جمهوری اسلامی ایران

وزارت فرهنگ و آموزش عالی

شورای عالی برنامه ریزی

# مشخصات کلی برنامه و سرفصل دروس

## دوره دکتری مهندسی پزشکی

رشته

## بیوالکتریک - بیومکانیک - بیومواد

گروه فنی و مهندسی

مصوب سیصد و هفتاد و یکمین جلسهٔ شورای عالی برنامه‌ریزی

مورخ ۱۳۷۷/۱۲/۲

بسم الله الرحمن الرحیم

# برنامه آموزشی دوره دکتری مهندسی پزشکی

گروه : فنی و مهندسی
رشته : مهندسی پزشکی
دوره : دکتری

کمیته تخصصی :
گرایش : بیوالکتریک - بیومکانیک - بیومواد
کد رشته :

شورای عالی برنامه ریزی در **سیصد و هفتاد و یکمین** جلسه مورخ **۱۳۷۷/۱۲/۲** بر اساس طرح دوره دکتری مهندسی پزشکی که توسط گروه فنی و مهندسی تهیه شده و به تأیید رسیده است ، برنامه آموزشی این دوره را در سه فصل (مشخصات کلی، برنامه و سرفصل دروس) به شرح پیوست تصویب کرده، و مقرر می دارد :

**ماده ۱)** برنامه آموزشی دوره دکتری **مهندسی پزشکی** از تاریخ تصویب برای کلیه دانشگاهها و مؤسسات آموزش عالی کشور که مشخصات زیر را دارند لازم‌الاجرا است :

**الف :** دانشگاهها و مؤسسات آموزش عالی که زیر نظر وزارت فرهنگ و آموزش عالی اداره می‌شوند.

**ب :** مؤسساتی که با اجازه رسمی وزارت فرهنگ و آموزش عالی و بر اساس قوانین، تاسیس می‌شوند و بنابراین تابع مصوبات شورای عالی برنامه ریزی می‌باشند.

**ج :** مؤسسات آموزش عالی دیگری که مطابق قوانین خاص تشکیل می‌شوند و باید تابع ضوابط دانشگاهی جمهوری اسلامی ایران باشند.

**ماده ۲)** این برنامه از تاریخ **۱۳۷۷/۱۲/۲** برای دانشجویانی که از این تاریخ به بعد وارد دانشگاه می‌شوند لازم‌الاجرا است.

**ماده ۳)** مشخصات کلی ، برنامه درسی و سرفصل دروس **دوره دکتری مهندسی پزشکی** در سه فصل مشخصات کلی، برنامه و سرفصل دروس جهت اجرا به معاونت آموزشی وزارت فرهنگ و آموزش عالی ابلاغ می‌شود.

رأی صادره سیصد و هفتاد و یکمین جلسه شورای عالی برنامه ریزی مورخ ۱۳۷۷/۱۲/۲
در خصوص برنامه آموزشی **دوره دکتری مهندسی پزشکی**

۱) برنامه آموزشی **دوره دکتری مهندسی پزشکی** که از طرف گروه فنی و مهندسی پیشنهاد شده بود، با اکثریت آراء به تصویب رسید.

۲) این برنامه از تاریخ تصویب قابل اجرا است

رأی صادره سیصد و هفتاد و یکمین جلسه شورای عالی برنامه ریزی مورخ ۱۳۷۷/۱۲/۲ در مورد برنامه آموزشی دوره دکتری مهندسی پزشکی صحیح است، به مورد اجرا گذاشته شود.

دکتر مصطفی معین
وزیر فرهنگ و آموزش عالی

دکتر علیرضا رهایی
رییس گروه فنی و مهندسی

رونوشت : به معاونت محترم آموزشی وزارت فرهنگ و آموزش عالی
خواهشمند است به واحدهای مجری ابلاغ فرمایید.

دکتر سیدمحمدکاظم نائینی
دبیر شورای عالی برنامه ریزی

# مشخصات کلی برنامه آموزشی دوره دکتری مهندسی پزشکی

## ۱ ـ تعریف و هدف :

دوره دکتری مهندسی پزشکی بالاترین مقطع تحصیلی دانشگاهی است که به اعطای مدرک می‌انجامد. این دوره مجموعه‌هایی هماهنگ از فعالیت‌های آموزشی ـ پژوهشی را در زمینه‌های بیوالکتریک، بیومکانیک و بیو مواد دربر می‌گیرد. آموزش وسیله برطرف ساختن کمبودهای اطلاعات لازم داوطلب جهت حصول به اهداف تحقیق در مرزهای دانش است. آموزش راه را برای حصول به اهداف تحقیق هموار میسازد.

تحقیق در مرزهای دانش بصورت نظری ـ تجربی مربوط به این دوره می‌باشد. برخی از زمینه‌های تحقیق به شرح زیر است :

(۱) **طراحی ابزار دقیق و تجهیزات بیمارستانی و وسایل اندازه‌گیری پزشکی**

(۲) **مدل سازی و کنترل سیستم‌های بیولوژیکی**

(۳) **پردازش سیگنال‌های بیولوژیکی و تصاویر پزشکی**

(۴) **طراحی و ساخت سیستم‌های رهایش مواد بیولوژیکی**

(۵) **ساخت پروتزها و اندامهای مصنوعی**

(۶) **تاثیر متقابل انسان و ماشین**

(۷) **تاثیر متقابل مواد در بدن انسان**

هدف از ایجاد دوره دکتری مهندسی پزشکی عبارت است از :

(۱) **احاطه یافتن بر آثار علمی در یک زمینه خاص از مهندسی پزشکی**

(۲) **یادگیری روش تحقیق مستقل و تحلیل و حل سیستماتیک مشکلات**

(۳) **کمک به پیشرفت مرزهای دانش**

(۴) پرورش نوآوری و خلاقیت در زمینه‌های علمی و تحقیقی

## ۲ ـ شرایط ورود و گزینش دانشجو :

شرایط ورود به دوره دکتری مهندسی پزشکی مطابق آیین‌نامه مصوب شورای عالی برنامه‌ریزی بوده و موارد زیر در نظر گرفته می‌شود :

الف ـ داشتن مدرک کارشناسی‌ارشد در رشته مهندسی پزشکی، مهندسی برق، مهندسی کامپیوتر، مهندسی مکانیک، مهندسی مواد، مهندسی پلیمر، مهندسی شیمی، مهندسی نساجی و فیزیک پزشکی

تبصره ۱ : داوطلبان پذیرفته شده با مدرک غیر از کارشناسی‌ارشد مهندسی پزشکی لازم است دروس جبرانی که توسط شورای تحصیلات تکمیلی دانشکده تعیین میشود را بگذارنند که حداکثر ۱۶ واحد می‌باشد. این دروس با توجه به کمبودهای درسی

دانشجو از میان دروس کارشناسی یا کارشناسی ارشد انتخاب می‌گردد.

ب ـ قبولی در امتحانات کتبی و شفاهی اختصاصی جهت ورود به دوره دکتری.

ج ـ تسلط کافی به زبان انگلیسی که توسط آزمون ورودی زبان مشخص خواهد شد.

تبصره ۲ : برگزاری امتحانات کتبی و شفاهی اختصاصی جهت ورود به دوره دکتری به عهده کمیته تحصیلات تکمیلی دانشکده پذیرنده دانشجو می‌باشد.

تبصره ۳ : مواد آزمون کتبی از ۵ موضوع درسی به صورت ذیل انتخاب میگردد.

۱ ـ از ۴ درس اصلی در هر یک از سه زمینه بیوالکتریک، بیومکانیک و بیومواد در مقطع کارشناسی ارشد

۲ ـ زبان تخصصی

تبصره ۴ : تعیین ضرایب دروس آزمون کتبی به عهده کمیته تحصیلات تکمیلی دانشکده پذیرنده دانشجو میباشد.

تبصره ۵ : پذیرش، تشخیص و تأیید صلاحیت علمی داوطلب، جهت ورود به دوره دکتری، به عهده کمیته تحصیلات تکمیلی دانشکده یا شورای گروه مجری میباشد.

## ۳ ـ طول دوره و شکل نظام :

دوره دکتری بر اساس آیین‌نامه مربوط، مصوب شورای عالی برنامه‌ریزی و شامل در مرحله آموزشی و پژوهشی خواهد بود.

## ۴ ـ مرحله آموزشی :

در مرحله آموزشی دوره دکتری مهندسی پزشکی، گذراندن حداقل ۲۴ واحد در یک زمینه اصلی و یک زمینه فرعی بشرح زیر اجباری است. این دروس باید متفاوت از دروسی باشد که دانشجو در دوره‌های قبل گذرانده است :

الف ـ حداقل ۱۲ واحد درسی می‌باید در ارتباط با زمینه اصلی باشد.

ب ـ حداقل ۶ واحد درسی می‌باید در ارتباط با زمینه فرعی باشد.

تبصره ۱ : تصویب زمینه‌های اصلی و فرعی و تعلق دروس به یک زمینه خاص به عهده کمیته تحصیلات تکمیلی دانشکده و یا شورای گروه مجری میباشد.

تبصره ۲ : زمینه فرعی می‌تواند خارج از رشته تحصیلی دانشجو انتخاب شود.

تبصره ۳ : دانشجو موظف است در اولین نیمسال تحصیلی، استاد راهنما را انتخاب نماید. در تعیین راهنما، کلیات مربوط به موضوع تحقیقات دانشجو و برنامه آموزشی مربوطه باید تهیه و به تصویب شورای تحصیلات تکمیلی دانشکده و یا شورای گروه مجری برسد.

## ۵ـ امتحان جامع :

دانشجویانی که کلیه دروس مرحله آموزشی خود را با موفقیت گذرانده باشند لازم است در آزمون جامع که به صورت کتبی و شفاهی برگزار می‌گردد شرکت نمایند. این آزمون از محتویات دروس تحصیلات تکمیلی دانشجو (حداقل ۴ درس اصلی و ۲ درس فرعی) برگزار شده و دانشجو حداکثر دوبار می‌تواند در آن شرکت نماید. جزئیات و شرایط برگزاری آزمون مطابق دستورالعمل مصوب شورای عالی برنامه‌ریزی می‌باشد.

## ۶ـ مرحله پژوهشی و تدوین رساله :

دانشجویانی که در امتحان جامع قبول شده باشند، در مرحله تدوین رساله ثبت‌نام می‌نمایند. تعداد واحد پروژه تحقیقاتی حداقل ۲۴ واحد است که در هر ترم حداقل ۶ واحد و حداکثر ۹ واحد ثبت نام می‌نمایند. گذراندن ۲۴ واحد پروژه لزوماً به معنی قبول شدن رساله نیست و ارزیابی رساله مطابق با آیین‌نامه دوره دکتری مصوب شورای عالی برنامه‌ریزی انجام می‌گیرد.

تبصره ۱ : دانشجو موظف است حداکثر سه ماه بعد از قبولی در آزمون جامع، پیشنهاد نهایی رساله خود را با راهنمایی و همکاری اساتید راهنما و مشاور تهیه نماید و پس از تأیید اساتید راهنما، توسط ایشان در کمیته تحصیلات تکمیلی دانشگاه یا دانشکده (برای دانشگاههای جامع) ارائه شود. در صورت عدم تصویب موضوع رساله، کمیته تحصیلات تکمیلی می‌تواند حداکثر سه ماه برای تصحیح، تکمیل و یا تغییر موضوع، مهلت اضافی قائل شود.

تبصره ۲ : تغییر استاد راهنما و یا موضوع رساله تنها یک بار و با تصویب کمیته تحصیلات تکمیلی دانشگاه و یا دانشکده امکان‌پذیر می‌باشد. بدیهی است سنوات تحصیلی دانشجو نباید از حداکثر مدت مجاز تجاوز نماید.

تبصره ۳ : در صورتی که کار پژوهشی دانشجو تا یکسال پس از گذراندن امتحان جامع مورد تأیید اساتید راهنما نباشد، بر اساس نظر شورای تحصیلات تکمیلی دانشگاه و یا دانشکده مطرح و در صورت تصویب شورای فوق، دانشجو از ادامه تحصیل در آن رشته محروم می‌شود.

تذکر : در دانشگاه‌های جامع، لفظ دانشگاه به دانشکده و دانشکده به گروه آموزشی اطلاق می‌گردد.

## جدول دروس زمینه بیوالکتریک

| ردیف | نام درس | تعداد واحد |
|---|---|---|
| ۱ | پردازش سیگنالهای دیجیتال پیشرفته Advanced DSP | ۳ |
| ۲ | پردازش سیگنالهای بیولوژیکی* | ۳ |
| ۳ | پردازش تصویر | ۳ |
| ۴ | پردازش گفتار | ۳ |
| ۵ | ریاضیات مهندسی پیشرفته | ۳ |
| ۶ | فرآیندهای اتفاقی | ۳ |
| ۷ | تئوری اطلاعات | ۳ |
| ۸ | ابزار دقیق بیومدیکال* (بیواینسترومنت) | ۳ |
| ۹ | مدل‌سازی سیستم‌های بیولوژیکی* (بیوالکتریک) | ۳ |
| ۱۰ | شبکه‌های عصبی | ۳ |
| ۱۱ | سیستم‌های فازی | ۳ |
| ۱۲ | کاربردهای لیزر در پزشکی* | ۳ |
| ۱۳ | اولتراسوند و کاربردهای آن در مهندسی پزشکی* | ۳ |
| ۱۴ | هوش مصنوعی | ۳ |
| ۱۵ | سیستم‌های فیبر | ۳ |
| ۱۶ | کنترل سیستم‌های بیولوژیکی* | ۳ |
| ۱۷ | کنترل سیستم‌های عصبی و فازی | ۳ |
| ۱۸ | کنترل بهینه | ۳ |
| ۱۹ | کنترل تطبیقی | ۳ |
| ۲۰ | کنترل فرآیندهای اتفاقی | ۳ |
| ۲۱ | کنترل سیستم‌های چند متغیره | ۳ |
| ۲۲ | کنترل هوشمند | ۳ |
| ۲۳ | کنترل حرکات | ۳ |
| ۲۴ | تخمین و شناسایی سیستم‌ها | ۳ |
| ۲۵ | شناسایی الگو | ۳ |
| ۲۶ | فیلترهای وفقی | ۳ |
| ۲۷ | سیستم‌های تصویر نگارپزشکی | ۳ |
| ۲۸ | سیبرنتیک کاربردی | ۳ |
| ۲۹ | الکتروفیزیولوژی* | ۳ |
| ۳۰ | کاربرد میکروپروسسورها در مهندسی پزشکی* | ۳ |
| ۳۱ | مباحث پیشرفته در ابزار دقیق مهندسی پزشکی* | ۳ |

## جدول دروس زمینه بیوالکتریک

| ردیف | نام درس | تعداد واحد |
|---|---|---|
| ۳۲ | مباحث پیشرفته در مدل‌سازی سیستم‌های بیولوژیکی* | ۳ |
| ۳۳ | مباحث پیشرفته در پردازش سیگنالهای بیولوژیکی* | ۳ |
| ۳۴ | مباحث پیشرفته در پردازش تصویرهای پزشکی* | ۳ |
| ۳۵ | مباحث پیشرفته در کنترل رباتها* | ۳ |
| ۳۶ | مباحث ویژه در مهندسی پزشکی - بیوالکتریک ۱* | ۳ |
| ۳۷ | مباحث ویژه در مهندسی پزشکی - بیوالکتریک ۲* | ۳ |
| ۳۸ | تئوری اطلاعات و کدینگ ۱ | ۳ |

الف) گذراندن حداقل ۴ درس از دروسی که با علامت * مشخص شده‌اند اجباری است.

ب) دانشجو باید دو الی چهار درس در زمینه فرعی خارج از فهرست فوق انتخاب نماید.

## جدول دروس زمینه بیومکانیک

| ردیف | نام درس | تعداد واحد |
|---|---|---|
| ۱ | ریاضیات مهندسی پیشرفته* | ۳ |
| ۲ | روشهای محاسبات عددی پیشرفته* | ۳ |
| ۳ | بیومکانیک و فیزیولوژی ورزش | ۳ |
| ۴ | تئوری الاستیسیته* | ۳ |
| ۵ | تئوری پلاستیسیته* | ۳ |
| ۶ | ویسکو الاستیسیته و رئولوژی مواد حیاتی* | ۳ |
| ۷ | خزش، خستگی و شکست* | ۳ |
| ۸ | طراحی سیستم‌های ارتوپدی و پروتزها | ۳ |
| ۹ | روش اجزاء محدود II* | ۳ |
| ۱۰ | پدیده‌های اتفاقی در سیستم‌های حیاتی* | ۳ |
| ۱۱ | مکانیک سیالات پیشرفته و سیستم سیرکولاسیون حیاتی* | ۳ |
| ۱۲ | پدیده‌های انتقال حرارت و جرم در سیستم‌های حیاتی* | ۳ |
| ۱۳ | دینامیک سیالات محاسباتی (CFD) و کاربرد آن در جریان سیالات حیاتی* | ۳ |
| ۱۴ | مباحث پیشرفته در [illegible] | [illegible] |
| ۱۵ | مباحث پیشرفته در مدلسازی سیستم‌های حیاتی* | ۳ |
| ۱۶ | مباحث منتخب در بیومکانیک کاربردی | ۳ |
| ۱۷ | مباحث منتخب در طراحی و بهینه‌سازی در بیومکانیک | ۳ |
| ۱۸ | دینامیک پیشرفته* | ۳ |
| ۱۹ | اجزاء و اندامهای مصنوعی | ۳ |
| ۲۰ | بیومکانیک فک و دندان | ۳ |
| ۲۱ | رباتیک پیشرفته* | ۳ |
| ۲۲ | بیومکانیک راه رفتن | ۳ |

الف) گذراندن حداقل ۴ درس از دروسی که با علامت * مشخص شده‌اند اجباری است.

ب) دانشجو باید دو الی چهار درس در زمینه فرعی خارج از فهرست فوق انتخاب نماید.

## جدول دروس زمینه بیومواد :

| ردیف | نام دروس | واحد |
|---|---|---|
| ۱ | روشهای شناسایی و انتخاب مواد پزشکی | (۲+۱) (یک واحد آز) |
| ۲ | پلیمرها و کاربرد آنها در مهندسی پزشکی* | ۳ |
| ۳ | ژل و کاربرد آنها در مهندسی پزشکی* | ۳ |
| ۴ | تخریب‌پذیری بیومواد در محیطهای بیولوژیکی | ۳ |
| ۵ | مواد قابل کاشت در بدن | ۳ |
| ۶ | سیستمهای نوین رهایش مواد بیولوژیکی در بدن* | ۳ |
| ۷ | چسبندگی در محیطهای بیولوژیکی* | ۳ |
| ۸ | آزمونهای بیولوژیکی بیو مواد و سترون کردن مواد* | ۲ |
| ۹ | عروق مصنوعی | ۲ |
| ۱۰ | پوست مصنوعی | ۲ |
| ۱۱ | زیست سازگاری پیشرفته* | ۳ |
| ۱۲ | بیورئولوژی و همورئولوژی | ۳ |
| ۱۳ | طراحی و خواص سطحی مواد در پزشکی | ۳ |
| ۱۴ | مهندسی بافت | ۳ |
| ۱۵ | فلزات و کاربرد آنها در مهندسی پزشکی* | ۳ |
| ۱۶ | توسعه پایدار در مواد پزشکی | ۳ |
| ۱۷ | بیوشیمی پیشرفته | ۳ |
| ۱۸ | پدیده‌های نقل در سیستمهای بیولوژیکی* | ۳ |
| ۱۹ | بیوفیزیک پیشرفته | |
| ۲۰ | کامپوزیتها و کاربرد آنها در مهندسی پزشکی* | ۳ |
| ۲۱ | بیومکانیک استخوان و صدمات استخوانی | ۳ |
| ۲۲ | بیومکانیک عمومی | |
| ۲۳ | بیواینسترومنت | ۳ |
| ۲۴ | سرامیکها و کاربرد آنها در مهندسی پزشکی* | ۳ |
| ۲۵ | لیزر و کاربردهای آن در مهندسی پزشکی* | ۳ |
| ۲۶ | مکانیک سیالات در سیستمهای بیولوژیکی | ۳ |
| ۲۷ | روشهای نوین برای آنالیز سطوح مواد زیست سازگار* | (۲+۱) (۱ واحد آز) |
| ۲۸ | مباحث ویژه در مهندسی پزشکی - بیومواد ۱ | ۳ |
| ۲۹ | مباحث ویژه در مهندسی پزشکی - بیومواد ۲ | ۳ |
| ۳۰ | مباحث پیشرفته در مواد سرامیکی | ۳ |
| ۳۱ | مباحث پیشرفته در مواد پلیمری | ۳ |
| ۳۲ | مباحث پیشرفته در مواد فلزی | ۳ |

الف) گذراندن حداقل ۴ درس از دروسی که با علامت * مشخص شده‌اند اجباری است.

ب) دانشجو باید دو الی چهار درس در زمینه فرعی خارج از فهرست فوق انتخاب نماید.

# گرایش بیوالکتریک

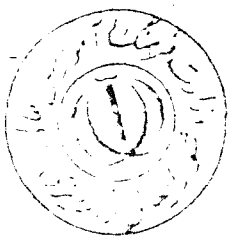
# پردازش سیگنال دیجیتال پیشرفته Advanced DSP

تعداد واحد : ۳
نوع واحد : نظری
پیشنیاز : D.S.P

سرفصل درس:

۱ - مدل‌سازی سیگنال بصورت پارامتریک
- روشهای اتوکوریلیشن و کوواریانس
- شیوه‌های گوناگون حل سریع و خواص هر یک

۲ - تخمین طیف سیگنالهای تصادفی
- روش غیر پارامتریک (کلاسیک)
- روشهای پارامتریک مبتنی بر مدلهای ARMA ، MA ، AR



۳ - پردازش سیگنالهای دیجیتال با تغییر فرکانس نمونه‌برداری
- Interpolation and Decimation
- روشهای [illegible]
- [illegible]
- پردازش سیگنال بر مبنای مباحث فوق شامل ایجاد تأخیر کسری، integer - band translation ، کاربرد در ارتباط سیستمهای TDM با FDM ، Subband coding

۴ - اصول پردازش سیگنال بصورت تطبیقی
- الگاریتمهای متهم و خواص هر یک
- فیلترهای Lattice تطبیقی

۵ - تبدیل فوریه قطعه‌ای Short - time Fourier Transform
- ارائه روابط آنالیز و سنتز و تعبیرات گوناگون آنها
- روشهای پیاده‌سازی بهینه

۶ - اصول مدلهای مخفی مارکوف Hidden Markov Models
- ارائه ریاضیات پایه و فرمولهای اساسی

- بررسی انواع مدلهای HMM و کاربرد آنها

۷ - تبدیل موجک (Wavelet)

- تعریف اساسی
- بررسی نوع پیوسته و گسسته
- کاربردها و مقایسه با STFT
- رابطه آن با پردازش سیگنال بروش تغییر فرکانس نمونه‌برداری

۸ - اختیاری

- بررسی مقالات در موضوعات جدید پردازش سیگنال
- مباحث پیشرفته در FFT و طراحی فیلتر

مراجع :


1 - Advanced Topics in signal processing lim and oppenheim ED'S, Prentice Hall, 1988

2 - Multirate Systems and filter Banks P.P Vaidyanathan, Prentice Hal, 1993

3 - Modern spectral Estimation Kay, Prentice Hall, 1990

4 - [illegible]

1990.

5 - Fundamentals of speech Recognition Robiner and Juang, Prentice Hall, 1993.

# پردازش سیگنالهای بیولوژیکی

تعداد واحد : ۳

نوع واحد : نظری

پیشنیاز : پردازش سیگنالهای دیجیتالی

سرفصل درس:

۱ ـ مقدمه

۲ ـ منشاء سیگنالهای بیولوژیکی و معرفی برخی از سیگنالهای بیولوژیکی

۳ ـ مقدمه‌ای بر فرآیندهای تصادفی

۴ ـ پردازش سیگنالهای دیجیتال

نمونه‌برداری (یکنواخت ـ غیر یکنواخت) ـ کوانتیزه کردن ـ فشرده‌سازی (روش‌های مستقیم)

۵ ـ تئوری تخمین

تخمین LS، ML، MAP، فاصله اطمینان، سازگاری

۶ ـ متوسط گیری

محاسبه M، 6، (ح)r، متوسط گیری سنکرون

۷ ـ آنالیز فرکانس

[illegible]

۸ ـ سری‌های زمانی

AR، MA، ARMA، ARIMA

۹ ـ تخمین طیف

۱۰ ـ فیلترهای وفقی

۱۱ ـ بازشناخت الگو

آماری، ساختاری، هوشمند

مراجع :


1 - Biomedical signal processiong, M. Akay Academic press, 1994.

2 - " " ", A Cohen crepress, 1986. CRC press 1986.

3 - Biomedical Digital signal processing, W. Tampkins, 1993.

4 - principles of Neurobiological signal Analysis, M. Glaser, 1976.

5 - IEEE. Trans. on Biomedical Eng.

# پردازش تصویر

**تعداد واحد : ۳**

**نوع واحد : نظری**

**پیشنیاز : نظر استاد**

**سرفصل درس:**

۱ ـ مقدمات : معرفی اطلاعات دو بعدی تصویر، روشهای اخذ اطلاعات تصویری ـ معرفی برد تصویرگیر

۲ ـ تبدیلهای دوبعدی (تصویری) ـ تفکیک پذیر و غیر تفکیک پذیر (به تک بعدی)

ـ تبدیلهای دوبعدی فوریه ـ والش ـ هادامارد ـ کسینوسی

ـ تبدیل PCT ـ تبدیل هاف (Hovgh)

۳ ـ روشهای بهبود تصویر (Image Enhancement)

ـ مطالعهٔ روشهای مکانی و فرکانسی، روشهای متکی بر تصحیح نمودار فراوانی

ـ رنگ آمیزی کاذب اطلاعات تصویر

۴ ـ روشهای بازیابی تصویر (Image Restoration)

ـ مدل کردن تخریب تصویر

ـ روشهای معکوس بازیابی تصویر

ـ استفاده از فیلترها در بازاریابی تصویر

۵ ـ فشرده‌سازی اطلاعات تصویری

ـ مطالعهٔ روشهای مختلف فشرده‌سازی بی‌خطای اطلاعات و فشرده‌سازی توأم با خطا (براساس یک معیار)

۶ ـ تفکیک تصویر (Image Segmentation)

ـ بررسی روشهای مختلف تفکیک از جمله روشهای آستانه‌ای (Thresholding)، روشهای ناحیه‌ای (Regional)، و استفاده از حرکت در تفکیک

۷ ـ ویژگیهای (Features) قابل استفاده در شناسایی تصویر

ـ معرفی انواع خصوصیات متکی بر مرز، ناحیه، شکل، و بافتگونه‌ها (Textures)

۸ ـ شناسایی تصویر و تعبیر محتویات آن (Recognition and Interpretation)

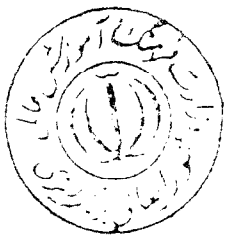
ـ انواع روشهای شناسایی خودکار تصویر شامل روشهای آماری و روشهای ساختاری

مراجع :

1 - R C.Gontalet, and R.E. Woods, "Digital Image processing".

2 - K.R. Castleman, "Digital Image processing", Prentice - Hall.

3 - A.K.Jain, "Fundamentals of Digital Image Processing", Prentice - Hall. Addison - Wesley P. - C.



# ریاضیات مهندسی پیشرفته

تعداد واحد : ۳

نوع واحد : نظری

پیشنیاز : ریاضی مهندسی دوره کارشناسی

هدف : این درس برای اطلاعات پایه ریاضی دانشجویان کارشناسی‌ارشد پیش بینی شده است.

سرفصل دروس : (۵۱ ساعت)

سرفصلهای این درس با توجه به گرایش خاصی که دانشجویان هر دانشکده خواهند گرفت توسط کمیته کارشناسی‌ارشد آن دانشکده تعیین میگردد.

برای مثال سرفصلهای زیر پیشنهاد میشود که قسمتهایی از آن میتواند مورد استفاده قرار گیرد.

جبر ماتریسی - حل عددی معادلات دیفرانسیل با مشتقات نسبی - حل عددی معادلات انتگرال - مسائل مقدار مرزی از نقطه نظر عددی - انتگرال و تبدیل فوریه پیشرفته و تبدیل لاپلاس پیشرفته - تبدیلات z - PPT ، DPT - حساب تغییرات - معادلات انتگرال - تبدیلات انتگرال - احتمالات - متغیرهای تصادفی - فرآیندهای تصادفی - تئوری پیشرفته توابع مختلط - حل معادلات دیفرانسیل جزئی

# فرآیندهای اتفاقی

تعداد واحد : ۳
نوع واحد : نظری
پیشنیاز : تئوری احتمالات ـ تئوری مخابرات ۱

سرفصل دروس : ۵۱ ساعت

تئوری احتمالات و کاربرد آن (بطور فشرده و با تکیه بر مطالب مورد نیاز این درس)ـ اصول فرآیندها یا تفاقی

ـ تئوری سیگنال و نویز ـ تجزیه و تحلیل فرآیندهای اتفاقی در حوزه زمان ـ توابع همبستگی ـ فرآیندهای گوسی و حرکت براونی ـ فرآیندهای گسسته ـ فرآیند پواسون ـ فرآیندهای مارتینگل و مارکف ـ ایستایی وارگادیستی فرآیندهای اتفاقی ـ نمایش متعامد فرآیندهای اتفاقی ـ فیلتر نمودن فرآیندهای اتفاقی ـ تجزیه و تحلیل فرآیندهای اتفاقی در حوزه فرکانس ـ چالی طیفی و خواص آن ـ اصول فرضیه‌های مربوط به نویز گوسی ـ نویز سفید ـ کاربرد فرآیندهای اتفاقی در مخابرات

مراجع :


1 - A. Papoulis, "Probability Random Variables and Stochastic Processes", 3rd ed, McGraw - Hill, 1991

2 - H.Stark and J.W.Woods, "Probability, Random Processes and Estimation Theory for Engineers," Prentice Hall, 1986

3 - W.A. Gardner, "Introduction to Random Processes" McGraw - Hill, 1990


* Orthogonal Representation

# تخمین و شناسایی سیستمها

تعداد واحد : ۳
نوع واحد : نظری
پیشنیاز : سیستمهای استوکاستیک

سرفصل درس: (۵۱ ساعت)

تئوری وینر، کلموگرف ـ نمایش سیستمهای دینامیکی استوکاستیک بصورت متغیرهای مارکوف ـ تئوری کالمن، بوسی در زمان منفصل ـ مختصری از آنالیز و فرآیندهای APMA ـ معادلات دیفرانسیل استوکاستیک ـ فیلترکردن در حضور نویز "رنگین" ـ فیلترهای خطی.

تئوری تخمین ـ آشنایی با آمار ریاضی ـ روشهای آماری برای تخمین ـ تخمین MLE ـ روش تصمیم یافته کمترین مربعات ـ مسئله همگرایی ـ کاربرد.

کنترل استوکاستیک و مسئله شناسایی ـ کنترل مرتبه دوم و معادله ریکایی (حالت پیوسته و حالت منفصل) ـ کاربرد تئوری Martingale.

تخمین تابع گرمازیانس و طیف ـ کاربرد در پیش‌بینی و صاف کردن ـ متدهای غیر احتمالی ـ Bias (Deterministic) و واریانس. تخمین عبارات مجانبی برای ماتریس کوواریانس و .....

مباحث دیگر از قبیل کنترل Adaptive ـ فرآیندهای جهش (Jump Processes) و کاربرد آن ـ تصمیم‌گیری در محیط غیر دقیق (Fuzzy) ـ برنامه‌ریزی و شناسایی در مورد سیستمهای بزرگ.

# کنترل سیستمهای چند متغیره

تعداد واحد : ۳

نوع واحد : نظری

پیشنیاز : اصول کنترل مدرن (یا کنترل پیشرفته یا نظریه سیستمهای خطی)

سرفصل درس: (۵۱ ساعت)

## تئوری سیستمهای چند متغیره

۱ - نمایش سیستمهای چند متغیره

۲ - کنترل پذیری، رویت پذیری و صورتهای کانونیکال

۳ - تحقیق سیستمهای چند متغیره

۴ - صفرها و قطبهای سیستمهای چند متغیره

۵ - معکوس سیستمهای چند متغیره

۶ - پایداری سیستمهای چند متغیره

## طراحی سیستمهای چند متغیره

۱ - جایابی قطب و طراحی رویتگر در سیستمهای چند متغیره

۲ - کنترل دکوپله‌سازی در سیستمها چند متغیره

۳ - طراحی سیستمهای دنبال رونده چند متغیره

۴ - روشهای کنترل پاسخ فرکانسی سیستمهای چند متغیره

مراجع :


1) R.V. Patd and N. Munro, "Multivariable System Theory and Design, " Pergamon Press, 1982.

2) J.M. Maoiejowski, "Multivariable Feedback Design, "Addison - Wesley, 1989.

3) H.H. Rosenbrok, State - Space and Multivariable Theory, "Wiley, 1970.

4) P.K. Sinha, "Multivariable Control. An Introduction, "Marcel Dekker, 1984.

# کنترل فرآیندهای اتفاقی

تعداد واحد : ۳

نوع واحد : نظری

پیشنیاز : آمار و احتمالات مهندسی، اصول کنترل مدرن

سرفصل درس : (۵۱ ساعت)

یادآوری تئوریهای احتمالات، متغیرهای تصادفی یک بعدی و چند بعدی، قانون اعداد بزرگ ـ توابع تصادفی و مشخصه‌های آنها.

CORRELATION, CROSS - CIFAAEIATION, POWER SPECTRUM پروسهای STATIONARY و NON STATIONARY ـ فرآیندهای تصادفی برداری ـ پاسخ سیستمهای خطی به داده‌های تصادفی ـ فرآیندهای مارکوف و خواص آنها ـ نمونه‌برداری، تئوری قانون ـ اغتشاش سفید ـ اثر اغتشاش سفید به سیستمهای خطی ـ فیلتر کالمن ـ سیستم کنترل پسخوراند تصادفی ـ مسائل کنترل ـ مشاهدات OBSERVERS ـ مسائل ردیابی در سیستمها (با ورودی رندم) ـ Stochastic Linear ـ Quandratic ـ کاربرد کامپیوترهای دیجیتال در محاسبات فرآیندهای تصادفی.

مراجع :


1 - J. Stern, J. De Barbeyrac, R. Poggi Metode Praticques Detude Des Pontions aleatoir Dunod. France. E.Parzen.

2 - Stochastic Processus Holden Day Co. Kwakernaak. Huibert.

3 - Linear Optimal control Systems John wiley & sons, Inc Maxwell Noton.

4 - Modern Control Engineering Pergamon Press Inc.

5 - PROBABILITY, RANDOM VARIABLE, AND STOCHASTIC PROCESSES, PAPOULIS, MC GRAW - HILL.

3 - "Adaptive and learing systems" theory and applications KUMPATI S.NARENDRA 1986

4 - "Adaptive control "KARL ASTROM 1989

5 - "Adaptive adaptve system" K.S.NARENDRAK & ANNASWAMY 1988

6 - "Adaptive control stability convergence and robustness" SHANKAR SASTRY & MARC BODSON 1989

7 - "adaptive filtering prediction and control" prentice - Hall G.C.GOODWIN & K.S.S.SIN 1989

8 - "Estimation and adaptive control" prentice - Hall P.P. VARAIYA, KUMAR

9 - "Adaptive control and Optimization techniques" McGraw - Hill V.W.EVELEIGH 1967

۱۰ - در حدود ۱۰۰ مقاله جدید از مجلات IEEE در زمینه های مختلف کنترل تطبیقی

۴ - طراحی سیستمهای تطبیقی دیجیتالی مدل مراجعه

۴ - ۱ - سیستمهای تطبیقی دیجیتالی بر مبنای معادلات دیفرانسیل

۴ - ۲ - سیستمهای تطبیقی دیجیتالی بر مبنای معادلات حالت

۴ - ۳ - طراحی سیستمهای تطبیقی دیجیتالی مدل مراجعه تنها با اندازه‌گیری ورودی و خروجی

۵ - روشها و ملاحظات خاص در سیستمهای کنترل تطبیقی

۵ - ۱ - الگوریتمهای تطبیقی برای Closed - loope pole Assignment

۵ - ۲ - ملاحظات کنترل Robustness

۵ - ۳ - روبت‌پذیری تطبیقی

۵ - ۴ - مجموعه‌ای از کاربردهای عملی

۶ - مباحث پیشرفته کنترل تطبیقی

۶ - ۱ - کنترل خود تنظیم Self - tuning Control

۶ - ۲ - خود بهینه‌سازی Self Optimization

۶ - ۳ - سیستمهای کنترل با اسکلت‌بندی متغیر

Contol and Varille structre System

مراجع :

کتابهای مراجعه :


NARENDRA 1989

0 - 0 - Adoptive and leaming System 1989

0 - Adaptive control, Astrom - Wittenmark

1 - Adaptive control. The Model refrence Approach YOAND 1979

2 - Self - Tuninng and Apaptive control Theory and Applications

C.J. HARRIS 1981

3 - Adaptive optimal control, BITMEAD - GEVERS 1990

4 - Stable adaptive system, NARENDRA 1988


مراجعه درس کنترل تطبیقی :


1 - "Adaptive control the model reference approach" YOAND LANDAU 1979

2 - "Self tunning and adaptive control theory and applications" C.J.HARRIS 1981

# کنترل تطبیقی

تعداد واحد : ۳
نوع واحد : نظری
پیشنیاز : کنترل مدرن + کنترل دیجیتالی و غیر خطی

سرفصل درس:

۱ ـ مقدمه‌ای بر روشهای تطبیقی
۱ - ۱ - سیستمهای کنترل تطبیقی (برخی از مثالها و تعاریف)
۱ - ۲ - فیلترکردن، پیش‌بینی کردن و کنترل
۱ - ۳ - تطبیق حلقه باز و بسته
۱ - ۴ - سیستمهای تطبیقی مدل مراجعه
۱ - ۵ - سیستمهای تطبیقی بر مبنای روش شناسایی

۲ - مسائل طراحی سیستمهای کنترل تطبیقی
۲ - ۱ - تشریح ریاضی سیستمهای تطبیقی مدل مراجعه
۲ - ۲ - تشریح سیستمهای تطبیقی مدل مراجعه بعنوان سیستمهای غیر خطی متغیر با زمان
۲ - ۳ - تخمین همزمان پارامترهای سیستم معین
۲ - ۴ - روشهای معادله خطا برای سیستمهای معین
۲ - ۵ - تقارب پارامترها
۲ - ۶ - شناسایی پارامترها با کاربرد مدل مراجعه

۳ ـ کنترل تطبیقی سیستمهای معین
۳ - ۱ - روشهای اصولی حل سیستم کنترل تطبیقی
۳ - ۲ - روشهای حل سیستم کنترل تطبیقی بر مبنای تئوری بهینه‌سازی پارامترهای عملی
۳ - ۳ - روشهای حل بر مبنای کاربرد توابع لیاپونوف
۳ - ۴ - بکارگیری روش پایداری پایوف (اصل نامساوی پایوف) در حل سیستم کنترل تطبیقی
۳ - ۵ - اصول Positivity , Hyperstability در طراحی سیستمهای کنترل تطبیقی
۳ - ۶ - کنترل مدل مراجعه نوع مستقیم و غیر مستقیم

# کنترل بهینه

**تعداد واحد : ۳**

**نوع واحد : نظری**

**پیشنیاز : اصول مدرن (یا کنترل پیشرفته) یا نظریه سیستمهای خطی**

**سرفصل درس : (۵۱ ساعت)**

فرموله کردن مسئله کنترل بهینه و تخمین پس داده‌ها Performances

برنامه‌ریزی دینامیک ـ روشهای برگشتی Recurrence

تئوری هامیلتون، جاکوبی، بلمن، Bellman ـ Hamilton - Jacobi محاسبات واریاسیون Variations کاربرد محاسبات واریاسیون در سیستمهای کنترل بهینه ـ رگولاتورها و سروموتورهای خطی، کنترل Bang bang و زمان کمینه Minimum Time ـ مسائل ردیابی در سیستمها (با ورودی معین) TRACKING PROBLEM ـ روشهای عددی برای یافتن کنترل بهینه و مسیرهای بهینه ـ مسئله نقاط ثابت و متغیر ـ روش گرادیان ـ کاربرد شبیه‌سازی کامپیوتری در کنترل بهینه ـ بررسی سیستمهای کنترل خطی بهینه منفصل.

**ملاحظات :**

در دانشگاه [illegible] بهینه نیست باید مباحث مقدماتی بهینه‌سازی غیر خطی در Pn در آغاز درس ارائه شود.

**مراجع :**


1) D.E.Kirk "Optimal control Theory: An Introduction, "Prentice - Hall. 1970

2) A.P.Sage, C.C,. White, "Optimum System Control, " Prentice - Hall, 1977.

3) H.K. Wakermaak and Souari, "Linear Optimal Control Systems, "John Wiley, 1972.

# سیستمهای خبره

تعداد واحد : ۳
نوع واحد : نظری
پیشنیاز : هوش مصنوعی

سرفصل درس :

روشها و تکنیک‌های تولید سیستمهای هوشمند، ارائه دانش، جستجو، یادگیری و کسب دانش در سیستمهای خبره. ساختار یک سیستم خبره، روشهای ساخت اجزاء سیستم خبره، مکانیزم توصیف، مکانیزم استنتاج، انواع قوانین در مکانیزم استنتاج، روشهای بیز، نظریه اطمینان، روشهای فازی، روشهای اعتبارسنجی اجزاء سیستم خبره مهندسی و ساخت دانش، روشهای ساخت دانش، مقایسه وظایف مهندسی دانش و آنالیز سیستم، انواع سیستمهای کاربردی در سیستمهای خبره. روشهای تولید پایگاه دانش، اعتبارسنجی پایگاه دانش، ارزیابی دانش، تولید دانش، معرفی چند سیستم خبره در کاربردهای متفاوت. پیاده‌سازی یک سیستم خبره با ابزار برنامه‌سازی در سیستمهای هوشمند.

مراجع :


1 - Igni based Expert Systems. McGraw - Hill, 1991

2 - Jur - Liscovitz & Desatne, D.A. (eds), Structuring Expert Systems, Domain, Design, and Development, Prentice - Hall, 1989.

3 - Gonzalez, A.J. & Ankel, D. D., The Engineering of Knowiege - based System Theory and Practice, Prentice - Hall, 1993.

4 - Durkin, J., Expet Systems Design and Development, Macmillan Pub. Co., 1994.

5 - Waterman, D. A., A Guide to Expert Systems, Addison - Wesley, 1986.

- روشهای تشخیصی invitro و invivo

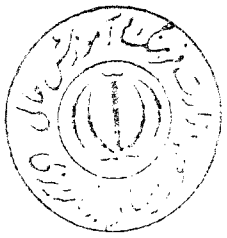
۱۵ - کاربردهای لیزر:

- دندانپزشکی
- قلب
- اورولوژی

۱۶ - کاربرد بیومواد و لیزر در جراحی

۱۷ - عوارض جانبی اشعه لیزر بر روی بافتهای بدن

۱۸ - سیستمهای حفاظت و ایمنی



# لیزر و کاربردهای آن در مهندسی پزشکی

**تعداد واحد : ۳**

**نوع واحد : نظری**

**پیشنیاز : کاربرد لیزر در پزشکی دکترا**

**سرفصل درس:**

۱ - بررسی اقتصادی و مؤثر بودن لیزرها در پزشکی

۲ - لیزرهای جامد و گاز و مایع برای مصارف پزشکی

۳ - برهمکنش اشعه لیزر با بافت II :

- تعیین ویژگیهای اپتیکی و فیزیکی بافتها در طول موجهای مختلف
- مدلسازی پراکندگی نور در بافتهای همگن و ناهمگن
- پخش حرارت و شدت در بافتهای نرم و سخت

۴ - مکانیزمهای برهمکنش II :

- دوز متری در درمان PDT :
- بررسی اثرات امواج گرمایی، آکوستیکی، کاواک اپتیکی، شوک پلاسما در کندگی

۵ - کاربرد سیستمهای غیر مخرب برای مطالعه فرآیندهای برهمکنش

- فیبر آکوستیک، انعراف تموگرمایی، فلورسان، سایه‌نگاری، طیف‌نگاری رامان و تداخل سنجی

۶ - اپتیک غیر خطی در سیستمهای بیولوژیکی

۷ - فیبرهای نوری و سنسورهای پیشرفته فروسرخ و فرابنفش

۸ - مکانیزم آسیب فیبرهای نوری و وسایل اپتیکی

۹ - کاربرد پالسهای بسیار کوتاه لیزر در تحقیقات بیومدیکال

۱۰ - روشهای تصویربرداری در پزشکی :

- تداخل سنجی، هالوگرافی، میکروسکوپ آکوستیکی، میکروسکوپی داپلر
- توپوگرافی، کانفوکال و دوربینهای فروسرخ

۱۱ - لیزر در جراحی پوست :

- رفع ماه گرفتگی و جوشکاری پوست

۱۲ - تحریک سلولها و ترمیم زخمها با لیزرهای کم توان

۱۳ - تئوری شفافیت چشم (قرنیه و عدسی)

۱۴ - لیزرهای فروسرخ و فرابنفش در چشم پزشکی :

- روشهای تصحیح نزدیک‌بینی، دوربینی و آستیگمات

# سیستمهای فازی (کاربرد آن در مهندسی پزشکی)

تعداد واحد : ۳

نوع واحد : نظری

پیشنیاز : ندارد

**سرفصل درس:**

۱ - مقدمه‌ای بر مجموعه‌های فازی

۲ - ریاضیات فازی

الف) تعاریف

ب) عملیات فازی

ج) ارتباط‌های فازی

د) متغیرهای کلامی و متغیرهای فازی

ه) نحوهٔ ارتباط بین متغیرها در منطق فازی (گزاره‌های شرطی)

و) ساخت مدلهای فازی برای قوانین کلامی

۳ - منطق فازی و استدلال تقریبی

**۴ - کاربرد منطق فازی در کنترل سیستمها**

**۵ - کاربرد منطق فازی در طبقه‌بندی**

**۶ - کاربرد منطق فازی در مدلسازی**

۷ - کاربرد منطق فازی در پردازش سیگنال و تشخیص

**۸ - ترکیب سیستمهای فازی، شبکه‌های عصبی و الگوریتم ژنتیک**

۹ - تکنولوژی فیوژن : شبکهٔ عصبی - فازی - ژنتیک، الگوریتم، سیستمهای آشوبگونه و کاربردها

وجود دارد (کتابخانه برق، کتابخانه کامپیوتر، کتابخانه مرکزی، دانشگاههای دیگر).

(اک : کتابخانه مرکزی امیرکبیر  ت‌م : کتابخانه تربیت مدرس

ج : کتابخانه برق و الکترونیک دانشگاه تهران (کارگر شمالی)

# شبکه‌های عصبی

تعداد واحد : ۳
نوع واحد : نظری
پیشنیاز : ــ

سرفصل درس:

مقدمه‌ای بر شبکه‌های عصبی، نورون زیستی و مدل مک کلوپیتس، یادگیری در شبکه‌های عصبی، حافظهٔ انجمنی، شبکه پرسپترون، الگوریتم حداقل میانگین مربعات (LMS)، شبکه پرسپترون چند لایه، تبیین ریاضی عملکرد شبکه‌های عصبی در فضاهای با ابعاد زیاد، الگوریتم پس انتشار خطا و مبانی ریاضی آن، شبکه‌های چند لایه با تأخیر زمانی (TDBP, TDNN)، شبکه‌های RBF، شبکه‌های Recurrent، شبکه هاپفیلد، ماشین بولتزمان، سیستمهای خود سازمانده، آنالیز مؤلفه‌های اصلی (PCA)، یادگیری رقابتی، نگاشت خود سازمانده (SOFM)، شبکه‌های ART2، شبکه تئوری گیبترون

مراجع :

الف : منابع اصلی درس


1 - "Neural Networks, a Comprehensive Foundation" Simon Haykin, 1994.

2 - Dititat Neural Networks", S.Y. Kung, 1993.

3 - Int. to artificial neural Systems", J.M. Zurada, 1994.

4 - "Foundamentals of neural networks, ...", L.Fausett. 1994.


ب - برخی منابع مفید برای انتخاب موضوع سمینار :


۱ - مجله IEEE Trans. on Neural Network ای، ت م، ت

۳ - مجله Neural Computation, MIT Press ت

۴ - مجله Biological Cybernetics ت

۵ - مجله Neural Computing & Applications ای

۶ - مجله Trends in Neuroscience (TINS) ت م

۷ - J. of Intelligent & Fuzzy Systems ای

۸ - مجموعه مقالات کنفرانسهای مختلف در زمینهٔ شبکه‌های عصبی که در کتابخانه‌ها

۸ ـ کاربرد روشهای شناسایی در سیستم های زیستی :

ـ شناسایی سیستمهای غیرخطی

ـ شناسایی سیستمها با استفاده از روش فضای حالت

ـ شناسایی سیستمها با استفاده از شبکه های عصبی

ـ شناسایی سیستمها با استفاده از منطق فازی

- مدلهای آماری

# مدلسازی سیستمهای بیولوژیکی (بیوالکتریک)

تعداد واحد : ۳
نوع واحد : نظری
پیشنیاز : با توافق استاد

سرفصل درس:

۱ ـ مقدمه و کلیات

۱ - ۱ - تعاریف اولیه

۱ - ۲ - کاربرد مدلسازی

۱ - ۳ - تقسیم‌بندی و انواع مدلها

۲ ـ روشهای مدلسازی

۲ - ۱ - روش تحلیلی

- سیستمهای آنالوگ (سیستمهای الکتریکی، مکانیکی، حرارتی، شیمیایی ...)

- سیستمهای فشرده و گسترده

۲ - ۲ - روش تجربی (شناسایی سیستم)

- روشهای غیر پارامتریک (روشهای کلاسیک روش correlation، روش Spectrum)

- روشهای پارامتریک (ساختارهای AR، MA، ARMA، ...)

۲ - ۳ - تخمین پارامترها

- روش Least Square

- روش Maximum Likelyhood

- روش Instrumental Variable

۳ ـ مدلسازی انتقال ماده در بدن

- توسط جریان یک سیال (Flow)

- توسط نفوذ در بافتها (Diffusion)

۴ ـ مدلسازی سیستم گردش خون انسان

۵ ـ مدلسازی سیستم تنفسی انسان

۶ ـ مدلسازی سیستم تنظیم درجهٔ حرارت انسان

۷ ـ مدلسازی سیستم حرکتی

# ابزار دقیق مهندسی پزشکی (بیواینسترومنت)

تعداد واحد : ۳
نوع واحد : نظری
پیشنیاز : —

سرفصل درس : (۵۱ ساعت)

- مقدمه‌ای بر ابزار دقیق بیومدیکال
- سیستم ارتباطی دستگاههای اندازه‌گیری و انسان
- منابع پتانسیلهای بیوالکتریکی
- الکترودها
- اندازه‌گیریهای مربوط به سیستم گردش خون و قلب
- دستگاههای مراقبت از بیماران و ضبط اطلاعات
- دستگاههای اندازه‌گیری سیستم تنفسی
- دستگاههای مربوط به اندازه‌گیری سیستم عصبی ومطالعه رفتاری
- اندازه‌گیری بیوالکتریکی از راه دور
- اندازه‌گیری مربوط به لابراتوارهای کلینیکی
- کاربرد کامپیوتر در دستگاههای اندازه‌گیری بیومدیکال
- ایمنی الکتریکی در وسائل طبی

# تئوری اطلاعات

تعداد واحد : ۳
نوع واحد : نظری
پیشنیاز : فرآیندهای اتفاقی

سرفصل دروس : (۵۱ ساعت)

- اندازه گیری اطلاعات انتروپی
- انتروپی منبع و قضایای کدینگ بدون نویز
- تکنیکهای کدینگ منبع : هفمن الیاس
- کدهای قابل دکد شدن واحد، کدهای با قابلیت سنکرونه شدن
- اماز نویز کاناتل، فاصله همینگ، قضایای کدینگ کانال با نویز
- تئوری سرعت تغییر شکل

مراجع :


1 - Information Theory and Reliable Communications, Gallagar
2 - Informations Theory Ash
3 - Error Correcting Codes, Peterson & Weldon

# شناسایی الگو

تعداد واحد : ۳
نوع واحد : نظری
پیشنیاز : ـ

سرفصل درس:

مقدمه‌ای بر مسائل شناسایی الگو، بردارهای تصادفی و ویژگیهای آنها، آزمون فرضیه‌ای، دسته‌بندی کننده‌های پارامتریک، دسته‌بندی کننده‌های بیز خطی و مربعی، تخمین پارامترها، تخمین چگالی غیر پارامتریک، پنجره پارزن و تخمین چگالی به روش نزدیکترین K همسایه، دسته‌بندی کننده‌های غیر پارامتریک و تخمین خطای آنها، استخراج ویژگی و نگاشت خطی، خوشه‌بندی

نظریه زبانهای رسمی و عناصر آن، گرامرهای با ابعاد بالاتر، شناسایی و ترجمه ساختمانهای ترکیبی، گرامرهای اتفاقی، زبانها و شناسایی کننده‌های، استنتاج گرامری، شناسایی ساختاری، شناسایی متنی الگو

مراجع :


1 - Gonzalez, R.C. & Thomason, M.G. Syntactic Pattern Recognition, An Introduction, Addison - Wesley, 1978

2 - Bunke H. & Sanfeliu A., Syntactic and Structural Pattern Recognition, Theory and Application, World Scientific, 1990

3 - Ferrate C., Pavlidis, T., & Sanfeliu A., Syntactic and Structural Pattern Recognition, Springer - Verlag, 1988

4 - Schalkoff, R., J., Pattern Recogintion : Statistical, Structual, and Neural Approaches, Wiley, 1992


مرجع اصلی :


1 - Fukunaga, K., Introduction to Statistical Pattern Recognition, Academic Press, 1990


مراجع دیگر :


1 - Gose E., Johnsonbaugh, R., & Jost S., Pattern Recogition and Image Analysis, Prentice - Hall, 1996

2 - Shalkoff, R.J., Pattern Recognition : Statistical, Stuctural, and Neural Approaches, Wiley, 1992

3 - Tou, J.T., & Gonzalez R.C., Pattern Recognition Principles, Addison - Wesley, 1992

4 - Devijver, P.A. & Kittler J. (eds) Pattern Recognition, Theory and Applications, Springer - Verlag, 1987

# فیلترهای وفقی (۲۸)

تعداد واحد : ۳
نوع واحد : نظری
پیشنیاز : با نظر استاد مربوطه

سرفصل درس : (۵۱ ساعت)

سیلابس پیشنهادی مبتنی بر کتاب Adaptive Signal Processing تألیف Widrow و Steams میباشد. کتاب فوق از چهار بخش زیر تشکیل شده است.

۱ ـ مقدمه کلی :

در این بخش مسئله فیلترهای وفقی با تأکید بر فیلترهای ترانس ورسال Transversal و الگوریتم گرادیانت، در حالت کلی و بصورت ساده معرفی میشود.

۲ ـ تئوری فیلترهای وفقی :

در این بخش نویسنده پس از معرفی سطوح مرجع در مورد معرفی دقیق الگوریتم گرادیانت و سپس معرفی روش نیوتن میپردازد. در این بخش تأثیر بازدهای مورد در فیلترهای وفقی بر سرعت همگرایی الگوریتم گرادیانت ابزار به تفصیل مورد بررسی قرار میگیرد. علاوه بر این چگونگی استفاده از تقسیمی از گرادیانت بجای مقدار دقیق آن و تأثیر استفاده از مقادیر تقریبی مزبور بر الگوریتمهای محاسباتی نیز مورد بررسی دقیق قرار میگیرد.

# سیستمهای تصویرنگار پزشکی

تعداد واحد : ۳
نوع واحد : نظری
پیشنیاز : ـ

سرفصل درس:

۱ ـ اصول تشعشع در فرکانسهای مختلف و ارتباط آن با ساختار اتمی

۲ ـ استفاده از اشعهٔ X (روسگن) در تصویرگیری

ـ تولید اشعهٔ X ، حفاظت، کنترل، جهت‌دهی و اصول عکس‌برداری توسط آن

ـ اصول، روشها و ابزارها در انواع مختلف تصاویر رادیوگرافی

ـ اصول، روشها، ابزارها و حالات مختلف تصویرگیری از مقاطع بدن توسط اشعهٔ X (CAT Scan)

۳ ـ استفاده از ماوراء صوت در تصویرگیری

ـ اصول ماوراء صوت و کاربرد آن در تصویرگیری

ـ روشها، ابزارها و حالات مختلف تصویرگیری (Modis)

ـ مزایا و معایب

۴ ـ استفاده از خاصیت تشدید مغناطیسی هسته در تصویرگیری

ـ خاصیت تشدید مغناطیسی هسته (NMR) و کلیات آن

ـ اصول، روشها، ابزارها و حالات مختلف تصویرگیری (MRI)

ـ مزایا و معایب

۵ ـ استفاده از تشعشع هسته‌ای در تصویرگیری

ـ اصول، روشها، مواد و ابزارها در تصویرگیری هسته‌ای

ـ مزایا، معایب و حفاظت

مراجع :

منابع : کتابهای مختلف مربوط به اصول فیزیکی تصویربرداری پزشکی و رادیوگرافی (فارسی و انگلیسی)

1 - Thomas S.Curry, etal : "Christensen's Physics of Diagnostic Radiology," Lea & Febiger

2 - Jerroldb T. Bushbery, etal: "The Essential Physics of Medical Imaging", Williams & Wilkins

# سیبرنتیک کاربردی

**تعداد واحد : ۳**

**نوع واحد : نظری**

**پیشنیاز :**

**سرفصل درس:**

**مقدمه‌ای بر بحث مهندسی سیبرنتیک و کاربردهای آن**

محتوای این درس از ۳ قسمت به شرح زیر تشکیل میشود :

قسمت اول :

- اصول کلی هوش مصنوعی و فراگیری ماشین
- اجزاء بازی به کمک ماشین
- تحلیل و تفسیر هوشمندانه الگوها
- کاربردهای هوش مصنوعی در زمینهای اشکال‌یابی، کنترل و طراحی

قسمت دوم :

- فراگیری تطبیقی، خود تعمیری، خودسازماندهی
- کنترل کننده‌های تطبیقی، فراگیر و خود سازمانده
- سلولهای عصبی و مدلهای سلول عصبی

قسمت سوم :

- اصول فیزیولوژی کار
- قواعد ارگونومی در طراحی سیستمهای کار و مدیریت صنعتی
- سیستمهای متشکل از انسان و ماشین
- علل و عوامل خستگی از دید فاکتورهای انسانی
- اصول کلی در طراحی فضاهای کاری
- نقش مهندسی فاکتورهای انسانی در انتقال تکنولوژی

مراجع :


1 - Engineering Cybernetics

2 - Brians, Behaviour and Roobotics, James Albus, 1981, McGraw Hill

3 - Roobotics and, Andrewc. Stavgaard, Jr., 1987, Printice Hall

4 - Cybernetics, Robert Trappl, 1983 Hemispare Publishing Corporation

# مباحث پیشرفته در پردازش سیگنالهای بیولوژیکی

**تعداد واحد : ۳**
**نوع واحد : نظری**
**پیشنیاز : پردازش سیگنالهای بیولوژیکی**

**سرفصل درس:**

۱ ـ فشرده‌سازی سیگنالهای بیولوژیکی

الف ـ فشرده‌سازی در حوزه زمان (روشهای مستقیم و کلاسیک، تکنیک فشرده‌سازی پیش‌بینی کننده، فشرده‌سازی بوسیله مدولاسیون کد پاس تفاضلی، کدینگ آنتروپی)

ب ـ فشرده‌سازی در حوزه فرکانس (بقای انرژی، متمرکز شدن انرژی، واریانس ضرایب تبدیل، کم کردن وابستگی خروجی، تبدیل فوریه گسسته، تبدیل کسینوسی گسسته، تبدیل KL

ج ـ فشرده‌سازی بوسیله S8C (کاهش و افزایش نرخ نمونه‌برداری، کدگزاری زیر باندی، S8C چند سطحی)

۲ ـ بازنمایی سیگنال در حوزه زمان ـ فرکانس

الف ـ بازنمایی یک بعدی سیگنال

ب ـ خواص بازنمایی‌های زمان ـ فرکانس

ج ـ کلاس‌های TFR

د ـ کاربرد TFR در پردازش سیگنالهای پزشکی

۳ ـ آنالیز سیگنالهای بیومدیکال با استفاده از تبدیل ویولت (Time - scale)

الف ـ معرفی تبدیل ویولت (تفسیر رزولوشن زمانی و فرکانسی ویولت گسسته)

ب ـ آنالیز چند رزولوشنی (تجزیه سیگنال با استفاده از ویولت‌های متعامد)

ج ـ فیلتر بانکها و تبدیل ویولت گسسته

د ـ کاربردها

۴ ـ کاربرد طیفهای مرتبه بالا در پردازش سیگنالهای بیولوژیکی

الف ـ آشنایی با مارگانها و طیفهای مرتبه بالا

ب ـ محاسبه HOS از روی داده‌های واقعی

ج ـ مدلسازی پارامتری سریهای زمانی

د ـ کوپلاژ فاز تریبمن

هـ ـ دی کانولوشن

و ـ کاربردها

۵ ـ کاربرد سیستم‌های فازی و شبکه‌های عصبی در پردازش سیگنالهای بیولوژیکی

الف ـ کاربرد سیستم‌های فازی در خوشه‌بندی و طبقه‌بندی سیگنال

ب ـ کاربرد شبکه‌های عصبی در پردازش سیگنال (EEG ، EMG ، ECG ، نرولوژی)

ج ـ روش‌های ترکیبی

۶ ـ روش‌های آنالیز غیر خطی و آشوبی

الف ـ مدلهای خطی و غیر خطی برای سری‌های زمانی

ب ـ معرفی سیستم‌های دینامیکی

ج ـ محاط کردن سیگنال در فضای فاز

د ـ ضرایب لیاپانوف

هـ ـ بعد

و ـ نمونه‌های جایگزین

ز ـ کاربردها

مراجع :


1 - Advance Topics in signal processing, S.Lim, m, prentice - Hall 1988.

2 - Higher order spectral Analysis A nonlinear signal processing orsong Framework, cl. Niklas, prentice - Hall,. 1993.

3 - Hand Book of Biomedical Eng. Bronzino cRc press 1995

4 - Wavelet and wavelet Transf.rm, C. sidney Burrus, 1997.

5 - Fuzzy logic with Eng. APPI., MC Graw - Hill 1995.

6 - IEEE Trans. on Biomedical, Eng.

7 - Time Frequency wovelets in Biomedical sognal processing, M. Akay, IEEE press, 1998.

# گرایش بیومکانیک

# ریاضیات مهندسی پیشرفته

تعداد واحد : ۳
نوع واحد : نظری
پیشنیاز : ندارد

سرفصل درس:

- تئوری پیشرفته توابع مختلط، شامل : تابع مختلط، شرایط کوشی ورمن، توابع تحلیلی، انتگرال خطی، نظریه کوشی، سری لورانت، باقیماند،
- ماتریس‌ها و تانسورها شامل : ماتریس، برگردان کردن، قطری کردن، تانسورها، خصوصیات تانسوری تنش و کرنش در استخوانها و سایر بافت‌های بدن و کاربرد آن در بیومکانیک، حل سیستم معادلات دیفرانسیل مسائل آیگن‌ولیو
- معادلات دیفرانسیل جزئی شامل : معادلات دیفرانسیل هذلولی، سهموی و بیضوی با تأکید بر مسائل با شرایط غیر ممکن
- تبدیلات انتگرالی، شامل : تبدیلات فوریه مختلط، لاپلاس و کاربرد آنها در حل معادلات دیفرانسیل جزئی، معادلات انتگرال، انتگرال گرین، کاربرد تبدیلات انتگرال در بیومکانیک
- مباحث پیشرفته در ریاضیات مهندسی، شامل : مسئله استرم لیوویل، شرایط توابع متعامد و غیر متعامد، حل معادله موج، توابع بسل، لژاندر، گاما، هرمیت، گاوس
- تئوری اختلالات جزیی و تئوری تغییرات و موارد استعمال آن در بیومکانیک

# روش‌های محاسبات عددی پیشرفته

تعداد واحد : ۳
نوع واحد : نظری
پیشنیاز : ندارد

سرفصل درس:

- مقدمه : شامل تعاریف مسئله عددی، متد عددی، الگوریتم، فرمول تکرار، خطا و پایداری
درون‌یابی و تقریب : طریقه ساختن توابع تقریب، چند جمله‌ای‌های درون‌یابی با نقاط پایه بفواصل نامساوی و چند جمله‌ایهای درون‌یابی با نقاط و پایه بفواصل مساوی، چند جمله‌ایها حداقل مربعات و سریهای توانی
- انتگرال‌گیری : فرمول‌های انتگرال‌گیری با نقاط پایه بفواصل مساوی، فرمولهای بسته و باز، نیوتونی کولمب، فرمولهای انتگرال‌گیری مرکب، برون‌یابی‌های ریچاردسون و متدرامبرگ، فرمولهای انتگرال‌گیری با نقاط پایه بفواصل نامساوی
- حل معادلات : روشهای مختلف، حل معادلات، درجه همگرایی و ضریب خطای مجانب، محاسبه ریشه‌های تکراری و کاهش درجه چند جمله‌ایها
- حل دستگاه معادلات
- حل معادلات دیفرانسیل جزیی به روش اختلاف محدود و بررسی پایداری
- بهینه‌سازی مفید و نامفید
- کاربردهای عملی روش‌های محاسبات عددی در مسائل بیومکانیکی با استفاده از کامپیوتر

# مکانیک سیالات پیشرفته و سیستم سیرکولاسیون حیاتی

تعداد واحد : ۳
نوع واحد : نظری
پیشنیاز : ندارد

سرفصل درس:

- اصول فیزیکی سیرکولاسیون، مکانیک سیرکولاسیون، معادلات عمومی بقاء انرژی و ممنتم
- هندسه و ساختار قلب، چگونگی عمل دریچه‌های قلب، مکانیک سیالات قلب
- جریان خون در شریانچه‌ها، جریان خون نبض‌دار، جریان خون در سیاهرگ‌ها و معادلات حاکم بر این سیستمها
- ریز سیرکولاسیون، توزیع فشار در میکرو رگ‌ها
- جریان خون در رگ‌های خونی ریوی
- جریان خون در انشعابات
- خواص مکانیکی خون و اثر سلولها بر خواص مکانیکی
- سیالات غیر نیوتنی

# پدیده‌های انتقال حرارت و جرم در سیستم‌های حیاتی

تعداد واحد : ۳

نوع واحد : نظری

پیشنیاز : انتقال حرارت ـ فیزیولوژی آناتومی

سرفصل درس:

- سیستم حرارتی بدن، تولید حرارت در سیستم حیاتی، اتلاف حرارت از طریق تشعشع در بدن، اتلاف حرارت از طریق همرفت در بدن، اتلاف حرارت از طریق تبخیر در بدن، اتلاف حرارت از طریق نفوذ آب از بدن، اتلاف حرارت از طریق تعریق و تنفس، اتلاف از طریق هدایت در بدن
- مدل‌های ریاضی انتقال حرارت درونی در بدن انسان (پوست و رگ‌ها)
- انتقال جرم در فشاءهای ماکروسکوپیک، اندرکنش نفوذی در یک فشاء تبادل یونی، رفتار فشاءهای فیبر ابده‌آل، خواص عمومی و ساختار فشاءهای طبیعی
- انتقال جرم همرفت، مدلسازی ریاضی فرآیند همودیالیز، اولترافیلتراسیون، مدلسازی تبادل گاز در خون، مدلسازی انواع اکسیژناتور، اکسیژناتور، اکسیژناسیون بافت زنده
- انتقال گاز به حبابچه‌ها به جریان خون
- انتقال گاز به حبابچه‌ها و از حبابچه‌ها به جریان خون
- انتقال جرم در سیستم سیرکولاسیون، قلب، رگهای خونی، مویرگها و انتقال به بافتها و بلعکس
- کاربرد معادلات بقاء جرم، انرژی و اندازه حرکت در سیستمهای بیولوژیکی و طراحی اندام مصنوعی

## اجزاء و اندامهای مصنوعی یا (اعضاء و اندامهای مصنوعی)

تعداد واحد : ۳

نوع واحد : نظری

پیشنیاز : فیزیولوژی آناتومی

سرفصل درس:

۱ ـ انواع اندامهای مصنوعی فوقانی و تحتانی

۱ ـ ۱ ـ زانوی مصنوعی (بیومکانیک مفصل زانو، سیکل راه رفتن طبیعی، تجزیه و تحلیل نیروها در حین حرکت)

۱ ـ ۲ ـ دست مصنوعی (دست AIPR، دست AMBRL و دست OCCC و ...)

۱ ـ ۳ ـ پای مصنوعی

۲ ـ ارگانهای مصنوعی بدن

۲ ـ ۱ ـ شش مصنوعی (مکانیزم عمل شش‌های مصنوعی، و نوشتن bubble oxygenator، توصیف membrane oxygenator، film oxygenator معادلات دیفرانسیل جزئی کننده جریان)

۲ ـ ۲ ـ قلب مصنوعی (پمپ‌های پرستالتیک، مکانیزم باز و بسته شدن دریچه‌های مصنوعی قلب و آنالیز معادلات حاکم بر جریان، انواع قلب مصنوعی Pace Maker)

۲ ـ ۳ ـ کلیه مصنوعی (بررسی معادلات انتقال جرم و چگونگی بدست آوردن کلیرانس، بررسی مکانیزم انواع کلیه‌های مصنوعی بویژه از نوع فیبر توخالی)

۳ ـ انواع ایمپلنت‌ها و پروتزها

۳ ـ ۱ ـ فیکساتورهای داخلی و خارجی برای ستون فقرات

۳ ـ ۲ ـ پروتزهای گوش بویژه cochlear implants (ارائه مدل حرکت در سیستم اتولیت)

۳ ـ ۳ ـ پروتزهای مفصلی (زانو، لگن، پاشنه، شانه، مچ و غیره)

۳ ـ ۴ ـ انواع ایمپلنت‌ها، ایمپلنت‌های دندانی، آرایشی

۳ ـ ۵ ـ بررسی کلی هیستولوژیکی و هماتولوژیکی وابسته به عکس‌العمل بدن نسبت به حجم خارجی و عوارض ناشی از آن

# رباتیک پیشرفته (با تکیه بر بیومکانیک و مهندسی پزشکی)

تعداد واحد : ۳

نوع واحد : نظری

پیشنیاز : رباتیک ـ فیزیولوژی آناتومی

سرفصل درس:

۱ـ

۱ـ۱ـ آنالیز و شبیه‌سازی مکانیزمهای بیولوژیکی

۱ـ۲ـ شبیه‌سازی مکانیزمهای فیزیولوژیکی

۱ـ۳ـ شبیه‌سازی مکانیزمهای آناتومیکی

۲ـ

۲ـ۱ـ Local & Global Optimization of Kinematic Redundancy

۲ـ۲ـ Redundancy Optimization in Multisensory Systems

۲ـ۳ـ Redundancy Optimization in Multisensory Systems

۳ـ

۳ـ۱ـ آنالیز رباتهای ستون فقراتی توسط معادلات Kane

۳ـ۲ـ ارتعاشات در رباتهای ستون فقراتی

۳ـ۳ـ محاسبات مکانیزمهای رباتهای جدید

۴ـ

۴ـ۱ـ Laporascopic Systems

۴ـ۲ـ Sensory Laporascopic Systems

۴ـ۳ـ ForceFeed back in Laporascopic Systems

۵ـ

۵ـ۱ـ Telerobotics

۵ـ۲ـ Telechirics

۵ـ۳ـ Communications

۶-

۶-۱ Microrobots

۶-۲ Microrobot Systems

۶-۳ Microrobotic Fabrication

۷-

۷-۱ Pseudo contact control

۷-۲ Piezoelectric Strategies

۷-۳ Optical Strategies

۸-

۸-۱ Decision making Hierarchies

۸-۲ Evolutionary Algorithms

۸-۳ Self Learning Systems

Self organisation in microrobotic systems

# بیومکانیک راه رفتن

تعداد واحد : ۳
نوع واحد : نظری
پیشنیاز : فیزیولوژی آناتومی

سرفصل درس:
پیشگفتار
- مقدمه و فلسفه کلی حرکت

فصل ۱) : انواع حرکت‌های عصبی - عضلانی با نگرش کیفی

- مقدمه
۱ - ۱) ساز و کارهای کلی انواع حرکت
۱ - ۲) مدلهای کیفی سیستمهای کنترل حرکت
- کنترل بالستیک
- کنترل حرکت هدایت شونده بکمک پسخوراند
- کنترل تلفیقی از حرکت بالستیک و هدایت شونده
- کنترل با پسخوراند داخلی
- کنترل حرکت Servo - Assistance
- سلسله مراتب در کنترل حرکت

فصل ۲) : مشخصات و خواص اجزاء و سیستم اسکلت حرکتی
۱ - ۲) نمایش و تعیین هویت سیستمهای حرکتی
۲ - ۲) مسائل کنترل در سیستمهای ساده حرکتی

فصل ۳) : ماهیچه بعنوان عملگر
- مقدمه
۳ - ۱) معماری و ساختار عضله
۳ - ۲) واحد حرکتی و فرمان‌پذیری آن در حرکت
- طبقه‌بندی واحدها و فیبرهای حرکتی
- نحوه تولید نیرو در عضله و نقش واحدهای حرکتی

- قانون عام بکارگیری طبیعی واحدهای حرکتی
- استثناهای اصل اندازه

۳ - ۳) مشخصات مکانیکی ماهیچه
- انقباض ناگهانی
- مشخصات نیرو - طول
- مشخصات نیرو - سرعت
- مشخصات مشترک نیرو با سرعت وصول

۳ - ۴) مدلهای کمی ماهیچه
- مقدمه
- مدل مکانیکی Hills
- مدل مبتنی بر اصل اندازه
- مدل Hat3
- مدل Huxley
- مدل الکتریکی - مکانیکی Zahalak
- مدلهای غیر خطی

**فصل ۴) : کنترل عصبی راه رفتن در انسان**

۴ - ۱) مطالعه کلی کنترل حرکات منظم و تکراری در انسان
- انواع گیت (Gait)

**۴ - ۲) تنظیم کننده سختی و طول عضلات**

**۴ - ۳) با نمایی کمی و کیفی فیدبکهای نخاعی**

**۴ - ۴) نقش نخاع در طراحی و ایجاد حرکتهای خود تحریک و تکرار شونده**

**۴ - ۵) تحریک الکتریکی نخاع و اثرات ایجاد و کنترل حرکتی آن**

**فصل ۵) : تجزیه و تحلیل Gait و کاربرد کنترل در حرکات منظم و نامنظم‌یابی انسان**

**۵ - ۱) تجزیه و تحلیل راه رفتن**
- متغیرهای زمانی و مکانی در راه رفتن

**۵ - ۲) حرکت اندامهای بالایی**

**۵ - ۳) مسیرهای حرکت مرکز ثقل هنگام راه رفتن**

۵ - ۴) معادلات لاگرانژو سیستماتیک رو بجلو و معکوس حرکت بدن

۵ - ۵) تجزیه و تحلیل دینامیک سیستمهای ماهیچه‌ای - اسکلتی در مقایسه بزرگ

۵ - ۶) تجزیه و تحلیل دینامیک و سیستماتیک برخاستن و راه رفتن انسان

فصل ۶) : کنترل خارجی سیستم عصبی ـ عضلانی (F.E.S)

ـ مقدمه

۶ ـ ۱) فرآیند تحریک و انقباض

۶ ـ ۲) سیگنال الکترومایوگرام و انقباض

۶ ـ ۳) مقایسه مدل الکترمایوگرام ـ نیرو با مدل تحریک نیرو از عضله

۶ ـ ۴) پیش‌بینی نیرو در حالت خستگی عضلانی

۶ ـ ۵) مقایسه مدل‌های تحریک از سطح و درون ـ عضلانی

فصل ۷) : آنالیز بیومکانیک عمل برخاستن از روی صندلی در افراد سالم و پاراپلزیک

ـ طرح مسئله

۷ ـ ۱) مدل مکانیکی عمل برخاستن از روی صندلی افراد سالم و پاراپلزیک

۷ ـ ۲) تغییرات فضایی مرکز ثقل بدن

۸ ـ ۳) شبیه‌سازی حرکت ارادی یک فرد پاراپلزیک

فصل ۸) : کنترل حلقه بسته ساختار اسکلتی بدن جهت برخاستن از روی صندلی

ـ مقدمه

۸ ـ ۱) تولید حرکت مطلوب

۸ ـ ۲) پایداری و کنترل سیستم حلقه باز

۸ ـ ۳) کنترل کننده‌های گشتاور مفاصل ؟ محاسبه شده و PD

۸ ـ ۴) کنترل کننده با کمک تحریک عملکردی ماهیچه‌ها

## منابع مراجع پیشنهادی


1 - Muscles, Re Flexes, and kocomotion; 1984 Thomas A. Mc mahon

2 - Muscles, Nerves and movement; 1989 Barbara Tyldesley : Junel. Grieve

3 - Neuro logical control systems; 1968 lawrence starle

4 -The neural Basis of Motor Control; 1986 Vernon B. Brooks

5 - Muscle Receptors and moment; 1981 A. Taylor and A. P rochang ka

6 - The Cerebellum and neural control; 1984 MASAO ITO1


۷ ـ استفاده از مقالات مندرج در مجلات :

System, Man and Ghbenefics و Biomedical engineering

# گرایش بیومواد

# ژل و کاربرد آنها در مهندسی پزشکی

تعداد واحد : ۳

نوع واحد : نظری

پیشنیاز : مبانی علوم و مهندسی پلیمرها ـ مواد مهندسی پزشکی

سرفصل درس : (۵۱ ساعت)

## I ـ روشهای تهیه ژلهای زیستی

۱ ـ شبکه‌ای کننده‌های شیمیایی
۲ ـ شبکه‌ای کننده‌های یونی
۳ ـ تهیه ژل با استفاده از اشعه گاما
۴ ـ ژل شدن فیزیکی بوسیله پدیده‌گرد خوردگی
۵ ـ ژلهای تهیه کریستالی
۶ ـ تهیه ژلهای متخلخل
۷ ـ ژل شدن فیزیکی ماکرومولکولهای بیولوژیکی
۸ ـ تهیه ژلها با استفاده از سیستمهای تابشی لیزر و گاما و UV ، IR ، EB

## II ـ خواص فیزیکی ژلهای زیستی

۱ ـ فرآیند متورم شدن ژلها (تئوریهای تورم ژلهای غیر یونی، یونی و ژلهای متخلخل ـ دینامیک تورم ژلها ـ اندازه‌گیری تورم ژلها ـ تأثیر پارامترهای شیمیایی، فیزیکی و بیولوژیکی بر تورم ـ بررسی فرآیند متورم شدن فیبرهای عصبی در بدن)
۲ ـ خواص رئولوژیکی ژلهای زیستی
۳ ـ خواص ویسکوالاستیسیته ژلهای زیستی
۴ ـ ژلهای حساس در برابر حرارت
۵ ـ ژلهای حساس به میدان الکتریکی
۶ ـ دینامیک متورم شدن و منقبض شدن ژلهای حساس به میدان الکتریکی

## III ـ خواص نفوذی ژلهای زیستی

۱ ـ تئوری نفوذ براساس حجم آزاد
۲ ـ تئوری هزش نفوذ
۳ ـ نفوذ فیکی و غیر فیکی و نفوذ ناشناخته
۴ ـ نفوذ در ژلهای همگن و ژلهای غیر همگن
۵ ـ تأثیر ساختار ژل بر نفوذ
۶ ـ استفاده از ژلهای حساس به محیطهای بیولوژیکی در سیستمهای رهایش دارویی

## IV ـ خواص سطحی ژلهای زیستی

۱ ـ تحرک ماکرومولکولهای ژل بر روی سطح بیولوژیکی
۲ ـ ساختار مولکولی آب در سطح ژلهای زیستی
۳ ـ خواص بیوچسبندگی ژلها
۴ ـ جذب مواد پروتئینی بر روی سطح ژلهای زیستی

## V ـ خواص ژلهای زیستی

۱ ـ ژلهای پلی (وینیل الکل)
۲ ـ ژلهای پلی (هیدروکسی اتیل متاکریلات)
۳ ـ ژلهای پلی (اکریلیک اسید) و پلی (متاکریلیک اسید)
۴ ـ ژلهای پلی (اکریلامید)
۵ ـ ژلهای پلی (اتیلن اکساید)

## VI ـ کاربرد ژلهای زیستی

۱ ـ ویژگیهای ژلها در تماس با خون
۲ ـ ژلها برای استفاده در لنزهای نرم چشم
۳ ـ ژلهای پلی (وینیل الکل) برای مافیچه مصنوعی
۴ ـ ژلهای بیوچسبی برای کنترل رهایش دارو در روده کوچک
۵ ـ ژلهای پایدار کننده بیومولکولها و سلولهای بدن

## پلیمرها و کاربرد آنها در مهندسی پزشکی

تعداد واحد : ۳

نوع واحد : نظری

پیشنیاز : مهندسی پزشکی و مبانی علوم و مهندسی پلیمرها

سرفصل درس : (۵۱ ساعت)

۱ ـ مقدمه

۲ ـ تعاریف زیست‌سازگاری و بیومواد

۳ ـ بررسی پلیمرهایی که به عنوان مواد زیست سازگار استفاده می‌شود شامل هیدروژلها، پلیمرهای تخریب‌پذیر، PUR، PP، PE، PVC، پلی اکریلاتها، پلیمرهای فلوره، لاستیک‌ها و ـ

۴ ـ کمپوزیتها و کاربرد آنها

تعاریف اولیه و انواع الیاف معدنی، سلولزی و مصنوعی که در تقویت پلیمرها بکار میروند، تئوریهای تقویت استحکام و شکست کامپوزیتها، تأثیر آرایش و اندازه الیاف بر خواص مکانیکی و شیمیایی، تقویت مواد ترموپلاستیک.

۵ ـ بررسی آلیاژها، پلیمرهای [illegible] و روشهای ساخت و کاربرد آنها

(مهندسیهای پیشرفته و [illegible] پلی پروپیلن با [illegible] پروتزهای مفاصل، ...)

۶ ـ بررسی واکنشهای بین پلیمرها و نسوج یا خون

(روشهای ارزیابی in vivo، in vivo، ex vivo، پاسخ خون و بافت به پلیمر زیست سازگار کاشته شده، تغییر شکل در سطح پلیمرها پس از کاشته شدن)

۷ ـ [illegible] پلیمرهای زیست سازگار با استفاده از روشهای شیمیایی و فیزیکی و پرتودهی

# فلزات و کاربرد آنها در مهندسی پزشکی

تعداد واحد : ۳

نوع واحد : نظری

پیشنیاز : مواد در پزشکی

سرفصل درس : (۵۱ ساعت)

۱ ـ فلزات : ساختار، روشهای ساخت

۲ ـ خواص مکانیکی، فیزیکی و خوردگی فلزات

۳ ـ انواع ایمپلانتهای فلزی

- فولاد ضد زنگ، انواع، ترکیبات، خواص و روشهای تولید و کاربرد
- تیتانیم و آلیاژهای تیتانیم : ترکیبات، خواص و روشهای تولید و کاربرد
- آلیاژهای کبالتی : ترکیبات، خواص و روشهای تولید و کاربرد
- سایر فلزات (تیتانیم، پلاتین و ...)

۴ ـ خوردگی فلزات در بدن و مهندسی سطح ایمپلانتهای فلزی (پیرایش سطحی و ...)

۵ ـ کاربرد فلزات در دندانپزشکی، آمالگام، ایمپلانتهای دندانی

۶ ـ بررسی مطالعات بر روی محصولات خوردگی، کشت بافت و تفاسیر کلینیکی

۷ ـ بررسی استانداردهای ایمپلانتهای فلزی

# لیزر و کاربردهای آن در مهندسی پزشکی

تعداد واحد :

نوع واحد :

پیشنیاز : کاربرد لیزر در پزشکی دکتری

سرفصل درس

۱ - بررسی اقتصادی و مؤثر بودن لیزرها در پزشکی
۲ - لیزرهای جامد و گاز و مایع برای مصارف پزشکی
۳ - برهمکنش اشعه لیزر بافت II :
- تعیین ویژگیهای اپتیکی و فیزیکی بافتها در طول موجهای مختلف
- مدلسازی پراکندگی نور در بافتهای همگن و ناهمگن
- پخش حرارت و شدت در بافتهای نرم و سخت
۴ - مکانیزمهای برهمکنش II :
- دوز متری در درمان PDT
- بررسی اثرات امواج گرمایی، آکوستیکی، کاواک اپتیکی، شوک پلاسما در کندگی
۵ - کاربرد سیستمهای غیر مخرب برای مطالعه فرآیندهای برهمکنش
- فتوآکوستیک، انحراف فتوگرمایی، فلورسان، سایه‌نگاری، طیف‌نگاری رامان و تداخل‌سنجی
۶ - ایتیک غیر خطی در سیستمهای بیولوژیکی
۷ - لیزرهای نوری و [illegible]
۸ - مکانیزم آسیب لیزرهای نوری و وسایل اپتیکی
۹ - کاربرد پالسهای بسیار کوتاه لیزر در تحقیقات بیومدیکال
۱۰ - روشهای تصویرپردازی در پزشکی :
- تداخل سنجی، هالوگرافی، میکروسکپ آکوستیکی، میکروسکپی داپلر
- توپوگرافی، کانفوکال و دوربینهای فروسرخ
۱۱ - لیزر در جراحی پوست :
- رفع ماه گرفتگی و جوشکاری پوست
۱۲ - تحریک سلولها و ترمیم زخمها با لیزرهای کم توان
۱۳ - تئوری شفافیت چشم (قرنیه و عدسی)
۱۴ - لیزرهای فروسرخ و فرابنفش در چشم پزشکی :
- فیزیک تصحیح نزدیک بینی، دوربینی و آستیکمات
- روشهای تشخیصی invitro و invivo
۱۵ - کاربردهای لیزر :
- دندانپزشکی
- قلب
- اورولوژی
۱۶ - کاربرد بیومواد و لیزر در جراحی
۱۷ - عوارض جانبی اشعه لیزر بر روی بافتهای بدن
۱۸ - سیستمهای حفاظت و ایمنی

## سرامیکها و کاربرد آنها در مهندسی پزشکی

تعداد واحد : ۲

نوع واحد : نظری

پیشنیاز : مواد پزشکی

سرفصل درس : (۵۱ ساعت)

۱ ـ سرامیکها، ساختمان سرامیکها، انواع پیوندها

۲ ـ خواص مکانیکی، فیزیکی و شیمیایی سرامیکها

۳ ـ تقسیم‌بندی بیوسرامیکها

ـ سرامیکهای Bioinert (آلومنیا، زیرکونیا و ـ)

ـ ساختار خواص (مکانیکی، ترابیولوژیکی) و ـ) روش ساخت و کاربرد

ـ سرامیکهای resorbable (انواع فسفاتهای کلسیم ـ)

ـ سرامیکهای بیواکتیو (هیدروکسی آپاتیت، شیشه و شیشه، سرامیکهای بیواکتیو)

* : هیدروکسی آپاتیت : ساختار، سنتز، خواص

پوششهای هیدروکسی آپاتیت : تکنیکهای پوشش‌دهی، خواص و ویژگیها

* : شیشه و شیشه سرامیکهای بیواکتیو، انواع، ترکیبات، روش ساخت، خواص، جایگاه آنها

ـ کربن : ساختار، بررسی انواع، روشهای ساخت، کاربرد

۴ ـ سرامیکهای متخلخل

۵ ـ کاربرد سرامیکها در دندانپزشکی

با تأکید بر نقش سرامیکها و شیشه‌ها در کامپوزیتهای دندانی، پرنرهای شیشه‌ای، سیمانهای دندانی و ...

۶ ـ کاربردهای درمانی سرامیکها در پرتودهی، مهندسی بافت و ...

## مباحث ویژه در مهندسی پزشکی ـ بیومواد ۱

تعداد واحد : ۳

نوع واحد : نظری

پیشنیاز : مواد در پزشکی

سرفصل درس : (۵۱ ساعت)

این درس مسایل گوناگون مهندسی بیومتریال در پزشکی را مورد بررسی قرار میدهد.

موضوع درس توسط استاد با توجه به مسایل روز و رشته تعیین میگردد.

## مباحث ویژه در مهندسی پزشکی - بیو مواد ۲

تعداد واحد : ۳
نوع واحد : نظری
پیشنیاز : مواد در پزشکی

سرفصل درس : (۵۱ ساعت)

این درس مسایل گوناگون مهندسی بیومتریال در پزشکی را مورد بررسی قرار میدهد.
موضوع درس توسط استاد با توجه به مسایل روز و رشته تعیین میگردد.

# بیوشیمی پیشرفته

تعداد واحد: ۳

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: بیوشیمی

سر فصل درس: (۵۱ ساعت)

I-ساختار، فعالیت و کپی سازی مولکولهای اطلاعاتی

۱- ساختار واحدهای اولیه DNA : نوکلوتیدها ۲- سوخت وساز نوکلوتیدهای پیورین و پیرمیدین

۳- ساختار و فعالیت اسید نوکلئیک ها ۴- سازمان دهی و کپی سازی DNA

۵- سنتز مولکول RNA ، فرایند های نشانی و سوخت و ساز ۶- سنتز پروتئینها از مولکول RNA و کدژنتیکی

۷- کنترل در ظاهر شدن و بیان ژن

II- تکنولوژی Recombinant DNA

۱- نقش ژن در سلول ۲- DNA بعنوان ماده ژنتیکی اصلی در بدن ۳-ساختار کد ژنتیکی

۴- روشهای ساخت مولکولهای Recombinant DNA ۵- آنالیز ژنهای کلون شده

۶- روشهای نوین برای مطالعه فعالیت ژن ۷- آنالیز فرایند های بیولوژیکی با استفاده از تکنولوژی Recombinant

۸- کاربرد Recombinant در بیوتکنولوژی

III- بیوشیمی برون سلولی و تبادل اطلاعات درون سلولی

۱- ساختار و آرایش و فعالیت غشاء های بیولوژیکی ۲- نقش هورمونها در بدن

۳- هورمونهای هیپوتالاموس و پیتوئتری ۴- هورمونهای تیروئیدی

۵- هورمونهای کنترل کننده سوخت و ساز [illegible]

۷- هورمونهای آدرنال مدول ۸- هورمونهای گیاهی ۹- هورمونهای بافتراپی و مکانیزم رونویسی و ترجمه

IV- مباحث ویژه در بیوشیمی

۱- ساختار وفعالیت ویتامین های محلول در آب ۲- ساختار و فعالیت ویتامین های محلول در چربی

۳- ساختار و فعالیت گلیکو پروتئین ها ۴- ساختار ماتریس برون سلولی ۵- ساختار و فعالیت ماهیچه

۶- پروتئین های خون و انعقاد خون ۷-سلولهای سفید و قرمز خون ۸-سلولهای سرطانی و فاکتورهای رشد

۹- بیوشیمی و پایه ژنتیکی بیماریها ۱۰- پایه بیوشیمی اختلالات عصبی و روانی

# پدیده های نفوذ در سیستمهای بیولوژیکی

تعداد واحد ۳

نوع واحد نظری

پیشنیاز: پدیده های انتقال- ترمودینامیک

سر فصل درس: ۵۱ ساعت:

I-انتقال جرم و انرژی در سیستمهای مرکب

۱-معادلات تبدیل برای سیستمهای مرکب ۲- سازوکار انتقال جرم و ترمودینامیک غیر تعادلی

۳- تعمیم دادن قانون فیک برای سیستمهای غیر تعادلی

۴- انتقال جرم در محلول آزاد تحت تأثیر گرادیان غلظت ۵- انتقال جرم در محلول آزاد تحت تأثیر گرادیان فشار

۶- انتقال جرم در محلول آزاد تحت گرادیان پتانسیل الکترواستاتیک

۷- انتقال جرم در غشاء های مهار شده بوسیله نیروی مکانیکی ۸-ترمودینامیک تعادلی بین فازی

II-انتقال جرم در محلول آزاد

۱- تخمین ضریب نفوذ در محلول آزاد ۲- انتقال جرم تحت تأثیر گرادیان غلظت در سیستمهای دوجزئی

۳- انتقال جرم در محلولهای مرکب الکترولیتی

III-انتقال جرم در غشاءهای بیولوژیکی

۱-طبقه بندی غشاءها ۲- معادلات جریان جرمی kedem و katchalsky ۳- انتقال جرم در غشاءهای با بار الکتریکی

۴- ویژگیهای غشاءهای بیولوژیکی ۵- غشاءهای لیپیدی در مرکبهای مصنوعی

VI- انتقال جرم با مکانیزم همرفتی (Convecture)

۱- انتقال جرم در سیستم دیالیز خون ۲- انتقال جرم در سیستم الترافیلتراسیون

۳- انتقال جرم و تبادل گازها در خون ۴- انتقال جرم و اکسیژنه شدن بافتهای بدن

۷- انتقال جرم و موازنه های ماکروسکوپی

۱- آنالیز بعدی در سیستمهای بیولوژیکی ۲- مدلسازی از نوع پارامتر توده ای

۳- مدلسازی از نوع پارامتر توزیعی ۴- موازنه های ماکروسکوپی در مقیاس سلولی

## بیوفیزیک پیشرفته

تعداد واحد : ۳
نوع واحد : نظری
پیشنیاز : اصول مهندسی پزشکی

سرفصل درس : (۵۱ ساعت)

۱ ـ اهداف و روشهای علم بیوفیزیک، تعیین ساختمان بیومولکولها توسط روشهای فیزیکی و کاربرد اصول فیزیکی در ارگانیسمهای زنده

۲ ـ فیزیک ماکرومولکولها، پروتئینها، آنزیمها و اسیدهای نوکلئیک، تأثیرات متقابل بین مولکولی و داخل مولکولی

۳ ـ آرایش فضایی ماکرو مولکولها

۴ ـ آرایش فضایی مولکولهای زنجیره‌ای با پتانسیل چرخشی مستقل

۵ ـ آرایش فضایی زنجیرهای پلی‌پپتیدی و پروتئینها

۶ ـ فیزیک مایسلها و لیپوزمها

۷ ـ ترمودینامیک غیر تعادلی در بیولوژی، مکانیسمهای انتقال انرژی

۸ ـ بیوفیزیک گیرنده‌ها، کاربرد [illegible]

۹ ـ نوروبیولوژیک، فیزیک غشاء، فیزیک ایمپالسهای عصبی، تفرق اشعه در ماکرومولکولها

۱۰ ـ فیزیک و ساختار غشاءهای طبیعی

۱۱ ـ دینامیک غشاءهای بیولوژیکی

۱۲ ـ فیزیک غشاءهای مصنوعی برای سیستمهای بیولوژیکی

۱۳ ـ فیزیک نئوز در بیومواد

۱۴ ـ نروبیوفیزیک، مدل کردن روندهای بیولوژیکی، مسائل رشد و تکامل بیولوژیکی

## مهندسی بافت

تعداد واحد : ۳

نوع واحد : نظری

پیشنیاز: زیست سازگاری ، شیمی آلی ، بیو شیمی و بیوفیزیک ، فیزیولوژی ، مهندسی مواد پزشکی

سرفصل درس: (۵۱ ساعت)

I- مقدمه ای بر مهندسی بافت

۱- جایگزین کردن بافتهای آسیب دیده با بافتهای مصنوعی ۲- رشد و تکثیر سلولها در بافتهای مصنوعی

۳- ساخت مدلهای مصنوعی سلولی و بافتی ۴- تأمین ابزاری برای وارد کردن سلولهای تغییر یافته به ارگانیسم

۵- بررسی تغییر سطوح ابزار غیر بیولوژیکی

II- روشهای تحقیق و مطالعه در مهندسی بافت

۱- بیولوژی سلولی و مولکولی ۲- روشهای کاشت و پرورش سلول ۳- الگوی رشد سلولها

۴- نقش ماتریس در رشد و تکثیر سلول ( نقش کلوژن های غیر فیبری در ماتریس - نقش فیبری های الاستیک در ماتریس )

III- بر هم کنش سلول و بافت با سطوح مصنوعی و طبیعی

۱- واکنش ایمونولوژی بدن بر بافت های مصنوعی ۲- نقش نیروهای فیزیکی در تثبیت رشد و تکثیر سلولها در بافت

۳- استفاده از سلولهای تکثیر داده شده در vitro in برای دوباره سازی بافت

۴- مواد مورد استفاده در دوباره سازی بافت در vitro in

۵- مواد مورد استفاده در دوباره سازی بافت در vivo in ۶- تأثیر تنش در رشد سلول

VI-کاربرد مهندسی بافت در پزشکی

۱- مهندسی بافت برای عضروف مصنوعی ۲- کبد مصنوعی ۳- کبد مصنوعی

۴- مهندسی بافت برگهای خون [illegible]

## طراحی و خواص سطحی مواد در پزشکی

تعداد نوع واحد : ۳

نوع واحد : نظری

پیشنیاز : زیست سازگاری ـ بیوشیمی و بیوفیزیک ـ شیمی آلی ـ مبانی علوم و مهندسی پلیمرها

سرفصل درس : (۵۱ ساعت)

۱ ـ اصول مهندسی سطح

۲ ـ روشهای اصلاح سطح فلزات (Ion Implantation , ....)

۳ ـ روشهای اصلاح سطح پلیمرها (اکسیداسیون، Coating، blending، Ion Implantation، Graft Polymerization و ...)

۴ ـ جذب سطحی سلولها و پروتئینها روس سطح بیومواد

۵ ـ ساز و کار مولکولی چسبندگی سلول به سطوح بیومواد

۶ ـ اثر متقابل خون و بیومواد ـ نقش پلاکتها

۷ ـ آزمونهای خون سازگاری معاورتی (invivo)

۸ ـ روشهای خون سازگار کردن بیومواد از طریق اصلاح سطحی

الف ـ برای کاربردهای کوتاه مدت

ب ـ برای کاربردهای بلند مدت

۹ ـ روشهای اصلاح سطح بیومواد جهت اتصال به بافت نرم وسخت

۱۰ ـ کلسیفای شدن پروتزها و ابزار پزشکی و سایر بیومواد در بدن

۱۱ ـ روشهای شناسایی خواص فیزیکی و شیمیایی سطوح و مواد پزشکی شامل :

(ATR - TIR - SEM - EDXA - ESCA - DMTA - Staining - TEM - AFM - STM - Surface tension, Contact anyle - Auger Electron Ana, ...)

## بیورئولوژی و همورئولوژی

تعداد واحد: ۳

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: مکانیک سیالات کارشناسی- بیوفیزیک - شیمی آلی- رئولوژی

سر فصل درس: (۵۱ ساعت)

۱- تعریف رئولوژی

۲- سیالات غیر نیوتونی و نیوتونی (شبه پلاستیک -دیلاتنت)

۳- مدلهای سیالات بیولوژیکی غیر نیوتونی (مدل Ostwald -de Waale، مدل Bingham

مدل Reiner-philipoff، مدل Eyring

۴- اندازه گیری لزجت خون

۵- بررسی اثر پروتئینهای مختلف در رفتار هیدرودینامیکی خون

۶- تنش تسلیم در خون

۷- معادله Casson

۸- اثر Thomasبر جریان خون

۹- اثر magarvs بر جریان خون

۱۰- اثر Fahraeus-lindquis بر جریان خون

۱۱- اثر Middleman -Whitemore بر جریان خون

۱۲- هیدرودینامیک سلولهای طبیعی و غیر طبیعی خون

۱۳- پروفیل سرعت برای سیالات بیولوژیکی همگن و غیر همگن

## زیست سازگاری پیشرفته

تعداد واحد: ۳

نوع واحد : نظری

پیشنیاز : زیست سازگاری کارشناسی ارشد

سرفصل درس: (۵۱ ساعت)

۱- ایمیونولوژی و سیستمهای انعقادی خون

۲- بافتهای اصلی و تکنیکهای شناسایی سلولها و بافتها

۳- واکنشهای بافت و خون با زیست مایه ها و ارزیابی آنها

۴- ساختمان میکروبی و خواص مواد قابل کاشت در بدن

۵- سرطان زایی و زیست مایه ها

۶- آزمون های بافت سازگاری زیست مایه ها (خارج بدن)

۷- آزمونهای بافت سازگاری زیست مایه ها (داخل بدن )

۸- تکنیکهای شناسایی بافتهای اطراف محل کاشت زیست مایه ها (تکنیکهای میکروسکوپی -تکنیکهای بیو شیمیایی)

۹-آزمونهای مکانیکی زیست مایه ها قبل و بعد از کاشت

۱۰-تجزیه پذیری زیست مایه ها در محیط بیو لوژیکی (تجزیه شیمیایی -تجزیه بیولوژیکی )

۱۱-شکست مکانیکی زیست مایه ها در محیط بیولوژیکی

۱۲-چسبندگی انواع سلولهای حیاتی به زیست سازگارها

## پوست مصنوعی

تعداد واحد: ۲

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: زیست سازگاری - مهندسی مواد پزشکی

سر فصل درس: (۱۵ ساعت)

۱- شناخت پوست طبیعی (فیزیولوژی و بیولوژی پوست)

۲- رشد تکثیر و ترمیم پوست و مسائل سرطان زایی

۳-التیام طبیعی و غیر طبیعی زخم

۴- نیازهای بیولوژیکی و جراحی پوست تعویض شده

۵- پوستهای تعویض شده آزمایشی - پوست مصنوعی ایمنرم - پوست مصنوعی درمال - کمپوزیتهای محتول - بیوپلیمرهای جایگزین پوست

۶- روشهای کلینیکی برای ارزیابی پوست مصنوعی

۷- استانداردهای بین المللی در رابطه با پوست مصنوعی

# عروق مصنوعی

تعداد واحد: ۲

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: زیست سازگاری - مهندسی مواد پزشکی

۱- شناخت عروق طبیعی ( فیزیولوژی وبیولوژی)

۲- بیومواد در پروتزهای باکیبی، پروتزهای غیر باکیبی و دریچه های قلبی

۳- پاتوفیزیولوژی امراض عروقی

۴- ساخت پروتزهای عروقی باقطر بزرگ ومتوسط

۵- ساخت پروتزهای عروقی باقطر کوچک

۶- پیوند عروق با استفاده از کاشتن سلولهای آندوتیال

۷-شیوه های پیوند زدن عروق و بیمارهای جایگزین عروق

۸- استراتژیهای مختلف طراحی ومهندسی عروق مصنوعی

## آزمونهای بیولوژیکی بیومواد و سترون کردن مواد پزشکی

تعداد واحد:۲

نوع واحد : نظری

پیشنیاز : شیمی آلی - بیوشیمی و بیوفیزیک - مهندسی مواد پزشکی

سرفصل درس: (۳۴ ساعت)

I-آزمونهای بیولوژیکی بیومواد

۱- آزمونهای in vitro (خارج بدن ) ۲ - آزمونهای ex vivo (شبیه سازی داخل بدن )

۳-آزمونهای in vivo (داخل بدن ) ۴- آزمونهای مکانیکی زیست مایه ها قبل و بعد از کاشت

۵-آزمونهای تجزیه پذیری زیست مایه ها در محیط بیولوژیکی الف -تجزیه پذیری فرسایشی

ب -تجزیه پذیری شیمیایی ج -تجزیه پذیری بیوشیمیایی ) ۶- آزمونهای مانت سازگار in vivo زیست مایه ها

۷-آزمونهای خون سازگاری in vivo و in vitro

۸- تکنیک های شناسایی بافتهای اطراف محل کاشت الف - روشهای میکروسکوپی ب -روشهای بیوشیمیایی )

۹- آزمونهای سرطان زایی زیست مایه ها ۱۰- آزمونهای ژن سازگاری زیست مایه ها

۱۱- آزمونهای شناسائی سطوح زیست سازگارها پس از کاشت در سیستم حیاتی

II- سترون کردن مواد پزشکی

۱- روش بخار ۲- روش اتیلن اکساید ۳- روش تابشی ۴- روش کبالت ۵- روش اشعه الکترونی

## چسبندگی در محیطهای بیولوژیکی

تعداد واحد :۳

نوع واحد : نظری

پیشنیاز شیمی آلی، بیوشیمی، زیست سازگاری، مهندسی مواد پزشکی

سر فصل درس: (۵۱ ساعت )

I- پدیده چسبندگی در سیستم های بیولوژیکی

۱- پدیده بیوچسبندگی از دیدگاه شیمی سطح ۲-پدیده بیوچسبندگی از دیدگاه مکانیک

۳-پدیده بیوچسبندگی از دیدگاه علوم ماکرومولکولها

II-چسبندگی از دیدگاه شیمی سطح

۱- خواص و ویژگیهای سطح بیولوژیکی ۲- مبانی ترمودینامیک چسبندگی ۳- فعالیت ترمودینامیکی بیو چسبندگی

III-چسبندگی از دیدگاه مکانیک

۱- مکانیک ترک و شکست در بافتهای سخت ۲-فعالیت پارد کردن پیوندهای بیوچسبی

۳-روشهای اندازه گیری انرژی شکست در اتصالات بیوچسبی

IV-چسبندگی از دیدگاه علوم ماکرومولکولها

۱- تاثیر ویسکوالاستیسیته ماکرومولکولها (پروتئین، کلاژن، فیبرینوژن) و یا کمپلکس پروتئینها ) در چسبندگی محیطهای بیولوژیکی

۲- تاثیر خواص رئولوژیکی ماکرومولکولها در چسبندگی محیطهای بیولوژیکی

۳- تاثیر نفوذ پذیری متقابل بر چسبندگی پیوندهای مصنوعی و طبیعی

V-مکانیزم های چسبندگی در محیطهای بیولوژیکی

۱-مکانیزم تر شدن ۲-بیوچسبندگی [illegible]

۴- بیوچسبندگی بوسیله جذب مواد در سطح مشترک بیولوژیکی

۵- بیوچسبندگی بوسیله نیروهای بین سطحی از نوع پیوند های هیدروژنی

۶- بیوچسبندگی بوسیله نیروهای بین سطحی از نوع اسیدبازی ۷- بیوچسبندگی بوسیله برهم کنشهای الکترواستاتیک

۸-بیوچسبندگی بوسیله مکانیزم نفوذ مولکولی در سطح مشترک

۹-بیوچسبندگی بوسیله مکانیزم قفل شدن سطوح بیولوژیکی زبر ۱۰-اندازه گیری بیو چسبندگی در سیستمهای بیولوژیکی

VI-کاربرد چسبندگی در پزشکی

۱-استفاده از بیوچسبها برای بستن رگهای خونی در جراحی بدون بخیه

۲-استفاده از بیوچسبها برای بافتهای سخت

(بیو چسبهای مورد استفاده برای جوش زدن استخوان - بیوچسبها برای متصل کردن پر کننده به مینای دندان )

۳-بیوچسبهای ترپانی برپایه استر و مطالعه اثرات برهم کنش آنها با بافتها

۴- بیوچسبهای اکریلاتی برپایه استر و مطالعه اثرات بر هم کنش آنها با بافتها

۵- استفاده از بیوچسبها برای رهایش کنترل شده مواد در بدن (چسبهای زیستی برای کنترل رهایش در دهان - چسبهای زیستی برای کنترل رهایش در بینی - چسبهای زیستی برای کنترل رهایش از طریق پوست - چسبهای زیستی برای کنترل در روده ومعده - چسبهای زیستی برای کنترل رهایش واژنی )

VII-پیمرهای زیست سازگار برای جلوگیری از چسبندگی در جراحی

۱- منشی چسبندگی در جراحی ۲- پاتو فیزیولوژیکی چسبندگی در جراحی

۳-استفاده از مواد مسدود کننده برای جلوگیری از چسبندگی در جراحی

۴- استفاده از مواد دارویی برای جلوگیری از چسبندگی در جراحی

## سیستمهای نوین رهایش مواد بیولوژیکی در بدن

تعداد واحد :۳

نوع واحد :نظری

پیشنیاز : مهندسی مواد پزشکی، زیست سازگاری

سر فصل درس: (۵۱ ساعت )

I-مکانیزم کنترل رهایش مواد بیولوژیکی

۱- مکانیزم نفوذمولکولی ۲- مکانیزم تورم ۳- مکانیزم فرسایش و تخریب ۴- پمپ های اسمزی ۵- پمپ های مکانیکی

II-سیستمهای کنترل رهش برای رهانسازی مواد بیولوژیکی در بدن

۱- سیستمهای روده - معده ۲- سیستمهای کنترل رهش از طریق بینی ۳- ابزار چشمی ۴- سیستمهای دهانی

۵- ابزارزیر جلدی ۶- پچ های پوستی ۷- سیستمهای تزریقی ۸- سیستمهای صفاقی

III-سیستم های زیر جلدی تخریب پذیر

۱-زیست سازگاری مواد تخریب پذیر ۲- سمیت مواد حاصل از تخریب مواد تخریب پذیر

۳-واکنش بافت در برابر پلیمر زیر جلدی ۴-روشهای ارزیابی زیست سازگاری موادتخریب پذیر در in vitro یا in vivo

۵- پلیمرهای مورد استفاده در سیستم های تخریب پذیر زیر جلدی ۶- رهایش دارو از سیستم های زیر جلدی

۷- نفوذ دارو در بافتهای مجاور ماتریس زیر جلدی ۸- توزیع دارو در بافتهای مجاور ودفع آن

۹- مدل سازی پدیده های نفوذ وفرسایش

IV- رهایش هدف دار مواد بیولوژیکی در مغز انسان

۱-سد مغز - سیستم خونی در رهایش مواد در مغز ۲-رهایش هدف دار در یک بخش خاص مغز

۳-سیستم های رهایشی از نوع کانتر سیستم ۴-سیستمهای رهایشی با استفاده از پلیمر های زیست سازگار

۵-رهایش هدف دار در مغز با استفاده از ترکیب پلیمرها بعوامل کیموتراپی نوین

۶-مدلسازی رهایش هدف دار مواد بیولوژیکی در مغز

V-رهایش کنترل شده مواد برای شبکه های عصبی

۱- مسمومیت در سلولهای عصبی ۲-مراکز عصبی برای رهایش هدف دار مواد بیولوژیکی

۳-سیستمهای رهایش مارو ۴-سیستمهای رهایش برای مواد انتقال دهنده سیگنالهای عصبی

۶-سیستمهای رهایش برای مواد تبدیل کننده سیگنالها ی عصبی

VI-رهایش هدف دار مواد بیولوژیکی در استخوان

۱-آناتومی، فیزیولوژی مغز استخوان ۲-فعالیت بیولوژیکی مغز استخوان

۳-فاکتورهای فیزیکی- شیمیایی در رهایش هدف دار در مغز استخوان

۴-سیستم های رهایش برای مغز استخوان ۵-توصیف مرض عفونت استخوان

۶-سیستم های رهایش دارو برای عفونت استخوان

VII-سیستم های کنترل رهش برای اعضاء دیگر بدن

۱- کنترل پلیمرهای کاشتی برای رهایش هدف دار در یک عضو خاص بدن ۲-سیستم های کنترل رهش در قلب

۳-سیستم های کنترل رهش برای ریه ها ۴-کنترل رهایش مواد در چشم

۵-سیستم های پلیمری کنترل رهش با استفاده از سطح خارجی رگها ۶- رهایش هدف دار در مجرای معده -روده

## مواد قابل کاشت در بدن

تعداد واحد :۳ واحد نظری

نوع واحد : نظری

پیشنیاز: زیست سازگاری، مهندسی مواد پزشکی ، فرآیندهای ساخت و شکل دهی مواد پزشکی

سر فصل درس: (۵۱ ساعت)

I- مقدمه

۱- استانداردهای بین المللی برای ساخت و شکل دهی و نگهداری مواد قابل کشت ۲-ویژگیهای بیومتریال های فلزی

۳-ویژگیهای بیومتریالهای سرامیکی ۴-ویژگیهای بیومتریال پلیمری ۵- ویژگیهای بیومتریالهای کمپوزیتی

۶-خواص مواد بیولوژیکی ۷- تأثیر مواد کاشته شده در بدن در بافتهای مجاور

II- شتابهای سوختگی و پوست مصنوعی

۱-بیوشیمی پوست ۲-خواص مکانیکی پوست و مکانیزم بازسازی پوست ۳-مواادمورد استفاده در شتابهای سوختگی

۴- مواد مورد استفاده برای پوست مصنوعی

III-بیومواد برای جایگزین کردن بافتهای اسکلتی

۱- آناتومی و فیزیولوژی و بیوفیزیک تاندون و ماهیچه ۲- خواص مکانیکی و نحوه ترمیم ماهیچه

۳- ارزیابی کلینیکی تاندون و ماهیچه مصنوعی ۴- مواد مورد استفاده برای جایگزین کردن کامل مفصل

۵- مواد مورد استفاده برای جایگزین کردن کامل زانو

IV-بیو مواد در چشم پزشکی

۱-آناتومی و بیوشیمی و خواص مکانیکی بافتهای چشمی ۲- مواد مورد استفاده در محصولهای چشمی و پلاستیک

۳-لنزهای داخل چشمی ۴- لنزهای خارج چشمی سخت و نرم

V-مواد کاشتنی برای قلب و رگهای خونی

۱-آناتومی و فیزیولوژی قلب و رگهای خونی قلب ۲- بازسازی و ترمیم بافتهای قلبی-رگی

۳-مواد مورد استفاده دردریچه های قلب

VI-بیومواد در بازسازی و ترمیم صورت

۱-بیوشیمی و خواص مکانیکی بافتهای صورت ۲-ترمیم و بازسازی بافتهای صورت و روشهای جراحی پلاستیک صورت

۳-مواد مصنوعی در ترمیم و بازسازی صورت

VII-بیومواد در دندانپزشکی

۱- مواد مورد استفاده در قالب گیری شکل دندان ۲-مواد مورد استفاده برای لثه مصنوعی

۳- مواد مورد استفاده برای ترمیم دندان ۴- سیمانهای دندانی ۵- استفاده از مواد طبیعی در ترمیم وباز سازی دندان

VIII- بیومواد در سیستمهای رهایش پیوسته دارو

## تخریب پذیری بیومواد در محیطهای بیولوژیکی

تعداد واحد :۳

نوع واحد : نظری

پیشنیاز : زیست سازگاری، مبانی علوم و مهندسی پلیمرها، شیمی آلی، بیوشیمی و بیولوژیک

سرفصل درس: (۴۸ ساعت)

I- مکانیزم های تخریب و فرسایش بیومواد

۱- تخریب گرمایشی ۲- تخریب اکسیداسیونی ۳-تخریب نوری ۴-تخریب شیمیایی

۵- تخریب هیدرولیزی ۶- تخریب مکانیکی ۷- تخریب بیولوژیکی

II- مواد مورد استفاده در سیستم های تخریب پذیر

۱-مواد پلی استری پلیمرهای آلیفاتیک اسید و گلیکولیک اسید-پلیمرهای کپرولاکتون -

پلیمرهای دی هیدروکسی بیوتیرات -پلیمرهای ارتواستری

۲-پلی فسفوزین ها ۳- پلی ارتو فسفاتها ۴-پلی آنیدریدها ۵-پلیمرهای طبیعی

۶-سایر پلیمرهای مورد استفاده درسیستم های تخریبی

III- روشهای تست تخریب پذیری بیومواد

۱- روشهای داخل بدن

۲- روشهای خارج بدن (استفاده حرارتی با استفاده از TGA و DTA - تست تعیین وزن مولکولی با دستگاه GPC - کروماتوگرافی مایع -کروماتوگرافی گازی طیف سنجی مادون قرمز و ماوراءبنفش )

IV- تاثیر مواد تخریب پذیر کاشتنی بر بافتهای مجاور

۱- تاثیر پلیمر تخریبی بر فیبروبلاست بافت ۲- تاثیر پلیمر تخریب پذیر بر ماکروفاژها در بافت

۳- فاگوسیتوز ماکروفاژها در پلیمرکاشتنی ۴- نقش ماکروفاژها در کنترل محیط داخل بدن (دیالیز)

# روشهای شناسایی و انتخاب مواد پزشکی

تعداد واحد : ۲

نوع واحد : ۱ واحد نظری و ۱ واحد عملی

پیشنیاز : مبانی علوم و مهندسی پلیمرها ـ شیمی آلی

سرفصل درس : (۳۴ ساعت)

## I - تعیین ساختار شیمیایی بیومتریالها

۱ ـ طیف سنجی جذب اتمی

۲ ـ طیف سنج مادون قرمز

۳ ـ طیف سنج رامان

۴ ـ طیف سنج جرمی

۵ ـ NMR

۶ ـ طیف‌سنج نور ماوراء بنفش و نور مرعی

۷ ـ فلوراتس اشعه X

## II - تعیین خواص فیزیکی بیومتریالها

۱ ـ کروماتوگراف گازی

۲ ـ کروماتوگراف مایع

۳ ـ اندازه‌گیری توزیع اندازه ذرات

۴ ـ اندازه‌گیری توزیع اندازه تخلخل در بیومتریالها

۵ ـ اندازه‌گیری مساحت سطحی

## III - تعیین خواص بیومتریالهای پلیمری

۱ ـ روش اسمومتری برای تعیین وزن مولکولی

۲ ـ روش GPC برای تعیین توزیع وزن مولکولی

۳ ـ طیف سنج مکانیکی برای تعیین خواص مکانیکی پلیمرها

۴ ـ روش DSC برای تعیین خواص گرمایشی پلیمرها

۵ ـ روشهای تعیین خواص رئولوژیکی بیومتریالها

۶ ـ تستهای ضربه پذیری بیومتریالهای پلیمری

## IV - وشهای میکروسکوپی برای تعیین خصوصیات بیومتریالها

۱ ـ میکروسکوپ نوری

۲ ـ میکروسکوپ الکترونی Transmission

۲ ـ میکروسکوپ‌الکترونی Scaning بامیکروآنالیزاشعه X

۴ ـ روش میکروسکوپی نیروی اتمی برای تعیین ویژگیهای سطحی بیومتریالها

## V - روشهای اندازه‌گیری ناخالصی در بیومتریالها

۱ ـ طیف‌سنج فلوراتس

۲ ـ روش سوزاندن سریع برای اندازه‌گیری میزان آب

۳ ـ فلوراتس لیزری

۴ ـ طیف‌سنج تراکونسنگ

## VI - بررسی خواص فیزیکی و شیمیایی سطوح بیومتریالها

بسمه تعالی

# کنترل سیستمهای عصبی- عضلانی

## فهرست مطالب درس


***** پیشگفتار

مقدمه وفلسفه کلی حرکت

فصل ۱): انواع کنترل حرکت های عصبی عضلانی با نگرش کیفی

- مقدمه

۱-۱)- سازوکارهای کلی انواع حرکت

۱-۲)- مدلهای کیفی سیستم های کنترل حرکت

- کنترل بالستیک
- کنترل حرکت هدایت شوندهٔ بکمک بازخورانه
- کنترل تلفیقی از حرکت بالستیک وهدایت شونده
- کنترل با پس خوراند داخلی
- کنترل حرکت رفلکس
- کنترل حرکت Servo-assistance
- سلسله مراتب در کنترل حرکت

فصل ۲): ماهیچه بعنوان عملگر

- مقدمه

۲-۱) معماری وساختار عضله

۲-۲) واحد حرکتی وفرمان پذیری آن در حرکت

- طبقه بندی واحدها وفیبرهای حرکتی
- نحوهٔ تولید نیرودر عضله ونقش واحدهای حرکتی
- قانون عام بکارگیری طبیعی واحد های حرکتی
- استثناهای اصل اندازه

۲-۳) مشخصات مکانیکی ماهیچه

- انقباض ناگهانی
- مشخصات نیروطول
- مشخصات نیروسرعت
- مشخصات مشترک نیروبا سرعت وطول



وزارت فرهنگ و آموزش عالی و انقلاب فرهنگی

۲-۴) مدلهای کمی ماهیچه

- مقدمه

- مدل مکانیکی Hills

- مدل مبتنی بر اصل اندازه

- مدل Hat 3

- مدل Haxley

- مدل الکتریکی - مکانیکی Zahalak

- مدلهای غیر خطی

**فصل ۳ ): آورانهای کنترل و تنظیم حرکت**

-مقدمه

۳-۱) ساختار و عملکرد دریافت گرهی حرکتی بعنوان پس خوراند

۳-۲) رفتار دوک عضلانی در کنترل وتنظیم حرکت

۳-۳) مدلهای کمی دوک عضلانی

- مدل استارک ( مدل درجه ۲ )

- مدل هوک

- مدل Ramos

- مدل Hasan

- مدل Rudjard

۳-۴) رفتار مفاصلی گلژی تاندون در کنترل وتنظیم حرکت

۳-۵) عملکرد هماهنگی همزمان اجزاء مختلف آورانها در تنظیم حرکات

**فصل ۴) : نخاع و عملکرد حسی- حرکتی آن**

-مقدمه

۴-۱) معماری وساختاری نخاع

۴-۲) نقش نورنهای حرکتی آلفا وان شا ودر حرکت وهمزمانی عملکرد نرونهای مختلف حرکتی

- تنظیم کننده طول عضلات ( Stiffness Regultor )

- تنظیم کننده طول عضلات ( Length Follow-up )

۴-۳) بازنمائی کمی وکیفی فیدبکهای نخاعی

● ۴-۴) نقش نخاع در طراحی وایجاد حرکتهای خود تحریک وتکرار شونده

● ۴-۵) تحریک الکتریکی نخاع واثرات ایجاد و کنترل حرکتی آن

**فصل۵) : مخچه وعملکرد کنترلی وبرنامه ریزی آن خصوصاً در حرکات تطابقی، تعقیب کنائی وباد گیری مهارتی**

- مقدمه

۵-۱) مدل کیفی وسلسله مراتبی کنترل وبادگیری حرکت ارادی

۵-۲) عملکرد کنترلی مخچه خصوصاً در حرکات تطابقی و مهارتی

۵-۳) کنترل موتوری واصول برنامه ریزی حرکتی در مغز

● ۵-۴) برنامه ریزی های حرکتی ارادی از نوع سریع ودقیق ویا حرکتهای از نوع کند وبیش بینی نشده

**فصل ۶) تجزیه وتحلیل gait و کنترل عصبی راه رفتن در انسان**

۶-۱) تجزیه وتحلیل راه رفتن ( متغیرهای زمانی و مکانی در راه رفتن)

۶-۲) مطالعه کلی کنترل حرکات منظم و تکراری در انسان

۶-۳) نقش نخاع در طراحی وایجاد حرکت های خود تحریک و تکرار شونده

۶-۴) مسیرهای حرکت مرکز ثقل وتغییر انرژی پتانسیل وسینتیک هنگام راه رفتن

۶-۵) مدل بالستیکی حرکت راه رفتن

**فصل ۷ ) : مشخصات فرکانسی - زمانی وبررسی سیستم هماهنگی حرکات طبیعی**

- مقدمه

- ۷-۱) شرایط آزمایشی واثرات آن در سیستم حرکتی ورودی قابل پیش بینی، غیر قابل پیش بینی ودلبخواه

۷-۲) حالت گذرا وحالت دائم حرکات تعقیب کنانی با ورودیهای معین سینوسی، شبه تصادفی واتفاقی

۷-۳) مشخصات فرکانسی وزمانی حالت گذرا وحالت دائم تعقیب کنانی با ورودیهای پله ای وسینوسی معین واتفاقی

• ۷-۴) بررسی سیستم هماهنگی فعالیتهای هم زمانی وهم فعالیتی عضلات وحرکات طبیعی

تذکر: مواردیکه با علامت • مشخص شده خاص دانشجویان مقطع دکتری است

## منابع مراجعه پیشنهادی :


1- T.A. Mc Mahon (1984 ) Muscles,Reflexes, and locomotion, princeton university press

2- J.M. Winters, S.L-Y WOO (1990) Multiple Muscle systems, spring-verlag.

3-D.Winter (1990) Biomechanics and motor control of human movement,wileg.

4-Muscles,Nerves and Movement , 1989 Barbara Tyldesley, Junel. Grieve

5- Neuro logical Control System ,1968 Lawrence Starte

6-The Neural Bassis of Motor Control,1986 vernon B.Brooks

7- Muscle Receptors and Movement,1981 A.Taylor and A.prochaylea

8-The cerebellum and Neural control, 1984 MASAO ITO

System , Man, and Biomedical Engineering

Cybernetics.