



-  
**دانشگاه اصفهان**  
**دانشکده فنی و مهندسی**  
**گروه مهندسی پزشکی**

**مشخصات کلی رشته کارشناسی ارشد**  
**مهندسی پزشکی - بیوالکتریک**



## دانشگاه اصفهان

دانشکده فنی و مهندسی

گروه مهندسی پزشکی

### تعریف و هدف:

دوره کارشناسی ارشد رشته مهندسی پزشکی - بیوالکتریک یکی از رشته‌های آموزش عالی در دسته فنی و مهندسی می‌باشد. هدف از این دوره بین رشته‌ای، تربیت متخصصینی است که با بهره‌گیری از علوم پایه و مهندسی در حوزه برق و کامپیوتر، امور اجرایی، آموزشی یا تحقیقاتی مرتبط با حوزه‌های زیستی و پزشکی را برعهده گرفته و باعث ارتقای سلامت جامعه شوند. از سوی دیگر این متخصصین می‌توانند با الهام گرفتن از مکانیزم‌های زیستی و طبیعی، روش‌های مهندسی جدیدی را تدوین نمایند.

### ۱- نقش و توانایی:

۱-۲- قابلیت در طراحی و ساخت بخش‌های الکتریکی تجهیزات پزشکی و وسایل کمک معلولین و کمک پزشکی و اندام‌های مصنوعی.

۲-۲- توانایی در ارائه خدمات مهندسی در امور تحقیقات پزشکی.

۴-۲- ارائه خط مشی در نصب و راه اندازی و سرپرستی امور مربوط به سرویس و نگهداری و تعمیرات وسایل و سیستم‌های فنی و طبی و بیمارستانی

### ۲- ضرورت و اهمیت

با توجه به کاربرد وسیع تکنولوژی در وسایل تشخیص، درمان و کمک پزشکی در بخش‌های بیمارستانی، کمک درمانی و آموزشی کشور از یک طرف و توسعه روزافزون تحقیقات در زمینه‌های تشخیص، درمان و وسایل کمک درمانی به کمک علوم مهندسی، تربیت متخصص مهندسی پزشکی ضروری به نظر می‌رسد.

### ۳- تعداد واحدهای درسی:

۱-۴- دانشجو برای تکمیل دوره کارشناسی ارشد مهندسی پزشکی - بیوالکتریک باید ۳۲ واحد درسی و تحقیقاتی به شرح زیر را با موفقیت بگذراند.

اصولی و اختیاری	۲۵ واحد
سمینار	۱ واحد
پروژه تحقیق	۶ واحد

علاوه بر موارد فوق، هر دانشجوی این دوره بایستی دروسی را که کمیته تحصیلات تکمیلی با توجه به دروس گذرانده در دوره‌های قبلی برای او به عنوان جبرانی تعیین می‌کند با موفقیت بگذراند. از دروس جبرانی واحدی به دانشجو تعلق نمی‌گیرد.

دانشجویانی که به صورت آموزش محور پذیرفته شده‌اند، باید بجای پروژه، درس سمینار ۲ و یک درس اختیاری اخذ نمایند.



برنامه درسی دوره کارشناسی ارشد آموزشی پژوهشی و آموزش محور

دروس جبرانی

شماره	نام درس	تعداد واحد	توضیحات
۱	فیزیولوژی	۲	الف
۲	مقدمه‌ای بر مهندسی پزشکی	۳	الف
۳	آزمایشگاه ابزار دقیق پزشکی	۱	الف

الف) دانشجویانی که در دوره کارشناسی این درس را گذرانده‌اند، با تایید شورای تحصیلات تکمیلی گروه، نیازی به گذراندن آن ندارند.

دروس اصلی

شماره	نام درس	تعداد واحد	توضیحات
۱	روش تحقیق و اخلاق در مهندسی پزشکی	۲	
۲	سمینار	۱	
۳	پایان نامه	۶	ب
۴	اصول پردازش سیگنال‌های زیستی	۳	
۵	ابزارهای پزشکی زیستی	۳	
۶	مدل‌سازی سیستم‌های زیستی	۳	
۷	سیستم‌های تصویربرداری پزشکی	۳	

ب) دانشجویانی که به صورت آموزش محور پذیرفته شده‌اند، باید بجای پروژه، درس سمینار ۲ و یک درس اختیاری اخذ نمایند.

دروس اختیاری

شماره	نام درس	تعداد واحد	توضیحات
۱	اصول مهندسی پزشکی	۲	
۲	پردازش سیگنال‌های پزشکی - زیستی پیشرفته	۳	
۳	روش‌های بهینه سازی غیر خطی و کار برد آن در مهندسی پزشکی	۳	
۴	شبیه سازی و کاربردهای آن در پزشکی	۳	
۵	الکتروفیزیولوژی کمی و سیستم‌های عصبی	۳	
۶	کنترل سیستم‌های عصبی-عضلانی	۳	
۷	مبانی بیوانفورماتیک	۳	



	۳	پردازش تصاویر دیجیتال	۸
	۳	بینایی ماشین	۹
	۳	شناسایی و تخمین سیستم‌ها	۱۰
	۳	رباتیک	۱۱
	۳	کنترل مدرن	۱۲
	۳	سیستم‌های کنترل تطبیقی	۱۳
	۳	سیستم‌های کنترل دیجیتال و غیرخطی	۱۴
	۳	سیستم‌های کنترل فازی	۱۵
	۳	مهندسی سیستم‌های عصبی	۱۶
	۳	ابزارهای پزشکی زیستی پیشرفته	۱۷
	۳	بازشناسی الگو	۱۸
	۳	هوش مصنوعی و سیستم‌های کارشناس	۱۹
	۳	الکترومغناطیس زیستی	۲۰
	۳	سیستم‌های فراصوت در پزشکی	۲۱
	۳	سمینار ۲	۲۲
	۳	مباحث ویژه در مهندسی پزشکی	۲۳

دانشجویان می‌توانند با پیشنهاد استاد راهنما و تایید شورای تحصیلات تکمیلی گروه، تا دو درس را از سایر رشته‌ها و گرایش‌های مرتبط موجود در دانشگاه اخذ نمایند.



### روش تحقیق و اخلاق در مهندسی پزشکی

(Research Methodology and Ethics in Biomedical Engineering)

تعداد واحد نظری: ۲	تعداد واحد عملی: - حل تمرین: -
نوع درس: اصلی	پیش نیاز: -

#### هدف درس:

در این درس دانشجویان کارشناسی ارشد با نحوه انجام تحقیق روی یک موضوع، نوشتن گزارش، نوشتن مقاله و آماده کردن آن برای کنفرانس یا مجله و ارایه سمینار آشنا می‌شوند. همچنین نرم افزارهای مرتبط معرفی و بعضی جزئیات کار با آن‌ها مطرح خواهد شد. از سوی دیگر دانشجویان با اصول اخلاقی در انجام تحقیق و همچنین کار در حوزه مهندسی پزشکی آشنا خواهند شد.

#### رئوس مطالب:

۱. جستجوی بهینه در اینترنت، پایگاه‌های داده و منابع الکترونیکی
۲. روش تحقیق در علوم مهندسی و علوم پزشکی
۳. اصول گزارش نویسی و امکانات پیشرفته نرم افزارهای مرتبط مانند MS Word و LATEX
۴. اصول ارایه سمینار، نحوه آماده سازی ارایه، و امکانات پیشرفته نرم افزارهای مرتبط مانند Power Point
۵. اصول و نکات مقاله نویسی و ارسال مقاله برای همایش‌ها و مجلات
۶. اصول اخلاقی در انجام تحقیق، کار با داده‌های بالینی، نوشتن گزارش، مقاله و ارایه سمینار.
۷. اصول اخلاقی در انجام کار در اجتماع به عنوان مهندس پزشکی.
۸. مدیریت اطلاعات علمی، کار با نرم افزارهای مرتبط مانند EndNote.

#### روش ارزیابی:

ارزیابی مستمر	میان‌ترم	آزمون نهایی	پروژه
+	-	+	+

#### بازدید: -

#### منابع اصلی:

1. P. Laake, H.B. Benestad, B.R. Osler, "Research Methodology in the Medical and Biological Sciences", Academic Press, 2007.
2. P.G. Supino, J.S. Borrer, "Principles of Research Methodology", Springer, 2012.
3. C. Cowley, "Medical Ethics, Ordinary Concepts and Ordinary Lives", Palgrave MacMillan, 2008.

۱) ع. خاکی صدیق، «مقدمه‌ای بر اخلاق پژوهشی و اخلاق مهندسی»، دانشگاه خواجه نصیر طوسی، ۱۳۹۱.



۲) ب. شادگار، ع. عصاره، «اصول تدوین نوشتارهای علمی»، انتشارات ارمغان، ۱۳۸۸.



سمینار  
(Seminar)

تعداد واحد نظری: ۱	تعداد واحد عملی: - حل تمرین: -
نوع درس: اصلی	پیش نیاز: -

**هدف درس:**

ارائه موضوع تحقیقی به دانشجو به منظور فراگرفتن عملی نحوه جستجوی مطلب در منابع معتبر، مرور مقالات، و سپس ارائه یک گزارش مدون از مطالب مرور شده و ارائه آن به صورت شفاهی.

**رئوس مطالب:**

در این درس دانشجویان زیر نظر استاد راهنمای خود، در مورد یک موضوع مشخص تحقیق می‌نمایند و در انتهای ترم ضمن تحویل گزارش تحقیق خود به استاد راهنما، در حضور وی و یکی از اساتید گروه که به عنوان داور از سوی گروه تعیین شده است، مطالب جمع آوری شده را ارائه می‌نمایند.

**روش ارزیابی:**

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
+	-	-	+

**بازدید: -**

**منابع اصلی: -**



اصول پردازش سیگنال‌های پزشکی زیستی  
(Fundamentals of Biomedical Signal Processing)

تعداد واحد نظری: ۳	تعداد واحد عملی: ۰
نوع درس: اصلی	حل تمرین: - پیش‌نیاز: -

**هدف درس:**

تبیین مسایل مرتبط با دریافت و پردازش و روش‌های پایه و رایج در پردازش سیگنال‌های دیجیتال به خصوص پزشکی-زیستی.

**رئوس مطالب:**

۱. مقدمه‌ای بر یک سیستم پردازش سیگنال‌های پزشکی-زیستی
۲. فیلترها و کاربرد آن‌ها در پردازش سیگنال‌های پزشکی-زیستی
۳. کاربرد تبدیل فوریه سریع (FFT) و تبدیل فوریه گسسته (DFT) در پردازش سیگنال‌های پزشکی-زیستی
۴. تبدیل فوریه زمان-کوتاه (STFT) برای پردازش سیگنال‌های زیستی
۵. نمونه‌برداری از سیگنال‌های پیوسته پزشکی-زیستی
۶. مقدمه‌ای بر موجک‌ها و بانک‌های فیلتر
۷. تشخیص رخداد
۸. فشرده‌سازی سیگنال‌های بیولوژیکی
۹. کپستروم و کاربردهای آن در پردازش سیگنال‌های پزشکی

**روش ارزیابی:**

ارزشیابی مستمر	میان‌ترم	آزمون نهایی	پروژه
+	+	+	+

**بازدید: -**

**منابع اصلی:**

4. A.V. Oppenheim, R.W. Schaffer, "Discrete-Time Signal Processing", 3rd Edition, Prentice Hall, 2009.
5. S.K. Mitra, "Digital Signal Processing: A Computer-Based Approach", McGraw-Hill, 3rd Edition, 2005.
6. R.M. Rangayyan, "Biomedical Signal Analysis: A Case Study Approach", IEEE Press-Wiley, 2002.
7. M. Akay, "Biomedical Signal Processing", Academic Press, 1994.



## دانشگاه اصفهان

دانشکده فنی و مهندسی

گروه مهندسی پزشکی



8. C. S. Burrus, R. A. Gopinath, and H. Guo, "Introduction to Wavelets and Wavelet Transforms: A Primer", Prentice Hall, 1998.
9. Cohen, "Biomedical Signal Processing", 2nd Edition, CRC Press, 2002.



ابزارهای پزشکی زیستی  
(Biomedical Instrumentation)

تعداد واحد نظری: ۳	تعداد واحد عملی: ۰ حل تمرین: -
نوع درس: اصلی	پیش نیاز: -

**هدف درس:**

تبیین اصول عملکرد و ساختار کلی انواعی از دستگاه‌های پزشکی و سیستم‌های اندازه‌گیری پزشکی مطرح، اصول طراحی تجهیزات پزشکی، و قوانین و مقررات در ساخت وسایل پزشکی.

**رئوس مطالب:**

۱. اصول طراحی سیستم‌های پزشکی
۲. وسایل اندازه‌گیری پزشکی: اندازه‌گیری بیوپتانسیل‌ها، صدای قلب، فشار خون، جریان و حجم خون، پارامترهای سیستم تنفس
۳. وسایل درمانی پزشکی: ضربان‌ساز قلب، دیفیبریلاتور، همودیالیز، سنگ‌شکن، کاربرد لیزر، ابزار جراحی الکتریکی
۴. وسایل توان‌بخشی و کمک به معلولین
۵. وسایل آزمایشگاهی پزشکی: نورسنجی، کروماتوگرافی، الکتروفورز
۶. ایمنی الکتریکی تجهیزات پزشکی
۷. سازگاری الکترومغناطیسی در تجهیزات پزشکی
۸. قوانین و مقررات در ساخت تجهیزات پزشکی

**روش ارزیابی:**

ارزشیابی مستمر	میان‌ترم	آزمون نهایی	پروژه
+	+	+	+

**بازدید:** در صورت امکان بازدید از بعضی مراکز بیمارستانی.

**منابع اصلی:**

1. J.G. Webster, "Medical Instrumentation. Application and Design", Wiley, 4<sup>th</sup> Edition, 2010.
2. D. Prutchi, M. Norris, "Design and Development of Medical electronic Instrumentation", Wiley, 2005.
3. J.D. Bronzino "Handbook of biomedical Engineering: Medical Devices and Systems", 3<sup>rd</sup> Edition, CRC Press, 2006.

## دانشگاه اصفهان

دانشکده فنی و مهندسی

گروه مهندسی پزشکی



4. M. Kutz “Standard Handbook of Biomedical Engineering and Design”, McGraw Hill, 2003.
5. R.B. Northrop “Non-Invasive Instrumentation and Measurement in Medical Diagnosis”, CRC Press, 2002.
6. J. Moore, G. Zouridakis, “Biomedical Technology and Devices Handbook”, CRC Taylor & Francis, 2004.
7. T.R. Kucklic “The Medical Device R&D Handbook”, CRC Taylor & Francis, 2006.



مدل سازی سیستم های زیستی  
(Modeling of Biological Systems)

تعداد واحد نظری: ۳	تعداد واحد عملی: ۰
	حل تمرین: -
نوع درس: اصلی	پیش نیاز: فیزیولوژی

**هدف درس:**

رویکرد مهندسی، انواع روش ها و ابزارهای ریاضی متداول در مدل سازی سیستم های فیزیولوژیکی و اشاره ای به روش های نوین مدل سازی سیستم های پیچیده زیستی.

**رئوس مطالب:**

۱. مقدمه: نیاز، مفهوم، اهمیت و کاربرد، و انواع رویکردهای مدل سازی
۲. روند مدل سازی در سیستم های زنده
۳. مدل سازی سیستم ها و داده های زیستی، روش ها و کاربردها
۴. روش های شناسایی سیستم: مدل های پارامتری و غیر پارامتری
۵. اعتبارسنجی مدل
۶. مدل سازی سلول، سیستم عصبی، گردش خون، تنفس و ماهیچه
۷. روش ها و مفاهیم نوین در مدل سازی سیستم های زنده: روش های مبتنی بر هوش محاسباتی، ماشین های خودکار سلولی، سیستم های خیره و ساختارهای مدولار

**روش ارزیابی:**

ارزیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
+	+	+	+

**بازدید: -**

**منابع اصلی:**

1. C. Cobelli, E. Carson "Introduction to Modeling in Physiology and Medicine", Academic Press (Elsevier), 2007.
2. J. Keener, J. Sneyd "Mathematical Physiology", Springer, 2<sup>nd</sup> Edition, 2009.
3. J. Haefner "Modeling of Biological Systems: Principles and Application", Springer, 2<sup>nd</sup> Edition, 2005.
4. U. Alon "An Introduction to Systems Biology: Design Principles of Biological Circuits", Chapman & Hall/CRC, 2006.



5. M.C.K. Khoo “Physiological Control Systems: Analysis, Simulation and Estimation”, Willey-Black Well, 1999.



سیستم‌های تصویرگر پزشکی  
(Medical Imaging Systems)

تعداد واحد نظری: ۳	تعداد واحد عملی: ۰
نوع درس: اصلی	حل تمرین: - پیش‌نیاز: -

**هدف درس:**

تبیین عملکرد سیستم‌های تصویرگر پزشکی که با پرتوهای یونیزان (نظیر دستگاه رادیولوژی، سی تی اسکن و ...) و نیز دستگاه‌هایی که با استفاده از پرتوهای غیر یونیزان (نظیر دستگاه MRI و فرا صوت) کار می‌کنند.

**رئوس مطالب:**

۱. مروری بر سیستم‌های خطی و تبدیل فوریه دوبعدی.
۲. فیزیک رادیولوژی به وسیله پرتو X
۳. دستگاه رادیولوژی
۴. بررسی قدرت تفکیک ضبط کننده پرتو X
۵. بررسی نويز در تصوير پرتو X
۶. پرتونگاری مقطعی (توموگرافی) به کمک کامپیوتر (CT)
۷. تصویربرداری از منابع پرتو در داخل بدن (پزشکی هسته ای)
۸. دوربین گاما، سیستم SPECT و سیستم PET
۹. اصول تصویرگیری با استفاده از فرا صوت
۱۰. اصول تصویربرداری فرا صوت به کمک مبدل‌های آرایه ای
۱۱. روش‌های تصویربرداری (A mode, B mode, M mode, Doppler mode)
۱۲. اصول تصویربرداری تشدید مغناطیسی (MRI)

**روش ارزیابی:**

ارزشیابی مستمر	میان‌ترم	آزمون نهایی	پروژه
-	+	+	+

**بازدید: -**

**منابع اصلی:**

1. A. G. Webb, "Introduction to Biomedical Imaging", 2<sup>nd</sup> edition, Wiley, 2003

## دانشگاه اصفهان

دانشکده فنی و مهندسی

گروه مهندسی پزشکی



2. P. Suetens, "Fundamentals of Medical Imaging", 2<sup>nd</sup> edition, Cambridge University Press, 2009
3. J. T. Bushberg, J. A. Seibert, E. M. Leidholdt, J. M. Boone, "The Essential Physics of Medical Imaging", 3<sup>rd</sup> edition, Lippincott Williams & Wilkins, 2011
4. W. R. Hendee, E. R. Ritenour, "Medical Imaging Physics", 4<sup>th</sup> edition, John Wiley and Sons, 2002
5. N. B. Smith, A. Webb, "Introduction to Medical Imaging: Physics, Engineering and Clinical Applications", Cambridge University Press, 2011
6. A. Macovski, "Medical Imaging Systems", Prentice-Hall, 1983.



اصول مهندسی پزشکی  
(Fundamentals of Biomedical Engineering)

تعداد واحد نظری: ۲	تعداد واحد عملی: ۰
نوع درس: اختیاری	حل تمرین: -
	پیش نیاز: -

**هدف درس:**

تبیین حوزه‌های مختلف و زمینه‌های تحقیقاتی مطرح در رشته مهندسی پزشکی.

**رئوس مطالب:**

۱. پردازش سیگنال‌ها و تصاویر حیاتی
۲. مدل‌سازی سیستم‌های فیزیولوژی
۳. بیوانفورماتیک
۴. تصویربرداری پزشکی
۵. مهندسی سیستم عصبی
۶. کاربرد کنترل در مهندسی پزشکی
۷. کاربرد نور و لیزر در پزشکی
۸. کنترل در سیستم عصبی-عضلانی
۹. بهینه‌سازی و کاربرد آن در پزشکی

**روش ارزیابی:**

ارزشیابی مستمر	میان‌ترم	آزمون نهایی	پروژه
-	+	+	-

**بازدید: -**

**منابع اصلی:**

1. J. Enderle, J.D. Bronzino, S. Blanchard "Introduction to Biomedical Engineering", Academic Press, 2005.
2. J.G. Webster "Medical Instrumentation: Applications and Design", Wiley, 2010.
3. J.D. Bronzino, "The Biomedical Engineering Handbook", 3<sup>rd</sup> Edition, 3 volume set, CRC Press, 2006.





پردازش سیگنال‌های پزشکی-زیستی پیشرفته  
(Advanced Biomedical Signal Processing)

تعداد واحد نظری: ۳	تعداد واحد عملی: ۰
نوع درس: اختیاری	حل تمرین: - پیش‌نیاز: -

**هدف درس:**

تبیین روش‌های پیشرفته و غیرخطی در پردازش سیگنال‌های پزشکی-زیستی و بازشناخت آن‌ها با روش‌های پیشرفته بازشناسی الگو.

**رئوس مطالب:**

۱. مقدمه‌ای بر متغیرها و فرآیندهای تصادفی و توابع توزیع آن‌ها
۲. تبدیل نرخ نمونه‌برداری و پردازش چندنرخ سیگنال
۳. پردازش سیگنال‌های دوبعدی (معادلات تفاضلی، تبدیل فوریه گسسته در زمان، تبدیل Z، تبدیل فوریه گسسته و ... دوبعدی)
۴. نظریه تخمین
۵. میانگین‌گیری و کاربرد آن در پردازش سیگنال‌های پزشکی-زیستی
۶. روش‌های خطی (مدل‌های AR، MA، ARMA و...) و غیرخطی (فضای فاز و...) تحلیل سری‌های زمانی
۷. تحلیل سیگنال در حوزه فرکانس و تخمین پارامتری و غیر پارامتری طیف
۸. بازشناسی آماری الگو
۹. مقدمه‌ای بر نظریه فازی و کاربرد آن در دسته‌بندی و بازشناسی الگو

**روش ارزیابی:**

ارزیابی مستمر	میان‌ترم	آزمون نهایی	پروژه
-	+	+	+

بازدید: -

**منابع اصلی:**

1. A. Cohen, "Biomedical Signal Processing", 2<sup>nd</sup> Edition, CRC Press, 2002.
2. R.M. Rangayyan, "Biomedical Signal Analysis", IEEE Press-Wiley, 2002.
3. R. M. Gray, "An Introduction to Statistical Signal Processing", Cambridge University Press, 2007.
4. H. Bunke, "Applied Pattern Recognition", Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2008.
5. N. Bruces, "Biomedical Signal Processing and Signal Modeling", Wiley, 2001.

## دانشگاه اصفهان

دانشکده فنی و مهندسی

گروه مهندسی پزشکی



6. M. Akay, "Time Frequency and Wavelets in Biomedical Signal Processing", Wiley-IEEE Press, 1997.
7. A. R. Webb, Keith D. Copey, Wiley , "Statistical Pattern Recognition", 3<sup>rd</sup> Edition, 2011.
8. T. J. Ross, "Fuzzy Logic with Engineering Applications", Wiley, 3<sup>rd</sup> Edition, 2010.
9. H. Kantz, T. Schreiber, "Nonlinear Time Series Analysis", Cambridge University Press; 2<sup>nd</sup> Edition, 2004.



روش‌های بهینه سازی غیر خطی و کاربرد آن در مهندسی پزشکی  
(Nonlinear Optimization and its application in Biomedical Engineering)

تعداد واحد نظری: ۳	تعداد واحد عملی: ۰
	حل تمرین: -
نوع درس: اختیاری	پیش‌نیاز: اصول پردازش سیگنال‌های زیستی

**هدف درس:**

تبیین تئوری ریاضی و روش‌های بهینه سازی غیر خطی، بررسی بهینه محلی یا کلی، شرایط بهینه سازی، روش‌های مختلف بهینه سازی و پیاده سازی آن‌ها.

**رئوس مطالب:**

۱. مقدمه: نیاز، مفهوم، اهمیت و کاربرد، و انواع رویکردهای بهینه سازی
۲. شرایط بهینه سازی
۳. بهینه محلی و عمومی
۴. توابع محدب
۵. شرایط بهینه سازی برای مسایل بدون محدودیت
۶. شرایط بهینه سازی برای مسایل محدود با داشتن دستگاه معادلات
۷. بررسی هم‌رس بودن روش‌های بهینه سازی
۸. بررسی روش‌های نیوتنی در معادلات تک متغیره و چند متغیره
۹. روش‌های جستجو
۱۰. الگوریتم‌های برگرفته از طبیعت: حرکت مورچه‌ها، ژن‌ها و حرکت پرندگان.
۱۱. مینیم کردن توابع هدف در شناسایی سیستم
۱۲. مینیم کردن توابع هدف در شناسایی الگو
۱۳. بررسی بهینه سازی چندین تابع چند متغیره محدود در یک زمان

**روش ارزیابی:**

ارزیابی مستمر	میان‌ترم	آزمون نهایی	پروژه
+	+	+	+

بازدید: -



منابع اصلی:

1. Bertsekas, P. Dimitri “Nonlinear Programming”. Athena Scientific Press, 2<sup>nd</sup> Edition, 1999.
2. Bazaraa, Mokhtar S., Hanif D. Sherali, and C. M. Shetty. “Nonlinear Programming: Theory and Algorithms” New York: John Wiley & Sons, 1993.
3. I. Griva, S. G. Nash , A. Sofer. “Linear and Nonlinear Optimization”. Society for Industrial Mathematics; 2<sup>nd</sup> Edition, 2008.
4. E. M.T. Hendrix , B. G.-Tóth. “Introduction to Nonlinear and Global Optimization” (Springer Optimization and Its Applications). Springer; 1<sup>st</sup> Edition. 2010.
5. A. Ruszczyński. “Nonlinear Optimization”. Princeton University Press, 2011.



شبیه سازی و کاربردهای آن در پزشکی  
(Simulation and its Applications in Medicine)

تعداد واحد نظری: ۳	تعداد واحد عملی: ۰
نوع درس: اختیاری	حل تمرین: -
	پیش نیاز: -

**هدف درس:**

آشنایی با اصول مدل سازی و روش های شبیه سازی کامپیوتری دستگاه های پزشکی با تکیه بر روش شبیه سازی مونت کارلو.

**رئوس مطالب:**

۱. اصول مدل سازی، راست نمایی (Validation)، اجزا مدل (چارچوب، ساختار، پارامترها- ساختار استاتیکی و ساختار دینامیکی)
۲. مدل سازی سیستم های متمرکز
۳. مدل سازی سیستم های گسترده
۴. شبیه سازی مونت کارلو
۵. روش های تولید اعداد تصادفی یکنواخت
۶. روش های تولید اعداد تصادفی غیر یکنواخت و خواص مدل های مختلف احتمالی
۷. نمونه های مشابه سازی دستگاه های پزشکی و اجزای آنها، آموزش و ...
۸. روش های کاهش واریانس
۹. کامپیوتر و مشابه سازی، سخت افزارهای اختصاصی برای مشابه سازی، سیستم های حسابگر موازی و گسترده در مشابه سازی
۱۰. آشنایی با نرم افزارهای شبیه سازی

**روش ارزیابی:**

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
-	+	+	+

**بازدید: -**

**منابع اصلی:**

1. M. Ljungberg, S. E. Strand, M. A. King, "Monte Carlo Calculations in Nuclear Medicine: Applications in Diagnostic Imaging", Taylor & Francis, 1998.
2. H. Zaidi, G. Sgouros, "Therapeutic Applications of Monte Carlo Calculations in Nuclear Medicine", Taylor & Francis, 2003.
3. P. Verdonck, "Advances in Biomedical Engineering", Elsevier, 2008.



4. A.V. Zinkovsky, V. A. Sholuha, A. A. Lvanov, “Mathematical Modelling and Computer Simulation of Biomechanical Systems”, World Scientific Pub., 1996.
5. F. C. Hoppensteadt, C. S. Peskin, “Modeling and Simulation in Medicine and Life Sciences”, Springer, 2001.
6. A. K. Hartmann, “A Practical Guide to Computer Simulation”, World Scientific Publishing Company, 2009.
7. R. Schwartz, “Biological Modeling and Simulation: A Survey of Practical Models, Algorithms, and Numerical Methods (Computational Molecular Biology)”, The MIT Press, 2008.
8. F. Neelamkavil, “Computer Simulation and Modelling”, John Wiley and Sons, 1994.



الکتروفیزیولوژی کمی و سیستم‌های عصبی  
(Quantitative Electrophysiology and Neuronal Systems)

تعداد واحد نظری: ۳	تعداد واحد عملی: ۰
نوع درس: اختیاری	حل تمرین: - پیش‌نیاز: -

**هدف درس:**

بررسی عملکرد سیستم عصبی در سطوح مختلف از سطح کانال‌های یونی تا شبکه‌های نورونی از دیدگاه مهندسی. همچنین بررسی مدل‌های کیفی و محاسباتی بخش‌های مختلف سیستم عصبی در سطوح مختلف.

**رئوس مطالب:**

۱. آناتومی و فیزیولوژی سیستم عصبی: بررسی در سطوح مختلف سیستم عصبی از سطوح بالا به پایین
۲. کانال‌های یونی: آزمایش تثبیت ولتاژ، مدل HH
۳. غشاء تحریک‌پذیر: شکل‌گیری پتانسیل استراحت و پتانسیل عمل
۴. نورون: انتشار غیرفعال و فعال پتانسیل در نورون، تحریک الکتریکی خارج سلولی
۵. پتانسیل‌های میدانی، سیگنال الکتریکی مغز، قلب و ماهیچه
۶. سیناپس و تعاملات بین نورونی
۷. شبکه‌های نورونی و پدیده هم‌زمانی
۸. مطالعه مدل‌های کلی و جزئی مراکز مختلف سیستم عصبی، از جمله قلب، مغز، شبکه، قشر بینایی، سیستم شنوایی و نظایر آن

**روش ارزیابی:**

ارزشیابی مستمر	میان‌ترم	آزمون نهایی	پروژه
+	+	+	+

بازدید: -

**منابع اصلی:**

1. R. Plonsey, R.C. Barr "Bioelectricity: A Quantitative Approach", Springer, 3rd Edition, 2007.
2. E.M. Izhikevich "Dynamic Systems in Neuroscience: The Geometry of Excitability and Bursting", MIT Press, 2010.
3. R.M. Gulrajani "Bioelectricity and Biomagnetism", Wiley, 1998.
4. J. Malmivuo, R. Plonsey "Bioelectromagnetism: Principles and Applications of Bioelectric and Biomagnetic Fields", Oxford University Press, 1995.



کنترل سیستم‌های عصبی-عضلانی  
(Control of Neuromuscular Systems)

تعداد واحد نظری: ۳	تعداد واحد عملی: ۰
نوع درس: اختیاری	حل تمرین: - پیش‌نیاز: -

**هدف درس:**

معرفی و شناخت نحوه کنترل در سیستم‌های عصبی-عضلانی و پارامترهای تحت کنترل در این سیستم و همچنین بیان استراتژی‌هایی که شاید در کنترل حرکت توسط سیستم اعصاب مرکزی استفاده می‌شود.

**رئوس مطالب:**

۱. کلیات مربوط به حرکت و عوامل مؤثر در آن
۲. فیزیولوژی و مدل ماهیچه و اصول الکتریکی و مکانیکی آن
۳. مدل فیزیولوژیکی کنترل حرکت و مشخصات دینامیکی سیستم هماهنگی حرکت
۴. بررسی مشخصات حرکات Free-Wheeling، ارادی، غیر ارادی، حرکات پیش‌بینی شده و پیش‌بینی نشده، حالت گذرا و دائم حرکات، حرکت تعقیب کنایی و حرکات ریتمیک.
۵. کنترل حالت در انسان (Postural Control)
۶. حلقه‌های فیدبکی ماهیچه‌های اسکلتی
۷. نقش نخاع، مخچه، قشر حرکتی مخ، عقده‌های قاعده‌ای و خاصیت فتری ماهیچه در سیستم کنترل حرکت
۸. اثر تحریک‌های خارجی (مانند FES) در ایجاد و کنترل حرکت

**روش ارزیابی:**

ارزیابی مستمر	میان‌ترم	آزمون نهایی	پروژه
+	+	+	+

بازدید: -

**منابع اصلی:**

1. M.A. Arbib, "The Handbook of Brain Theory and Neural Networks", MIT Press, 2002
2. B. Tyldesley, J. Grieve, "Muscles Nerves and Movement: In human occupation", Wiley-Blackwell, 3rd Edition, 2002.



## دانشگاه اصفهان

دانشکده فنی و مهندسی

گروه مهندسی پزشکی



3. G. Pocock, C.D. Rechards, "Human Physiology the Basis of Medicine", Oxford University Press, 3rd Edition, 2006.
4. A.C. Guyton, J.E. Hall, "Textbook of Medical Physiology", Saunders, 12th Edition, 2010.
5. T.A. McMahan, "Reflexes and Locomotion", Muscles, 1984



مبانی بیوانفورماتیک  
(Fundamentals of Bioinformatics)

تعداد واحد نظری: ۳	تعداد واحد عملی: ۰
نوع درس: اختیاری	حل تمرین: - پیش نیاز: -

**هدف درس:**

یادگیری اصول و مقدمات بیوانفورماتیک و تشریح الگوریتم‌های اصلی (رئوس مطالب). همچنین دانشجویان به طور عملی نرم افزارها و ابزارهای بیوانفورماتیک و همچنین مهارت‌های برنامه نویسی بیوانفورماتیک را فرا می‌گیرند.

**رئوس مطالب:**

۱. مقدمه، تاریخچه و اهمیت بیوانفورماتیک
۲. مقدمه‌ای بر زیست‌شناسی
۳. مقایسه دو توالی زیستی
۴. معرفی بانک‌های اطلاعاتی زیستی
۵. جستجوی ژنی، BLAST, PSIBLAST, PHIBLAST
۶. مقایسه توالی‌های چندگانه زیستی
۷. پیش‌گویی فیلوژنیک
۸. پیش‌گویی ساختارهای RNA
۹. پیش‌گویی ساختارهای پروتئینی
۱۰. پیش‌گویی و آنالیز ژن‌ها
۱۱. آنالیز داده‌های میکرو آرایه و کاربردهای آن
۱۲. کاربردهای بیوانفورماتیک در طراحی دارو
۱۳. مدل‌سازی سیستم ایمنی، ایمونوانفورماتیک و طراحی واکسن به روش معکوس
۱۴. تمرین برنامه نویسی با Perl, Python, Java و آشنائی با Bioperl, BioPython و BioJAVA

**روش ارزیابی:**

ارزشیابی مستمر	میان‌ترم	آزمون نهایی	پروژه
-	+	+	+

بازدید:-

منابع اصلی:

## دانشگاه اصفهان

دانشکده فنی و مهندسی

گروه مهندسی پزشکی



1. J. Pevzner , “Bioinformatics and Functional Genomics”, Wiley-Blackwell, 2<sup>nd</sup> edition, 2009.
2. D. Mount, “Bioinformatics: Sequence and Genome Analysis”, Cold Spring Harbor Laboratory Press, 2<sup>nd</sup> edition, 2004.
3. A. M. Campbell and L. J. Heyer, “Discovering Genomics, Proteomics and Bioinformatics”, Benjamin Cummings publisher, 2<sup>nd</sup> edition, 2007.



پردازش تصاویر دیجیتال  
(Digital Image Processing)

تعداد واحد نظری: ۳	تعداد واحد عملی: ۰ حل تمرین: -
نوع درس: اختیاری	پیش نیاز: اصول پردازش سیگنال‌های زیستی

**هدف درس:**

تبیین مفاهیم نظری پردازش تصاویر دیجیتال و پیاده سازی و ارزیابی الگوریتم‌های آن در یک محیط برنامه نویسی مناسب.

**رئوس مطالب:**

۱. مقدمه : پردازش تصاویر دیجیتال، تاریخچه و حوزه‌های مختلف به کارگیری آن با توجه به طیف الکترومغناطیسی.
۲. اصول تصاویر دیجیتال : اجزای درک بصری، انواع تصویر بردارها، نمونه برداری و چندی کردن تصاویر، تقسیم بندی عملگرهای پردازش تصاویر.
۳. بهبود کیفیت تصاویر دیجیتال در حوزه مکان : تبدیلات سطوح خاکستری، پردازش بر مبنای هیستوگرام، عملگرهای ریاضی و منطقی، اصول فیلترهای مکانی، فیلترهای مکانی هموارساز (smoothing) و برجسته ساز (sharpening)
۴. بهبود کیفیت تصاویر دیجیتال در حوزه فرکانس : تبدیل فوریه گسسته دو بعدی، پیاده سازی فیلتر در فضای فرکانس، فیلترهای هموارسازی و برجسته سازی در فضای فرکانس، فیلتر هم ریختی، پیاده سازی تبدیل فوریه دو بعدی.
۵. بازیابی تصویر : مدلی برای فرایند بازیابی، مدل‌های نویز در پردازش تصاویر، بازیابی تصویر در حضور نویز، بازیابی تصویر با تخمین توابع تخریب کننده، تبدیلات هندسی.
۶. فشرده سازی تصویر : اصول فشرده سازی، مدل‌های فشرده سازی تصویر، تئوری اطلاعات، فشرده سازی بدون اتلاف، فشرده سازی با اتلاف، استانداردهای فشرده سازی.
۷. تقطیع تصویر : آشکارسازی نا پیوستگی‌ها و لبه‌ها، آستانه گذاری، تقطیع بر مبنای نواحی.

**روش ارزیابی:**

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
+	+	+	+

**بازدید :-**

**منابع اصلی:**

## دانشگاه اصفهان

دانشکده فنی و مهندسی

گروه مهندسی پزشکی



- 1- R.C. Gonzalez, R.E. Woods, "Digital Image Processing", 3rd Edition, Prentice Hall, 2007.
- 2- W.K. Pratt, "Digital Image Processing", 4th Edition, Wiley-Interscience, 2007.
- 3- R.C. Gonzalez, R.E. Woods, S.L. Eddins, "Digital Image Processing using MATLAB", Pearson Prentice Hall, 2004.
- 4- A.K. Jain, "Fundamentals of Digital Image Processing", Prentice Hall, 1989.



**بینایی ماشین**  
(Machine Vision)

تعداد واحد نظری: ۳	تعداد واحد عملی: ۰ حل تمرین: -
نوع درس: اختیاری	پیش نیاز: اصول پردازش سیگنال‌های زیستی

**هدف درس:**

آشنایی با الگوریتم‌ها و اجزای سیستم‌های بینایی ماشین، کاربردها و محدودیت‌های سیستم‌های ماشین بینا. ارایه پروژه-های متناسب با موضوع درس نیز پیشنهاد می‌شود.

**رئوس مطالب:**

۱. مقدمه: بینایی ماشین و کاربردها، انواع و اجزای سیستم‌های بینایی ماشینی.
۲. پردازش تصاویر دو سطحی: خصوصیات هندسی، افکانش (projection)، رمز کردن RLE، الگوریتم‌های باینری، عملگرهای ریخت شناسی (morphology).
۳. تقطیع تصاویر: الگوریتم‌های تقطیع نواحی، نمایش نواحی، شکست و ادغام (split & merge)، رشد نواحی.
۴. لبه یابی و کانتور: مراحل لبه یابی، عملگرهای لبه یابی (مشتق مرتبه اول و دوم)، لاپلاسیان گوسین، آشکارسازی لبه canny، آشکارسازی خطوط، هندسه منحنی‌ها، منحنی‌های دیجیتال، خوراندن منحنی‌ها (curve fitting)، تخمین منحنی‌ها، کانتور فعال.
۵. بافت: روش‌های ساختاری تحلیل بافت، روش‌های آماری تحلیل بافت.
۶. بینایی پویا (تصاویر متوالی): آشکارسازی تغییرات، حرکت، ردیابی، انطباق.
۷. استخراج عمق و ایجاد تجسم: تصویر برداری استریو، تطبیق استریو، تجسم از بافت، تجسم از سایه، تجسم از حرکت، تجسم از وضوح.
۸. طبقه بندی و تطبیق الگوهای تصویری: ویژگی‌های تصویری متداول و استخراج آن‌ها، روش‌های طبقه بندی الگوهای تصویری، شبکه‌های عصبی.

**روش ارزیابی:**

ارزشیابی مستمر	میان‌ترم	آزمون نهایی	پروژه
+	+	+	+

**بازدید: -**

**منابع اصلی:**

## دانشگاه اصفهان

دانشکده فنی و مهندسی

گروه مهندسی پزشکی



1. M. Sonka, V. Hlavac, R. Boyle, "Image Processing, Analysis, and Machine Vision", CL-Engineering, 3rd Edition, 2007.
2. R.C. Gonzalez, R.E. Woods, "Digital Image Processing", Prentice Hall, 3rd Edition, 2007.
3. W.E. Synder, H. Qi, "Machine Vision", Cambridge University Press, 2004.
4. M. Nixon, A. Aguado, "Feature Extraction and Image Processing", Academic Press, 2008.
5. R. Jain, K. Katsuri, B.G. Schunk, "Machine Vision", McGraw Hill, 1995.



شناسایی و تخمین سیستم‌ها  
(Systems Estimation and Identification)

تعداد واحد نظری: ۳	تعداد واحد عملی: ۰ حل تمرین: -
نوع درس: اختیاری	پیش نیاز: -

هدف درس:

تبیین روش‌های شناسایی سیستم‌ها، به دست آوردن معادلات تقریبی آن‌ها و تخمین پارامترها و رفتار سیستم‌ها.

رئوس مطالب:

۱. معرفی شناسایی سیستم‌ها: ویژگی‌ها، مسایل و مشکلات، روش‌ها و تقسیم‌بندی‌ها.
۲. شناسایی سیستم‌های خطی ایستا و روش‌های شناسایی آنها.
۳. فیلتر کالمن و کاربرد آن در تخمین پارامترها، انتخاب ماتریس کوواریانس نوین، انتخاب رگرسورهایم.
۴. شناسایی سیستم‌های دینامیکی خطی و روش‌های شناسایی آنها.
۵. شناسایی حلقه بسته و انتخاب سیگنال تحریک به حد کافی غنی برای شناسایی.
۶. شناسایی سیستم‌های چند ورودی چند خروجی و شناسایی سیستم‌ها در مدل فضای حالت.
۷. شناسایی سیستم‌های غیرخطی ایستا.
۸. مقدمه‌ای بر بهینه‌سازی غیرخطی، مسأله بهینه‌های محلی و شرط اولیه.
۹. معرفی روش‌های بهینه‌سازی برای تخمین پارامترها و مسأله آموزش.
۱۰. کاربرد شبکه‌های عصبی مصنوعی در شناسایی.
۱۱. کاربرد سیستم‌های فازی در شناسایی.
۱۲. شناسایی سیستم‌های دینامیکی غیرخطی.
۱۳. مدل‌های ورودی-خروجی غیرخطی، NOE و NARX.

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان‌ترم	آزمون نهایی	پروژه
-	+	+	+

بازدید:-

منابع اصلی:

1. J. P. Norton "An Introduction to Identification" Dover Publications, 2009.
2. O. Nelles, "Nonlinear System Identification: From Classical Approaches to Neural Networks and Fuzzy Models", Springer, 2001.
3. L. Ljung, "System Identification: Theory for the User", Prentice Hall, 1999.



## دانشگاه اصفهان

دانشکده فنی و مهندسی

گروه مهندسی پزشکی



4. T. Söderström and P. Stoica, "System Identification", Prentice Hall, 1989.
5. L.Ljung and T.Söderström, "Theory and Practice of Recursive Identification", MIT Press, 1983.



**رباتیک پزشکی**  
(Medical Robotics)

تعداد واحد نظری: ۳	تعداد واحد عملی: ۰
نوع درس: اختیاری	حل تمرین: -
	پیش نیاز: -

**هدف درس:**

تبیین مدل سیستم‌های رباتیک و چگونگی حرکت و کنترل آن‌ها، مسایل جانبی مانند احساس، هوش و برنامه ریزی آن‌ها و کاربرد آنها در پزشکی.

**رئوس مطالب:**

۱. مقدمه شامل معرفی بازوها و سیستم‌های رباتیک. مقدمات ریاضی لازم برای بررسی دینامیک و کنترل بازوهای مکانیکی، و تبدیل‌های ریاضی لازم در سیستم‌های رباتیک.
۲. سینماتیک مستقیم و معکوس شامل پارامترهای دناویت هارتنبرگ، فضای مفصلی و کارتیزین، روش هندسی، روش‌های بازگشتی، قضیه بقایفر، زیرفضاهای سینماتیکی.
۳. دینامیک شامل شتاب خطی و زاویه ای، روش نیوتن -اولی، روش‌های بازگشتی، روش لاگرانژ، روش بازگشتی لاگرانژ.
۴. تولید مسیر شامل روش‌های فضای مفصلی و کارتیزین، منحنی‌های درجه سه و پارابولیک، روش‌های بهینه زمانی.
۵. طراحی کنترل کننده خطی و غیرخطی.
۶. کنترل کننده های برگرفته از بیولوژی، کنترل‌های نیرو، امیدانس و هیبرید شامل معرفی روش‌های ترکیبی کنترل نیرو و موقعیت به صورت همزمان.
۷. حس کننده های ربات‌ها، حس فاصله، همسایگی، تماس، نیرو و گشتاور، حس بینایی و هوش، زبان‌های برنامه ریزی ربات‌ها، ربات‌های متحرک، کاربردهای مختلف انواع ربات‌ها.
۸. کاربرد ربات‌ها در پزشکی.

**روش ارزیابی:**

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
-	+	+	+

**بازدید:-**

**منابع اصلی:**

1. M. W. Spong, S. Hutchinson, M. Vidyasagar, "Robot Modeling and Control", New York, Wiley, 2006.



2. Lung- Wen Tsai, "Robot Analysis: the Mechanics of Serial and Parallel Manipulators", New York, Wiley, 1999.
3. John J. Craig, "Introduction to Robotics: Mechanics and Control", 3rd Edition Mass., Addison Wesley, 2005.
4. H. Asada and J.J. Slotine, "Robot Analysis and Control", J. Wiley, 1989.
5. K. S. Fu, R. C. Gonzalez and C. S. G. Lee, "Robotics Control Sensing Vision, and Intelligene", McGraw-Hill, 1987.
6. M. P. Groover, M. Weiss, R. N. Nagel and N. G. Odrey, "Industrial Robotics: Technology Programming and Applications", McGraw-Hill, 1986.
7. R. Siegwart, I. R. Nourbakhsh, "Introduction to Autonomous Mobile Robots" The MIT Press, 2004.
8. HR. Everett, "Sensors for Mobile Robots: Theory and Application", AK Peters Ltd, 1995.



**کنترل مدرن**  
(Modern Control)

تعداد واحد نظری: ۳	تعداد واحد عملی: ۰
نوع درس: اختیاری	حل تمرین: - پیش نیاز: -

**هدف درس:**

تحلیل و طراحی سیستم‌های کنترل در حوزه زمان با استفاده از متغیرهای حالت.

**رئوس مطالب:**

۱. مقدمه شامل توصیف ریاضی سیستم‌ها، مرور مفاهیم جبر خطی.
۲. معادلات دینامیکی در فضای حالت.
۳. کنترل پذیری و رویت شوندگی.
۴. تئوری تحقق، بررسی تحقق پذیری، تحقق‌های کنترل پذیری و رویت شوندگی، تحقق می‌نیمال، تحقق بالانس شده.
۵. پایداری، تعریف حالت تعادل، پایداری مجانبی، بررسی پایداری به روش لیاپانف.
۶. فیدبک حالت خطی، فیدبک حالت در سیستم‌های چند متغیره، جایابی ساختار ویژه، طراحی سیستم‌های ردیاب با فیدبک حالت، طراحی فیدبک حالت با کنترل انتگرال، جایابی قطب.
۷. مشاهده گر حالت خطی، مشاهده گر مرتبه کامل و مرتبه کاهش داده شده، فیدبک حالت با استفاده از حالت‌های تخمین زده شده، قضیه جداسازی.
۸. مقدمه‌ای بر سیستم‌های کنترل بهینه خطی.

**روش ارزیابی:**

ارزشیابی مستمر	میان‌ترم	آزمون نهایی	پروژه
-	+	+	+

**بازدید:-**

**منابع اصلی:**

1. C. T. Chen, "Linear System Theory and Design", 3<sup>rd</sup> edition, Oxford University Press, 1999.
2. W. L. Brogan, "Modern Control Theory", 3<sup>rd</sup> edition, Prentice-Hall, 1991.



۳. ع. خاکی صدیق، "اصول کنترل مدرن"، چاپ دوم با تجدیدنظر، انتشارات دانشگاه تهران، ۱۳۸۲.
4. P. J. Antsaklis, A. N. Michel, "Linear Systems", Birkhauser Boston , 2007.



سیستم‌های کنترل تطبیقی  
(Adaptive Control Systems)

تعداد واحد نظری: ۳	تعداد واحد عملی: ۰
نوع درس: اختیاری	حل تمرین: - پیش‌نیاز: -

**هدف درس:**

مطالعه و طراحی کنترل کننده‌هایی که بتواند رفتار خود را در پاسخ به تغییرات دینامیکی سیستم و اغتشاشات وارد به آن اصلاح نماید.

**رئوس مطالب:**

۱. مقدمه (معرفی، جایگاه کنترل تطبیقی در مقایسه با سایر روش‌های کنترلی، تاریخچه، روش‌هایی که قابل دسته بندی در کنترل کننده‌های تطبیقی هستند).
۲. شناسایی سیستم (شناسایی خارج از خط پارامترها با استفاده از روش حداقل مربعات، شناسایی روی خط پارامترها، بهبود الگوریتم‌ها).
۳. رگولاتورهای خودتنظیم (معرفی مقدماتی، طراحی جایابی قطب، رگولاتور خودتنظیم غیرمستقیم، رگولاتور خودتنظیم مستقیم و الگوریتم ترکیبی، روش اصلاح شده در مواجهه با اغتشاشات، عمل انتگرالی).
۴. رگولاتور خودتنظیم مینیمم واریانس (طراحی کنترل کننده‌های مینیمم واریانس و میانگین متحرک، رگولاتورهای خودتنظیم اتفاقی، رگولاتورهای خودتنظیم پیش بین).
۵. سیستم‌های تطبیقی مدل مرجع (مقدمه، طراحی سیستم تطبیقی مدل مرجع، تحلیل پایداری و همگرایی، طراحی سیستم تطبیقی مدل مرجع با استفاده از تئوری لیاپانف، معرفی تئوری پسیو بودن و نتایج مربوطه در کنترل تطبیقی، طراحی سیستم تطبیقی مدل مرجع با استفاده از فیدبک خروجی).
۶. مقدمه‌ای به روش زمان بندی بهره.
۷. برخی از کاربردها و ملاحظات عملی مربوط به کنترل کننده‌های تطبیقی.

**روش ارزیابی:**

ارزشیابی مستمر	میان‌ترم	آزمون نهایی	پروژه
-	+	+	+

**بازدید:-**

**منابع اصلی:**

## دانشگاه اصفهان

دانشکده فنی و مهندسی

گروه مهندسی پزشکی



1. K. J. Astrom and B. Wittenmark, "Adaptive Control", 2<sup>nd</sup> Edition, Dover Publication, 2008.
2. G. C. Goodwin and K. S. Sin, "Adaptive Filtering, Prediction and Control", Dover Publications, 2009.
3. E. F. Camacho and C. Bordons, "Model Predictive Control", Springer – Verlag, 2004.



سیستم‌های کنترل دیجیتال و غیر خطی  
(Digital and Nonlinear Control Systems)

تعداد واحد نظری: ۳	تعداد واحد عملی: ۰
نوع درس: اختیاری	حل تمرین: -
	پیش نیاز: -

**هدف درس:**

مطالعه و طراحی کنترل کننده‌ای از نوع دیجیتال که بتواند رفتار سیستم‌های پیوسته را به کمک کامپیوتر اصلاح نماید. مطالعه، توصیف و تحلیل پایداری سیستم‌های غیرخطی و طراحی برخی کنترل کننده‌ها برای این گونه سیستم‌ها نیز مورد بررسی قرار می‌گیرد

**رئوس مطالب:**

۱. تبیین سیستم‌های کنترل دیجیتال و مثال‌هایی از کاربردهای آن‌ها.
۲. تبدیل Z و خواص آن، تبدیل Z معکوس تابع تبدیل پالسی.
۳. تعیین پاسخ میان دو لحظه نمونه برداری، تبدیل Z تکمیلی، تحقق کنترل کننده‌های دیجیتال و فیلترهای دیجیتال، نگاشت میان صفحه S و صفحه Z.
۴. تحلیل پایداری سیستم‌های حلقه بسته در حوزه Z، بدست آوردن معادله‌های زمان گسسته، کنترل کننده‌های زمان پیوسته.
۵. اصول طراحی بر اساس معادله‌های زمان گسسته کنترل کننده‌های آنالوگ، اصول طراحی بر اساس روش مکان ریشه و روش‌های پاسخ فرکانسی.
۶. روش طراحی تحلیلی، تحلیل فضای حالت، نمایش فضای حالت سیستم‌های زمان گسسته، حل معادلات حالت سیستم‌های زمان گسسته، ماتریس تابع تبدیل لاپلاسی، گسسته سازی معادلات فضای حالت سیستم‌های زمان پیوسته.
۷. تحلیل و طراحی در فضای حالت، کنترل پذیری، رویت پذیری، و تبدیلات مفید در فضای حالت.
۸. رویت گرهای حالت، رویت گرهای حالت مرتبه کامل.
۹. معرفی سیستم غیرخطی، مشخصات آن و تحلیل سیستم‌های غیرخطی در صفحه فاز.
۱۰. تئوری لیاپانف برای پایداری محلی و فراگیر و تئوری پایداری.
۱۱. روش طراحی خطی سازی با فیدبک.

**روش ارزیابی:**

ارزشیابی مستمر	میان‌ترم	آزمون نهایی	پروژه
-	+	+	+

بازدید: -





منابع اصلی :

1. C. L. Phillips and H. T. Nagle, "Digital Control System Analysis and Design", Prentice Hall, 2007.
2. G. F. Franklin, J. D. Powell, and M. L. Workman, "Digital Control of Dynamic Systems", Prentice Hall, 1997.
3. M. S. Fadali and A. Visioli, "Digital Control Engineering: Analysis and Design", Academic Press, 2009.
4. J. Slotine and W. Li, "Applied Nonlinear Control", Englewood Cliffs, Prentice Hall, 1991.
5. H. Khalil, "Nonlinear Systems", 3rd Edition, Prentice Hall Inc, Newjersy, 2001.
6. A. Isidori, "Nonlinear Control Systems", 3rd Edition. Springer Verlag, 1995.
7. Z. Vukic, L. Kuljaca, D. Donlagic, S. Tesnjak, " Nonlinear Control Systems", CRC Press, 2003



سیستم‌های کنترل فازی  
(Fuzzy Control Systems)

تعداد واحد نظری: ۳	تعداد واحد عملی: ۰
نوع درس: اختیاری	حل تمرین: -
	پیش‌نیاز: -

**هدف درس:**

مطالعه و طراحی کنترل کننده‌ای که بتواند رفتار خود را در پاسخ به تغییرات سیستم و اغتشاشات وارد به آن با استفاده از نظریه فازی اصلاح نماید.

**رئوس مطالب:**

۱. مقدمه (معرفی، جایگاه کنترل فازی در مقایسه با سایر روش‌های کنترلی، تعاریف، اصول و منطق فازی).
۲. ریاضیات فازی (مجموعه‌ها، توابع عضویت روابط، قوانین و متغیرهای زبانی)
۳. سیستم‌های فازی (معادل سازی، فازی سازی و پایگاه قوانین و موتور رابط فازی).
۴. طراحی فازی سیستم و تقریب زدن سیستم با استفاده از داده‌های ورودی و خروجی.
۵. طراحی کنترل کننده‌های فازی (روش سعی و خطا، انواع کنترل کننده‌های فازی مانند کنترل پایدار و بهینه).

**روش ارزیابی:**

ارزشیابی مستمر	میان‌ترم	آزمون نهایی	پروژه
-	+	+	+

بازدید:-

**منابع اصلی:**

1. L. X. Wang, "A Course in Fuzzy Systems and Control", Prentice-Hall, 1997.
2. K. M. Passino, "Fuzzy Control", Addison-Wesley, 1998.
3. L. Reznik, "Fuzzy Controllers", 1997.
4. M. Margaliot and G. Langholz, "Fuzzy Modeling and Control", 2000.
5. H. Ying, "Fuzzy Control & Modeling", 2000.
6. K. Tanaka and H. Wang, "Fuzzy Control Systems", 2001.
7. G. Chen and T. T. Pham, "Introduction to Fuzzy Sets, Fuzzy Logic, and Fuzzy Control Systems", 2001.
8. K. Michelset. al., "Fuzzy Control, Fundamentals, Stability and Design", 2005.



مهندسی سیستم عصبی  
(Neural Engineering)

تعداد واحد نظری: ۳	تعداد واحد عملی: ۰ حل تمرین: -
نوع درس: اختیاری	پیش نیاز: -

**هدف درس:**

تبیین مباحث مرتبط با حوزه وسیع مهندسی سیستم عصبی در دو محور تحقیقاتی و کاربردی. در این درس برای دانشجویان از یکسو به کارگیری ابزارها و روش‌های مهندسی در حوزه علوم اعصاب و علوم شناختی ارائه می‌شود و از سوی دیگر پروتزهای عصبی و کاربردهای درمانی و توانبخشی آن‌ها را ارائه می‌گردد.

**رئوس مطالب:**

۱. مقدمه‌ای بر مهندسی سیستم عصبی: بررسی اهمیت، گستره کاربردها و تاریخچه آن
۲. پایه‌های الکتروفیزیولوژی
۳. تحریک سیستم عصبی: اصول، روش‌ها، چالش‌ها
۴. ابزارهای واسط: میکرو الکترودها، واسط‌های عصبی
۵. جایگزینی یا بازیابی عملکرد سیستم عصبی: شنوایی، بینایی، تحریک عمقی مغز، بازیابی حرکت
۶. پروتزهای عصبی: روش‌ها، چالش‌ها
۷. کسب اطلاعات از سیستم عصبی: EEG و ECoG، تکنیک‌های تصویربرداری، پتانسیل‌های میدانی
۸. روش‌های پردازش سیگنال‌های عصبی
۹. رویکردهای نوین در ساخت پروتزهای عصبی

**روش ارزیابی:**

ارزشیابی مستمر	میان‌ترم	آزمون نهایی	پروژه
+	+	+	+

**بازدید: -**

**منابع اصلی:**

1. B. He "Neural Engineering", Kluwer Academic / Plenum Press, 2005.
2. M. Akay "Handbook of Neural Engineering", Wiley-IEEE Press, 2007.
3. Y.I. Kim, N.V. Thakor "Neural Engineering", Springer, 2013.
4. K.W.Horch, G.S. Dhillon "Neuroprosthetics: Theory and Practice", World Scientific Publishing Company, 2004.



5. K.P. Hoffmann "Neural Engineering: Basics", Methods, Devices and Applications, Springer, 2010.
6. R. Plonsey, R.C. Barr "Bioelectricity: A quantitative Approach", Springer, 3rd Edition, 2007.
7. E.R. Kandel, J.H. Schwartz, T.M. Jessell "Principles of Neural Science", McGrawhill, 2000.
8. C. Eliasmith "C.H. Anderson Neural Engineering: Representation, Computation and Dynamics in Neurobiological Systems". MIT Press, 2003.
9. D.J. Dilorenzo, J.D. Bronzino "Neuroengineering", CRC Press, 2007.



### ابزارهای پزشکی زیستی پیشرفته

(Advanced topics in Biomedical Instrumentation)

تعداد واحد نظری: ۳	تعداد واحد عملی: ۰ حل تمرین: -
نوع درس: اختیاری	پیش نیاز: ابزارهای پزشکی زیستی

#### هدف درس:

طرح رویکردها و شاخه‌های نوین در حوزه تجهیزات پزشکی که امروزه به صورت تحقیقاتی دنبال می‌شود، بحث در مورد نکات و جنبه‌های عملی در ساخت تجهیزات پزشکی

#### رئوس مطالب:

۱. روند کلی طراحی سیستم‌های پزشکی
۲. مباحث پیشرفته در ساخت ثبت‌کننده‌های سیگنال‌های حیاتی
۳. مباحث پیشرفته در ساخت تحریک‌کننده‌های الکتریکی
۴. ریز ابزارهای پزشکی: رویکردها برای کاهش ابعاد و وزن سیستم‌های پزشکی
۵. ابزارهای پزشکی از راه دور: روش‌های تحقق انتقال اطلاعات
۶. سیستم‌های کسب انرژی: از منابع داخل بدن، خارج بدن، دما، حرکت‌ها، گلوکز
۷. طراحی با حداقل توان: محدودیت‌ها و رویکردها
۸. آشنایی با مدارهای مجتمع متداول
۹. آشنایی با فن‌آوری‌های ساخت.

#### روش ارزیابی:

ارزیابی مستمر	میان‌ترم	آزمون نهایی	پروژه
+	-	+	+

#### بازدید :-

#### منابع اصلی:

1. D.Prutchi, M. Norris, "Design and Development of Medical electronic Instrumentation", Wiley, 2005.
2. R.B. Northrop, "Non-Invasive Instrumentation and Measurement in Medical Diagnosis", CRC Press, 2002.
3. J.D. Bronzino "Handbook of biomedical Engineering: Medical Devices and Systems", 3<sup>rd</sup> Edition, CRC Press, 2006.
4. M. Kutz "Standard Handbook of Biomedical Engineering and Design", McGraw Hill, 2003.

## دانشگاه اصفهان

دانشکده فنی و مهندسی

گروه مهندسی پزشکی



5. J. Moore, G. Zouridakis “Biomedical Technology and Devices Handbook”, CRC Taylor & Francis, 2004.
6. T.R. Kucklic “The Medical Device R&D Handbook”, CRC Taylor & Francis, 2006.



بازشناسی آماری الگو  
(Statistical Pattern recognition)

تعداد واحد نظری: ۳	تعداد واحد عملی: ۰
نوع درس: اختیاری	حل تمرین: -
	پیش نیاز: -

**هدف درس:**

آشنائی با روش‌های آماری تشخیص الگو و کاربرد آن در مهندسی پزشکی. انجام تکلیف‌های کامپیوتری برای درک مطلب ضروری است.

**رئوس مطالب:**

۱. معرفی طبقه بندی آماری الگوها.
۲. تئوری تصمیم گیری به روش بیز.
۳. روش‌های تخمین پارامترهای آماری، روش ماکزیمم شباهت، روش تخمین بیزی، بیشینه سازی امید.
۴. توابع تمایز خطی و الگوریتم‌های جداساز خطی، روش پرسپترون و جداساز خطی فیشر.
۵. معرفی شبکه عصبی چند لایه پرسپترون و شبکه عصبی بیزی.
۶. ماشین‌های بردار پشتیبان.
۷. مدل‌های گرافیکی آماری، مدل مارکف مخفی، شبکه‌های بیزی.
۸. روش ترکیب دسته بندها.
۹. روش‌های کاهش بعد، PCA و ICA
۱۰. خوشه چینی داده‌ها.

**روش ارزیابی:**

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
-	+	+	+

**بازدید: -**



منابع اصلی:

1. R. O. Duda, P. E. Hart and D. Stork, "Pattern Classification", 2<sup>nd</sup> Edition, Wiley 2002.
2. C. Bishop, "Pattern Recognition and Machine Learning", Springer 2006.
3. C. Bishop, "Neural Networks for Pattern Recognition", Oxford University Press, Oxford, UK, 1995.
4. S. T Theodoridis and K. Koutroumbas, "Pattern Recognition", 3<sup>rd</sup> Edition, Academic Press, 2006





هوش مصنوعی و سیستم‌های کارشناس  
(Artificial Intelligence and Expert Systems)

تعداد واحد نظری: ۳	تعداد واحد عملی: ۰
نوع درس: اختیاری	حل تمرین: -
	پیش نیاز: -

هدف درس:

تبیین روش‌های هوش مصنوعی و هوش محاسباتی و همچنین کاربرد های آن در مهندسی پزشکی.

رئوس مطالب:

۱. تعریف هوش مصنوعی، مبانی، تاریخچه و مرزهای دانش در این حوزه
۲. عاملین (Agents) هوشمند، ساختار و عملکرد عاملین هوشمند، محیط‌ها
۳. حل مسأله، حل مسأله از طریق جستجو، فرموله کردن مسایل، چند مثال جستجو برای جواب، روش‌های جستجو
۴. روش‌های جستجوی آگاهانه (Informed)، جستجوی Best-First، توابع Heuristic، جستجوی حافظه محدود، سایر روش‌های جستجوی بهبود یافته
۵. عاملین مبتنی بر دانش، عاملینی که منطقی استدلال می‌کنند، نمایش منطق، منطق گزاره ای، استدلال
۶. منطق مرتبه اول، استنتاج در این منطق، قوانین استنتاج، استنتاج زنجیره ای به جلو و عقب
۷. برنامه ریزی (Planning)، از حل مسئله به برنامه ریزی، نمایش‌های ساده برای برنامه ریزی، مهندسی دانش برای برنامه ریزی
۸. عدم قطعیت (Uncertainty)، نحوه عمل کردن در شرایط عدم قطعیت، کاربرد و نحوه استحصال احتمالات
۹. معرفی برخی کاربردها در سیستم‌های خبره پزشکی
۱۰. در این درس دانشجو بایستی همزمان استفاده از زبان Lisp (یا در صورت تصویب گروه آموزشی Prolog) را آموخته و در ضمن کلاس، پروژه های کوچکی را اجرا کند.

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان‌ترم	آزمون نهایی	پروژه
-	+	+	+

بازدید: -

منابع اصلی:

1. S. Russell, P. Norvig, "Artificial Intelligence, A modern Approach", 3<sup>rd</sup> Edition, 2009.

## دانشگاه اصفهان

دانشکده فنی و مهندسی

گروه مهندسی پزشکی



2. I. Bratko, "Prolog Programming for Artificial Intelligence", Pearson Education Canad, 4<sup>th</sup> Edition, 2011.
3. P. H. Winston, "LISP", Prentic-Hall, 1996.



الکترومغناطیس زیستی  
(Bioelectromagnetism)

تعداد واحد نظری: ۳	تعداد واحد عملی: ۰
نوع درس: اختیاری	حل تمرین: - پیش نیاز: -

**هدف درس:**

مطالعه و بررسی نمودهای الکتریکی، مغناطیسی و الکترومغناطیسی که در بافت‌های بیولوژیکی موجود است و یا ایجاد می‌شود با استفاده از اصول میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی.

**رئوس مطالب:**

۱. مقدمه ای بر آناتومی و فیزیولوژی.
۲. الکترومغناطیس زیستی در محدوده بافت عصبی و قلب از دیدگاه سلولی و اندام.
۳. منابع بیوالکتریکی، هادی‌ها و مدل‌سازی آن‌ها (مدل الکترونیکی عصب و غشاء).
۴. روش‌های نظری در بررسی و اندازه‌گیری الکترومغناطیس زیستی.
۵. اندازه‌گیری الکتریکی و مغناطیسی فعالیت‌های الکتریکی بافت عصبی.
۶. اندازه‌گیری الکتریکی و مغناطیسی فعالیت‌های الکتریکی قلب.
۷. تحریک الکتریکی و مغناطیسی بافت عصبی و قلب.
۸. اثر امواج الکترومغناطیسی بر بدن.
۹. مواد مغناطیسی زیستی.

**روش ارزیابی:**

ارزشیابی مستمر	میان‌ترم	آزمون نهایی	پروژه
-	+	+	+

**بازدید: -**

**منابع اصلی:**

1. J. Malmivuo and, R. Plonsey "Bioelectromagnetism: Principles and Applications of Bioelectric and Biomagnetic Fields", Oxford University Press, USA, 1995.
2. R. Plonsey and R.C. Barr, "Bioelectricity: A Quantitative Approach", 3<sup>rd</sup> Edition, Springer, 2007.
3. O.G. Martinsen and Sverre Grimnes, "Bioimpedance and Bioelectricity Basics", Academic Press, 2nd Edition, 2008.



سیستم‌های فراصوت در پزشکی  
(Ultrasound Systems in Medicine)

تعداد واحد نظری: ۳	تعداد واحد عملی: ۰ حل تمرین: -
نوع درس: اختیاری	پیش نیاز: -

**هدف درس:**

تبیین کاربردهای امواج فراصوت در امر تشخیص و درمان در پزشکی.

**رئوس مطالب:**

۱. اصول ارتعاش:

حرکت نوسانی ساده و میرا، انواع انتشار موج فراصوت، استخراج معادله موج، حل معادله موج، تعریف پارامترهای موج از قبیل امپدانس و شدت ارتباط آن‌ها با یکدیگر، انعکاس و انکسار، پراکندگی امواج ساکن

۲. تولید و دریافت

انواع مبدل‌ها (پیزوالکتریک) و مقایسه آن‌ها، تشدید الکتریکی و مکانیکی، مدار معادل مبدل، تطبیق امپدانس، معادلات میدان و شکل آن، سیستم‌های تمرکز دهنده، روش‌های اندازه‌گیری امواج فراصوت

۳. خواص صوتی بافت‌های بیولوژیکی

بررسی بافت‌ها از نظر ساختمان، سرعت صوت در بافت‌ها، جذب و تضعیف موج در بافت‌ها، مقادیر پارامترهای صوتی برای بافت‌ها

۴. تصویربرداری تشخیصی

روش‌های مختلف تصویربرداری (C mode, M mode, B mode, A mode)

۵. کاربرد امواج فراصوت در درمان بیماری‌ها

**روش ارزیابی:**

ارزشیابی مستمر	میان‌ترم	آزمون نهایی	پروژه
-	+	+	+

**بازدید :-**

**منابع اصلی:**

1. T. L. Szabo, "Diagnostic ultrasound imaging", Academic Press, 2004
2. K. K. Shung, "Diagnostic ultrasound: imaging and blood flow measurements", Taylor&Francis, 2006
3. P. R. Hoskins, K. Martin, A. Thrush, "Diagnostic Ultrasound: Physics and Equipment", Cambridge University Press, 2010
4. R. S. C. Cobbold, "Foundations of biomedical ultrasound", Oxford University Press, 2007.



5. C. R. Hill, J. C. Bamber, G. Haar, "Physical principles of medical ultrasonics", John Wiley and Sons, 2004.



سمینار ۲  
( Seminar II)

تعداد واحد نظری: ۳	تعداد واحد عملی: - حل تمرین: -
نوع درس: اختیاری	پیش نیاز: -

**هدف درس:**

ارائه موضوع تحقیقی به دانشجو به منظور فراگرفتن عملی نحوه جستجوی مطلب در منابع معتبر، مرور مقالات، و سپس ارائه یک گزارش مدون از مطالب مرور شده و ارائه آن به صورت شفاهی برای دانشجویان آموزش محور

**رئوس مطالب:**

در این درس دانشجویان زیر نظر استاد راهنمای خود، در مورد یک موضوع مشخص تحقیق می نمایند و در انتهای ترم ضمن تحویل گزارش تحقیق خود به استاد راهنما، در حضور وی و یکی از اساتید گروه که به عنوان داور از سوی گروه تعیین شده است، مطالب جمع آوری شده را ارائه می نمایند. این درس برای دانشجویان آموزش محور و بعنوان مکملی برای درس اصلی سمینار در نظر گرفته شده است.

**روش ارزیابی:**

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
+	-	-	+

**بازدید: -**

**منابع اصلی: -**



مباحث ویژه در مهندسی پزشکی  
(Advanced Topics on Biomedical Engineering)

تعداد واحد نظری: ۳	تعداد واحد عملی: ۰ حل تمرین: -
نوع درس: اختیاری	پیش نیاز: با تشخیص گروه

**هدف درس:**

با توجه به اهمیت و گستردگی رشته مهندسی پزشکی و پیشرفت روزافزون علمی آن در صورت نیاز در این درس مباحث جدید با سرفصل مصوب گروه ارائه خواهد شد.

**رئوس مطالب:**

با توجه به نوع درس ارائه شده مطالب مورد نیاز تنظیم خواهد شد و به تصویب گروه خواهد رسید.

**روش ارزیابی:**

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
+	-	+	+

بازدید: -

منابع اصلی: -



جدول مقایسه سرفصل پیشنهادی برای رشته کارشناسی ارشد بیوالکترونیک با سرفصل مصوب وزارت علوم

دروس جبرانی

شماره	سرفصل جاری	سرفصل پیشنهادی	تعداد واحد	توضیحات
۱	آناطومی	-	۲	حذف شد.
۲	فیزیولوژی	فیزیولوژی	۲	بازنگری سرفصل.
۳	-	مقدمه‌ای بر مهندسی پزشکی	۳	اضافه شد.
۴	-	آزمایشگاه ابزار دقیق پزشکی	۱	اضافه شد.

دروس اصلی

شماره	سرفصل جاری	سرفصل پیشنهادی	تعداد واحد	توضیحات
۱	-	روش تحقیق و اخلاق در مهندسی پزشکی	۲	اضافه شد.
۲	پردازش سیگنال‌های دیجیتال	اصول پردازش سیگنال- های زیستی	۳	تغییر نام و بازنگری سرفصل.
۳	ابزار دقیق بیومدیکال	ابزارهای پزشکی زیستی	۳	بازنگری سرفصل.
۴	مدلسازی سیستم‌های بیولوژیک	مدل‌سازی سیستم‌های زیستی	۳	تغییر نام و بازنگری سرفصل.
۵	سیستم‌های کنترل دیجیتال و غیرخطی	-	۳	به جدول دروس اختیاری منتقل شد.
۶	-	سیستم‌های تصویربرداری پزشکی	۳	از جدول دروس اختیاری منتقل شد.
۷	سمینار	سمینار	۱	به یک واحد تقلیل یافت
۸	پایان‌نامه	پایان‌نامه	۶	بدون تغییر

دروس اختیاری

شماره	سرفصل جاری	سرفصل پیشنهادی	تعداد واحد	توضیحات
۱	-	اصول مهندسی پزشکی	۲	اضافه شد.
۲	پردازش سیگنال‌های بیولوژیکی	پردازش سیگنال‌های پزشکی- زیستی پیشرفته	۳	تغییر نام و بازنگری سرفصل.





۳	روش های بهینه سازی غیر خطی و کار برد آن در مهندسی پزشکی	-	۳
تغییر نام، ترکیب و بازنگری سرفصل.	۳	شبه سازی و مدل سازی	۴
	۳	شبه سازی با کامپیوتر	۵
تغییر نام و بازنگری سرفصل.	۳	سیستم های عصبی	۶
بازنگری سرفصل.	۳	کنترل سیستم های عصبی-عضلانی	۷
تغییر نام و بازنگری سرفصل.	۳	مبانی بیوانفورماتیک	۸
تغییر نام و بازنگری سرفصل.	۳	پردازش سیگنال های تصویری	۹
بازنگری سرفصل.	۳	بینایی ماشین	۱۰
تغییر نام و بازنگری سرفصل.	۳	شناسایی سیستم	۱۱
تغییر نام و بازنگری سرفصل.	۳	رباتیک	۱۲
بازنگری سرفصل.	۳	کنترل مدرن	۱۳
بازنگری سرفصل.	۳	سیستم های کنترل تطبیقی	۱۴
بازنگری سرفصل.	۳	سیستم های کنترل دیجیتال	۱۵
تغییر نام و بازنگری سرفصل.	۳	کنترل فازی	۱۶
اضافه شد.	۳	مهندسی سیستم های عصبی	۱۷
اضافه شد.	۳	ابزارهای پزشکی زیستی پیشرفته	۱۸
تغییر نام، ترکیب و بازنگری سرفصل	۳	شناسایی آماری الگو	۱۹
	۳	شناسایی ساختاری الگو	۲۰
بازنگری سرفصل.	۳	هوش مصنوعی و سیستم های کارشناس	۲۱
اضافه شد.	۳	الکترومغناطیس زیستی	۲۲
تغییر نام و بازنگری سرفصل.	۳	اولتراسوند در پزشکی	۲۳



		پزشکی		
حذف شد.	۳	-	سیستم‌های عامل	۲۴
حذف شد.	۳	-	پردازش سیگنال‌های صوتی	۲۵
حذف شد.	۳	-	فیلترهای وقتی	۲۶
حذف شد.	۳	-	فیبر نوری	۲۷
حذف شد.	۳	-	کنترل بهینه	۲۸
حذف شد.	۳	-	کنترل فرایندهای اتفاقی	۲۹
حذف شد.	۳	-	سیستم‌های کنترل چند متغیره	۳۰
حذف شد.	۳	-	سیستم‌های کنترل غیر خطی	۳۱
حذف شد.	۳	-	شبکه‌های عصبی	۳۲
حذف شد.	۳	-	پردازش موازی	۳۳
حذف شد.	۳	-	مبدل‌های بیومدیکال	۳۴
حذف شد.	۳	-	اعضا و اندام‌های مصنوعی	۳۵
به جدول دروس اصلی منتقل شد.	۳	-	سیستم‌های تصویرگر پزشکی	۳۶
	۳	مباحث ویژه در مهندسی پزشکی	مباحث ویژه در مهندسی پزشکی ۱	۳۷
حذف شد.	۳	-	مباحث ویژه در مهندسی پزشکی ۲	۳۸