقی؛

۱-۲- مراکز، دانشگاه‌ها، و مجلاتِ فعال در فیزیکِ موسیقی؛

#### ۲- سامانه‌ی شنوایی

۱-۲- ساختمانِ گوش؛

۲-۲- ویژگی‌های دستگاهِ شنوایی انسان؛

#### ۳- مشخصه‌های فیزیکی و روانی یک نغمه

۱-۳- شدتِ صدا و بلندای یک نغمه؛

۲-۳- بسامد و نواکِ یک نغمه؛

۳-۳- بیناب و شیوشِ یک نغمه؛

#### ۴- نگاهی بر فاصله، گام، و اعتدال

۱-۴- فاصله‌ی موسیقایی و یکاهای آن؛

۲-۴- خوشایندی (consonance) و نظریه‌های مربوط به آن؛

۳-۴- مفهومِ کوک و دستگاهِ کوک؛

۴-۴- گام و انواعِ آن؛

۵-۴- گام فیثاغورثی؛

۶-۴- اعتدال در موسیقی؛



## ۵- نغمه‌های مرکب و هارمونی

۱-۵- زنش و نغمه‌های مرکب؛

۲-۵- نت، محور زمان و بسامد در موسیقی؛

## ۶- سازهای زهی

۱-۶- سازهای زهی زخمه‌ای؛

۲-۶- گیتار؛

۳-۶- سازهای زهی آرشه‌ای؛

۴-۶- سازوکار آرشه‌کشی و حرکت هلم‌هولتز؛

۵-۶- ویولن؛

۶-۶- سازهای زهی کوبه‌ای؛

۷-۶- پیانو؛

## ۷- سازهای بادی؛

۱-۷- تشدید در لوله‌ها و پاگیری اکوستیکی؛

۲-۷- سازهای چوبین‌بادی؛

۳-۷- فلوت و کلارینت؛

۴-۷- زبانه‌ها (reed)؛

۵-۷- سازهای برنجی؛

۶-۷- ترومپت؛

## ۸- سازهای کوبه‌ای

۱-۸- زنگ‌ها؛

۲-۸- درام‌ها؛

## ۹- سازهای ایرانی



## مراجع:

Rossing, T.D. & Moore, R.F. & Wheeler, P.A., 2001. *The science of sound*. 3rd ed. Addison Wesley.

Fletcher, N.H. & Rossing, T.D., 2005. *The physics of musical instruments*. 2nd ed. NY: Springer.

Benade, A.H., 1990. *Fundamentals of musical instruments*. 2nd ed. Dover Publication.

## روش‌های عددی در اکوستیک

پیش‌نیاز: اکوستیک معماری	تعداد ساعت: ۴۸	نوع واحد: نظری	تعداد واحد: ۳
-----------------------------	-------------------	-------------------	------------------

### هدف درس:

- ۱- درک تفاوت بین مدل‌های فیزیکی و ریاضی؛
- ۲- آشنایی با شبیه‌سازی و محاسبه با نرم‌افزارهای موجود؛
- ۳- توانایی یافتن برای نوشتن کدهای ساده و اصلاح برنامه‌های موجود؛
- ۴- درک اهمیت و محدودیت تعدادی از مدل‌های اولیه و پایه‌ای؛
- ۵- توانایی یافتن برای مقایسه‌ی نتایج شبیه‌سازی و تجربی.

### سرفصل درس:

#### ۱- مقدمه

- ۱-۱- مروری بر روش‌های مدل‌سازی اکوستیکی؛
- ۲-۱- معرفی نرم‌افزارهای مدل‌سازی اکوستیکی.
- ۲- آشنایی با مرزها و انواع شرایط مرزی

#### ۳- معادله‌ی موج ناهمگن و حل آن

- ۱-۳- معادله‌ی هلمهولتز و توزیع حجمی و ورودی؛
- ۲-۳- تابع گرین و اصل هم‌پاسخی؛
- ۳-۳- حل معادله‌ی هلمهولتز ناهمگن؛
- ۴-۳- معادله‌ی انتگرالی کیرشهف - هلمهولتز؛
- ۵-۳- بررسی تولید صدا توسط اجسام لرزان؛

#### ۴- میدان‌های صدا در محیط‌های بسته

- ۱-۴- تابع گرین برای محیطی با دیوارهای سخت؛
- ۲-۴- حل معادله‌ی هلمهولتز ناهمگن؛

#### ۵- صدا در داکت‌ها



۵-۱-آمدهای یک داکت؛

۵-۲-بسامد قطع و سرعت فاز؛

۵-۳-تابع گرین برای یک داکت نامحدود با دیواره سخت؛

### ۶- تحلیل اکوستیکی با استفاده از روش المان‌های محدود

۶-۱-روش مانده‌های وزنی (weighted residual)؛

۶-۲-روش گالرکین (Galerkin)؛

۶-۳-فرمول‌بندی وردشی برای معادله‌ی موج؛

۶-۴-تقسیم‌بندی المان محدود و روش محاسبه برای مسائل دوبعدی؛

۶-۵-استفاده از نرم‌افزارها؛

### ۷- تحلیل محفظه‌های با شکل نامنظم

۷-۱-تحلیل محفظه‌های با دیواره‌ی سخت؛

۷-۲-تحلیل محفظه‌های با دیواره ناسخت؛

### ۸- روش‌های المان مرزی

۸-۱-شکل انتگرال مرزی‌ی معادله‌ی موج؛

۸-۲-روش Collocation مستقیم؛

۸-۳-استفاده برای اکوستیک محفظه‌ها؛

۸-۴-استفاده برای انتشار اکوستیکی؛

### ۹- روش المان مرزی‌ی غیرمستقیم

۹-۱-فرمول‌بندی برحسب توزیع‌های پتانسیل تک و دولایه؛

۹-۲-مسائل با پاسخ غیریکتا؛



### ۱۰- روش‌های عددی برای محیط‌های تزویج‌شده

۱۰-۱-تحلیل سامانه‌های تزویج‌شده‌ی ساده؛

۱۰-۲-تزویج ضعیف و قوی؛

۱۰-۳-فنون حل، تحلیل مودال، پاسخ مستقیم پیف برهم‌نهی مودال، ماتریس پاگیری تشعشی؛

### مراجع:

Filippi, P., 1984. *Theoretical acoustics & numerical techniques*. Springer.

Ihlenburg, F. & Lloyd, G., 1998. *Finite element analysis of acoustic scattering*. Springer.

Sendra, J.J., 1999. *Computational acoustics in architecture (advances in architecture vol. 8)*. Wit Pr/Computational Mechanics.

Estorff, O. V. (ed.), 2000, *Boundary elements in acoustics, advances and applications, (Advances in boundary element series)*, WIT Press, Computational Mechanics Publications.

Morse, P. M., Ingard, K. U., *Theoretical acoustics*.

## پردازش نشانه‌های صوتی دیجیتال

تعداد واحد:	نوع واحد:	تعداد ساعت:	پیش‌نیاز:
۳	نظری	۴۸	تجزیه و تحلیل سیگنال‌ها و سیستمها

### هدف درس:

در این درس دانشجویان با پردازش نشانه‌ها به روش دیجیتال آشنا می‌شوند. در حالی که بیشتر بر کاربرد این روش‌ها برای نشانه‌های صوتی تکیه می‌شود.

### سرفصل درس:

#### ۱- مقدمه

۱-۱- اهمیت پردازش نشانه‌های دیجیتال؛

۱-۲- مروری بر بحث تبدیل  $Z$ ، نمونه‌برداری، تبدیل نشانه‌های آنالوگ به دیجیتال و برعکس، کوانتیزاسیون؛

#### ۲- تحلیل سامانه‌های LTI ای زمان - گسسته

۲-۱- پاسخ بسامدی سامانه‌های LTI؛

۲-۲- معادلات تفاضلی حاکم بر سامانه‌های LTI؛

۲-۳- سامانه‌های تمام‌گذر؛

۲-۴- سامانه‌های با کم‌ترین فاز؛

#### ۳- ساختارهای رایج برای سامانه‌های زمان - گسسته

۳-۱- نمایش معادلات تفاضلی با نمودارهای جعبه‌ای (block diagram)؛

۳-۲- سامانه‌های IIR؛

۳-۳- سامانه‌های FIR؛

۳-۴- ساختارهای لتیس؛

#### ۴- فنون طراحی صافی‌ها

۴-۱- صافی‌های IIR معادل با صافی‌های زمان - پیوسته؛

۴-۲- طراحی صافی‌های FIR با پنجره‌بندی؛

#### ۵- تبدیل فوریه گسسته (DFT)



۵-۱-DFT و خواص آن؛

۵-۲-کانولوشن خطی؛

۵-۳-روش‌های محاسبه DFT (تبدیل فوریه‌ی سریع - FFT)؛

#### ۶- صافی‌های دیجیتال صوتی اولیه

۶-۱-صافی شانه‌ای؛

۶-۲-تشدیدگرها؛

۶-۳-صافی‌های تمام‌گذر؛

۶-۴-سد dc؛

۶-۵-صافی‌های قفسه‌ای (shelving filter)؛

۶-۷-کولایزرها؛

#### ۷- تبدیل‌های دیگر

۷-۱-تبدیل هیلبرت؛

۷-۲-تبدیل موجک (wavelet)؛

#### مراجع:

Oppenheim, A.V. & Schafer, R.W. & Buck, J.R., 1999. *Discrete-time signal processing*. 2nd ed. NJ: Prentice-Hall.

Smith, J.O. 2007. *Introduction to digital filters with audio applications*. [e-book]. Available at: <http://ccrma.stanford.edu/~jos/pubs.html> [Accessed 24 August 2008].

Zolzer, U. 1997. *Digital Audio Signal Processing*. John Wiley and Sons.



## کدینگ و پردازش گفتار

تعداد واحد:	نوع واحد:	تعداد ساعت:	پیش‌نیاز:
۳	نظری	۴۸	پردازش نشانه‌های صوتی دیجیتال

### هدف درس:

فهم اصول و مبانی کدینگ و پردازش گفتار و کاربرد این علم در سامانه‌های رادیو-تلویزیونی (Broadcast).

### سرفصل درس:

#### ۱- مقدمه

- ۱-۱- مقدمه‌ای بر سامانه‌ی شنوایی و اکوستیک روانی؛
- ۲-۱- کدینگ و استانداردهای آن؛

#### ۲- کوانتش

- ۱-۲- کوانتش عددی (کوانتش یک بعدی)؛
- ۲-۲- کوانتش برداری (کوانتش دوبعدی)؛

#### ۳- پیش‌گویی خطی

- ۱-۳- مدل‌سازی LPC گفتار؛
- ۲-۳- مدل‌سازی نواک گفتار؛

#### ۴- کدکننده‌های گفتار در حوزه‌ی زمان

- ۱-۴- کدکننده‌های پیش‌گویی با قابلیت سازگاری (APC)؛
- ۲-۴- کدکننده‌های چندپالسی LPC (MP-LPC)؛
- ۳-۴- Code Excited LPC (CELP)؛

#### ۵- کدکننده‌های گفتار در حوزه‌ی بسامد

- ۱-۵- کدکننده‌های بند میانی (SCB)؛
- ۲-۵- کدکننده‌های تبدیل سازگار (ATC)؛
- ۳-۵- MBEV Multi-band Excited Vocoder؛
- ۴-۵- نوفه در کدکننده‌های گفتار؛
- ۵-۵- ساخت کدکننده‌های صدای ادراک‌شده (Perceptual Audio)؛

#### ۶- محیط‌های مجازی صوتی (Auditory virtual environment)؛

#### ۷- استانداردهای کدینگ صدا



- ۱-۷- استانداردهای کدینگ با کیفیت بالا؛  
۲-۷- استانداردهای کدینگ با نرخ بیت پایین؛  
۳-۷- استاندارد MPEG؛  
۴-۷- AC-3

#### ۸- واسط‌های صوتی

- ۱-۸- استانداردهای واسط صدای دیجیتال؛  
۲-۸- شبکه و مبادله‌ی فایل‌های صوتی؛

#### ۹- صدای چندکانالی

- ۱-۹- استریو؛  
۲-۹- صدای سه‌بعدی مضاعف؛  
۳-۹- صدای چندکانالی محیطی (Surround)؛

#### مراجع:

- Bosi, M. & Goldberg, R.E., 2003. *Introduction to digital audio coding and standards*. US: Springer.
- Kondo, A.J., 2004. *Digital speech-coding for low bit rate communication systems*. 2nd ed. UK: Wiley & Sons.
- Wai, C.C., 2003. *Speech coding algorithms, foundation & evolution of standardized coders*. NJ: John Wiley & Sons.
- Dai, T.Y. & Kyriakakis, C. & Kuo, C.J., 2004. *High-fidelity multichannel audio coding*. Hindawi Publishing Co.





## روش‌های مدل‌سازی در اکوستیکِ موسیقی

تعداد واحد:	نوع واحد:	تعداد ساعت:	پیش‌نیاز/هم‌نیاز
۳	نظری	۴۸	پردازش نشانه‌های صوتی دیجیتال/فیزیکِ موسیقی

### هدفِ درس:

در این درس دانشجو با روش‌های فیزیکی و غیرفیزیکی تولید صدای سازها آشنا می‌شود.

### سرفصلِ درس:

#### ۱- مقدمه

۱-۱- تاریخچه‌ی مدل‌سازی‌ی سازها؛

۲-۱- روش‌های فیزیکی و غیرفیزیکی؛

#### ۲- روش‌های نوآوری غیرفیزیکی

۱-۲- نوآوری به روش برهم‌نهی (additive synthesis)؛

۲-۲- جدول موج (wavetable)؛

۳-۲- نوآوری تفریقی و پالایش خطی (subtractive synthesis and linear filtering)؛

۴-۲- نوآوری با مدولاسیون بسامد (FM)؛

۵-۲- الگوریتم کارپلاس - استرانگ (Karplus-Strong)؛

۶-۲- روش گرانولار (Granular)؛

#### ۳- روش‌های مدل‌سازی فیزیکی

۱-۳- روش تفاضل‌های محدود؛

۲-۳- شبکه‌های جرم - فنر؛

۳-۳- روش مودال؛

۴-۳- روش تابع تبدیل؛

۵-۳- موج بر دیجیتال؛

۶-۳- صافی‌های دیجیتال موجی (wave digital filter)؛

#### ۴- مدل‌سازی سازها



- ۴-۱-مدل سازی سازهای زهی؛  
۴-۲-مدل سازی سازهای بادی؛  
۴-۳-مدل سازی سازهای کوبه‌ای؛  
۴-۴-مدل سازی صوت انسان (Kelly-Lochbaum model)؛

#### مراجع:

- Cook, P.R., 2002. *Real sound synthesis for interactive applications*. MA: AK Peter Ltd.  
Roads, C., 1996. *The computer music tutorial*. US: The MIT Press.  
Smith, J.O., 2007. *Physical audio signal processing for virtual musical instruments and audio effects*. [e-book]. Available at: <http://ccrma.stanford.edu/~jos/pubs.html> [Accessed 24 August 2008].



## موسیقی رایانه‌ای و نواسازی

تعداد واحد:	نوع واحد:	تعداد ساعت:	پیش‌نیاز:
۳	نظری	۴۸	روش‌های مدل‌سازی در اکوستیک موسیقی

### هدف درس:

در این درس دانشجویان با اصول موسیقی رایانه‌ای و نرم‌افزارهای موجود برای تولید موسیقی آشنا می‌شوند.

### سرفصل درس:

#### ۱- مقدمه

- ۱-۱- موسیقی الکترونیک و رایانه‌ای؛
- ۲-۱- تاریخچه؛

#### ۲- محیط‌های نواسازی

- ۱-۲- محیط Pd؛
- ۲-۲- محیط Csound؛
- ۳-۲- محیط James McCartney's SuperCollide؛
- ۴-۲- محیط Max/MSP؛

#### ۳- ساخت نشانه‌های سینوسی

#### ۴- کنترل دامنه و فاز

#### ۵- نوسان‌گرهای جدول‌موجی و نمونه‌ها

#### ۶- مدیریت صوت و چندآوایی (polyphony)

#### ۷- مدولاسیون دامنه و بسامد

#### ۸- Designer spectra



### مراجع:

Puckette, M., 2006. *The theory and techniques of electronic music*. [e-book]. Available at: <http://crca.ucsd.edu/~msp/> [Accessed 24 August 2008].

Roads, C., 1996. *The computer music tutorial*. US: The MIT Press.

Csound community, 1992. *The canonical csound reference manual*. [Online]. Available at: <http://csounds.com/manual/html/> [Accessed 24 August 2008].

## تشخیص گفتار

پیش‌نیاز:	تعداد ساعت:	نوع واحد:	تعداد واحد:
پردازش نشانه‌های صوتی دیجیتال	۴۸	نظری	۳

### هدف درس:

آشنایی با روش‌های تشخیص الگو و استخراج گفتار.

### سرفصل درس:

#### ۱- مقدمه

۱-۱- تعاریف اولیه؛

۲-۱- ضرورت‌های این درس؛

#### ۲- روش‌های مقایسه‌ی الگو

۱-۲- استخراج شاخص؛

۲-۲- اندازه‌ی فاصله؛

۳-۲- اختصاص زمان؛

۴-۲- تطبیق برنامه‌ریزی‌ی پویا؛

۵-۲- روش تطبیق بهینه بین دو رشته (DTW) Dynamic time warping؛

#### ۳- روش‌های آماری

۱-۳- روش مدل مخفی مارکوف آماری (HMMS)؛

۲-۳- فراسنجی کردن (parameterization)؛

۳-۳- مشکلات تشخیص و آموزش؛

۴-۳- الگوریتم ویتربی (Baum-weitch)؛

#### ۴- مفاهیم اساسی در تشخیص صحبت

۱-۴- مدل‌سازی‌ی صحبت انسان؛

۲-۴- نمایش نشانه‌ی صحبت؛

۳-۴- شناخت آمودها و آمودبندی (Modalities)؛

۴-۴- مدل‌های زبان برای تشخیص خودکار گفتار؛

#### ۵- روش‌های تشخیص خودکار گفتار



۵-۱- روش‌های مبتنی بر الگو (Template-based)؛

۵-۲- روش‌های مبتنی بر اطلاعات (Knowledge-based)؛

۵-۳- روش‌های کاتوره‌ای (Stochastic)؛

۵-۴- روش‌های ارتباطی (Connectionist)؛

## ۶- فهم خودکار گفتار

۶-۱- فهم خودکار گفتار (automatic speech recognition fronted)؛

۶-۲- نمایش اطلاعات؛

## ۷- شناخت و تعریف گوینده

۷-۱- تعیین گوینده؛

۷-۲- تعریف گوینده؛

## ۸- کاربردها

۸-۱- سامانه‌های فرمان‌دادن گفتار (Dictation)؛

۸-۲- ارتباط مبتنی بر صدا؛

۸-۳- کنترل سامانه؛

۸-۴- تفسیر زبان؛

۸-۵- سامانه‌های اطلاعاتی؛

۸-۶- سامانه‌های امنیتی؛

۹- به‌کارگیری روش تطبیق بهینه بین دو رشته (DTW) در تشخیص گفتار پیوسته (CSR)

مراجع:

Jelinek, F., 1998. *Statistical methods for speech recognition (language) speech and communications*. US: The MIT press.

Rabiner, L. & Juang, B.H., 1993. *Fundamentals of speech recognition*. US: Prentice-Hall.

Jurafsk, J. & Martin, J.H., 2000, *Speech and language processing: an introduction to natural language processing, computational linguistics and speech recognition*. Prentice-Hall.

Chou, W.U. & Juang, B.H., 2003. *Pattern recognition in speech & language processing*. US: CRC Publisher.



## شبکه‌های عصبی

پیش‌نیاز/ هم‌نیاز:

—

تعداد ساعت:

۴۸

نوع واحد:

نظری

تعداد واحد:

۳

### هدف درس:

با توجه به کاربردهای روز افزون شبکه‌های عصبی و سامانه‌های هوشمند در شاخه‌های مختلف علوم و مهندسی، از جمله پردازش نشانه‌ها، بازشناسی الگو، تولید و بازشناسی صحبت، و ...، وجود چنین درسی برای رشته مهندسی صدا می‌تواند مفید باشد

### سرفصل درس:

۱- مقدمه

۲- شبکه عصبی انسان

۳- مدل‌های شبکه‌های عصبی مصنوعی

۴- قوانین آموزش شبکه‌ها

۵- شبکه‌های عصبی ساده

۵-۱- شبکه‌ی hebb

۵-۲- perceptron

۵-۳- Adaline

۶- آموزش به روش error back propagation

۷- شبکه‌های هاپفیلد

۸- کاربردها در مهندسی صدا.

۹- شبکه‌های عصبی و matlab



### مراجع:

- Demuth, B.H., Beale M., and Hagan, M.T. 1996. *Neural Network Design*, PWS Publication.
- Freeman, J.A. & Skapura, D.M. 1991. *Neural Networks, Algorithms, Applications and Programming Techniques*, Addison-Wesley.
- Haykin, S. 1999. *Fundamentals of Neural Networks, A Comprehensive Foundation* 2nd ed., Prentice Hall.

## بازشناسی الگو

پیش‌نیاز/ هم‌نیاز:  
شبکه‌های عصبی

تعداد ساعت:  
۴۸

نوع واحد:  
نظری

تعداد واحد:  
۳

### هدف درس:

در این درس دانشجویان با روش‌های شناسایی الگو به صورت کلاسیک آشنا می‌شوند.

### سرفصل درس:

- ۱- مقدمه، معرفی و تعاریف
- ۲- شناخت الگوهای آماری
- ۳- شناخت الگو با شبکه‌های عصبی مصنوعی
- ۴- خوشه‌یابی
- ۵- استخراج و گزینش ویژگی‌ها (feature extraction and feature selection)

### مراجع:

Duda, R.O., Hart, P.E., and Stork, D. G. 2001 *Pattern classification*, 2nd ed. Wiley.  
Theodoridis, S. & Koutroumbas, K. 2003. *Pattern recognition*, 2nd ed. Academic Press.  
Bishop, C.M. 2006. *Pattern Recognition and Machine Learning*, Springer,



## اکوستیک غیر خطی

پیش‌نیاز/ هم‌نیاز:	تعداد ساعت:	نوع واحد:	تعداد واحد:
فیزیک اکوستیک پیش‌رفته	۴۸	نظری	۳

### هدف درس:

رفتار امواج اکوستیکی همیشه خطی نیست. در عمل در بسیاری از موارد به ویژه انتشار صدا در شاره‌ها پدیده‌های غیرخطی خودنمایی می‌کنند، که موجب اختلال در معادلات خطی موجود می‌شوند. در این درس این پدیده‌هایی غیرخطی مورد بررسی قرار می‌گیرند..

### سرفصل درس:

- ۱- مقدمه، معرفی و تعاریف
- ۲- نظریه‌ی اکوستیک غیر خطی
- ۳- روش‌های پایه در اکوستیک غیر خطی
- ۴- امواج غیر خطی با پخشایی صفر و ضعیف
- ۵- امواج پخشای تخت، استوانه‌ای و کروی
- ۶- پرتوهای صدای غیر خطی
- ۷- امواج ایستای غیر خطی



### مراجع:

- Enflo, B.E. & Hedberg C.M. 12004. *Theory of nonlinear acoustics in fluids*. UA: Kluwer Academic Publisher.
- Hamilton, M.F. & Blackstock, D.T. 1998. *Nonlinear acoustics: theory and applications*. Academic Press.
- Naugolnykh, K. & Ostrovsky, L. 2008. *Nonlinear wave processes in acoustics (Cambridge texts in applied mathematics)*. Cambridge University Press.



# اکوستیک فوریه و هلوگرافی اکوستیکی

تعداد واحد:	نوع واحد:	تعداد ساعت:	پیش نیاز/ هم نیاز:
۳	نظری	۴۸	فیزیک اکوستیک پیشرفته

## هدف درس:

یکی از روش‌های رایج تصویربرداری هلوگرافی اکوستیکی است. در این درس اصول فیزیکی حاکم بر این روش مورد بررسی قرار می‌گیرد.

## سرفصل درس:

۱- مقدمه، معرفی و تعاریف

۱-۱- مروری بر نظریه فوریه

۲- امواج تخت

۳- مسئله وارون (the inverse problem)

۳-۱- هلوگرافی اکوستیکی میدان تخت (NAH)

۴- امواج استوانه‌ای

۴-۱- هلوگرافی اکوستیکی میدان استوانه‌ای

۵- امواج کروی

۵-۱- هلوگرافی اکوستیکی میدان کروی

۶- امواج ایستای غیرخطی



## مراجع:

- Williams, E.G. 1999. Fourier acoustics: sound radiation and nearfield acoustical holography. US: Academic Press.
- Hildebrand, B. 1974. *An introduction to acoustical holography*. Springer
- Kock, W.E. 1975. *Acoustic holography (unknown binding)*. Academic Press.

# مدل سازی سخت افزار و متدهای طراحی آن

## VHDL

تعداد واحد:	نوع واحد:	تعداد ساعت:	پیش نیاز/هم نیاز:
۳	نظری	۴۸	--

### هدف درس:

آشنایی با زبانهای توصیف سخت افزاری و بکارگیری آنها در پیاده سازی مدارهای پردازشگر سیگنال دیجیتال در بسترهای IC های برنامه پذیر.

### سرفصل درس:

معرفی سیستم های طراحی اتوماتیک، طراحی اتوماتیک، مدل کردن برای آنالیز یا ساخت، زبان های سخت افزاری، روشهای طراحی بالا به پایین، نقش شبیه سازی و سنتز در طراحی مدل های پیچیده دیجیتال، سطوح مختلف توصیف مدارها، سطوح مختلف زبان های سخت افزاری، انواع زبان های سخت افزاری و استفاده از آنها در تحلیل و ساخت، زمان بندی و همزمانی اعمال در زبان های سخت افزاری، تأخیر دادن و قابلیت زمان بندی وقایع به طور سری و موازی، توصیف در سطوح ساختاری، جریان داده و رفتاری، روشهای استفاده از کتابخانه ها در توصیف های رفتاری، روش های کلاک کردن و توصیف های آن، توصیف باس ها و رجیسترها، زمان بندی و دست دادن در توصیف های رفتاری، توصیف پروسس های موازی، روشهای توصیف پروسسورها، مدارهای جانبی و تشکیل یک سیستم کامل برای آنالیز توسط شبیه ساز زبان سخت افزاری و سنتز، پیاده کردن روشهای ساخت کنترلرها و توصیف آنها در زبان های سخت افزاری، توصیف سخت افزارهای دستگاه های جانبی کامپیوتر مانند حافظه های چند مرحله ای، مدارهای رابط و سخت افزارهای رفته.

### مراجع:

Navabi, Z. *VHDL: Analysis and modeling of digital systems*. : McGraw-Hill, Publishing, New York, N. Y., 1998.

Navabi, Z.. *Verilog hardware description language: design and Modeling of digital systems*. McGraw-Hill, New York, N. Y., 1989.

*VHDL Language Reference Manual, IEEE Std 1076-1993.*, IEEE, New York, 1993.



## روش تحقیق

پیش‌نیاز/ هم‌نیاز:	تعداد ساعت:	نوع واحد:	تعداد واحد:
_____	۴۸	نظری	۲

### هدف درس:

آشنایی با اصول روش تحقیقات علمی، به ویژه در حوزه علوم مهندسی

### سرفصل درس:

- ۱- انواع پژوهش (بنیادی، توسعه‌ای، و کاربردی)
- ۲- انواع طرح‌های پژوهشی
- ۳- روش‌های آزمایش و مقیاس‌های اندازه‌گیری
- ۴- مراحل روش تحقیق
- ۵- نظریه، فرضیه، مدل، و جایگاه آن‌ها در تحقیق
- ۶- گزارش‌نویسی و اجزای گزارش‌های پژوهشی

### مراجع:

روحانی رانکوهی، ۱۳۸۲. شیوه ارائه مطالب علمی و فنی. تهران: انتشارات جلوه کانون انتشارات علمی.  
آریان پور، ۱۳۶۲. پژوهش. چاپ چهارم، تهران: انتشارات امیرکبیر.

Markel, M.H., 1994. *Writing in the technical field: a step by step guide for engineering scientist & technicians*. Wiley-IEEE Press.



## مباحث ویژه

پیش‌نیاز / هم‌نیاز:	تعداد ساعت:	نوع واحد:	تعداد واحد:
تصمیم گروه	۴۸	نظری	۳

### هدف درس:

محتوای این درس از طرفی بنا به نیاز دانشجویان در انجام پروژه‌ها تعریف می‌شود، و از طرف دیگر هدف ارایه‌ی دروس جدید در زمینه مهندسی صدا را دنبال می‌کند.



## کنترل پیشرفته

تعداد واحد:	نوع واحد:	تعداد ساعت:	پیش‌نیاز / هم‌نیاز:
۳	نظری	۴۸	—

### سرفصل درس:

- مدل‌سازی و بررسی سیستم‌های کنترل در فضای حالت (پیوسته و منفصل)
- تحقق (Realization) سیستم‌ها، فرم‌های کنترل پذیر، رؤیت پذیر، قطری و جردن و غیره
- کنترل پذیری و رؤیت پذیری سیستم‌ها
- پایداری سیستم‌ها
- جابجائی قطب‌ها و فیدبک حالت
- تخمین زن‌های حالت سیستم
- دوگانی در سیستم‌ها
- طرح جبران‌کننده‌ها به کمک فیدبک حالت و تخمین زن‌های حالت
- مقدمه‌ای بر سیستم‌های کنترل بهینه



### مراجع:

- 1- Linear Control System Analysis and Design: Fifth Edition, Revised and Expanded (Control Engineering, 14) by John J. D'Azzo, Constantine H. Houpis, and Stuart N. Sheldon (Hardcover - Aug 1, 2003)
2. C.T. Chen: Linear Control Systems: Analysis & Design
3. T. Kailath : Linear Systems.

## روش اجزاء محدود

پیش‌نیاز:	تعداد ساعت:	نوع واحد:	تعداد واحد:
ریاضیات مهندسی پیشرفته	۴۸	نظری	۳

### سرفصل درس:

معرفی روش اجزاء محدود در مسائل مهندسی، مقدمه‌ای بر الاستیسیته دوبعدی، مروری در مفاهیم تحلیل ماتریسه‌ها، تحلیل همه جایی (Global) در تجزیه ماتریس سختی (Substructuring)، روشهای مستقیم، کار مجازی و پس ماند متعادل شده در فرموله کردن یک جزء (Element Formulation)، اصول فرموله کردن به روش تغییر (Variational Method)، مینیمم انرژی پتانسیل، روشهای تقریبی شامل: ریلی-ریتز و گالارکین، کاربرد روش اجزاء محدود در محاسبه تنش و کرنش، رفتار و هندسه یک جزء-های صفحه‌ای، ملاحظات در تعیین مدل: خمش صفحه‌ها، روشهای مخلوط (Mixed) و هیبرید (Hybrid) در خمش صفحه‌ها.

### مراجع:

1. Finite Element Analysis: Fundamentals, by: R.H. Galegher, Pub. Prentice Hill
2. Numerical Method in Finite Element Analysis, by: K.J. Bathe & E. L. Wilson Pub. Englewood Cliffs.
3. The finite Elemente Method, by: O. C. Zienkiewicz, Pub. Mc Graw Hill

