

جمهوری اسلامی ایران  
وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی  
شورای عالی برنامه ریزی علوم پزشکی

## برنامه آموزشی دوره کارشناسی ارشد ناپیوسته رشته فناوری تصویربرداری پزشکی

(مشخصات کلی، برنامه، سرفصل دروس و نحوه ارزشیابی)



مصوب شصت و دومین جلسه شورای عالی برنامه ریزی علوم پزشکی

مورخ ۱۳۹۴/۱۰/۲۰

بسمه تعالی

## برنامه آموزشی دوره کارشناسی ارشد ناپیوسته رشته فناوری تصویربرداری پزشکی

رشته: فناوری تصویربرداری پزشکی

دوره: کارشناسی ارشد ناپیوسته

دبیرخانه تخصصی: دبیرخانه شورای آموزش علوم پایه پزشکی، بهداشت و تخصصی

شورای عالی برنامه‌ریزی علوم پزشکی در شصت و دومین جلسه مورخ ۹۴/۱۰/۲۰ بر اساس طرح دوره کارشناسی ارشد ناپیوسته رشته فناوری تصویربرداری پزشکی که به تأیید دبیرخانه شورای آموزش علوم پایه پزشکی، بهداشت و تخصصی رسیده است، برنامه آموزشی این دوره را در پنج فصل (مشخصات کلی، برنامه، سرفصل دروس، استانداردها و ارزشیابی برنامه) بشرح پیوست تصویب کرد و مقرر می‌دارد:

۱- برنامه آموزشی دوره کارشناسی ارشد ناپیوسته رشته فناوری تصویربرداری پزشکی از تاریخ ابلاغ برای کلیه دانشگاهها و مؤسسات آموزش عالی کشور که مشخصات زیر را دارند لازم الاجرا است.

الف- دانشگاهها و مؤسسات آموزش عالی که زیرنظر وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی اداره می‌شوند.

ب- موسساتی که با اجازه رسمی وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی و براساس قوانین، تأسیس می‌شوند و بنابراین تابع مصوبات شورای عالی برنامه‌ریزی علوم پزشکی می‌باشند.

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

۲- از تاریخ ابلاغ این برنامه کلیه دوره های آموزشی و برنامه های مشابه مؤسسات در زمینه دوره کارشناسی ارشد ناپیوسته رشته فناوری تصویربرداری پزشکی در همه دانشگاهها و مؤسسات آموزش عالی مذکور در ماده ۱ منسوخ می‌شوند و دانشگاهها و مؤسسات آموزش عالی یاد شده مطابق مقررات می‌توانند این دوره را دایر و برنامه جدید را اجرا نمایند.

۳- مشخصات کلی، برنامه درسی، سرفصل دروس، استانداردها و ارزشیابی برنامه دوره کارشناسی ارشد ناپیوسته رشته فناوری تصویربرداری پزشکی در پنج فصل جهت اجرا ابلاغ می‌شود.



رأی صادره در شصت و دومین جلسه شورای عالی برنامه ریزی علوم پزشکی مورخ ۹۴/۱۰/۲۰ در مورد

### برنامه آموزشی دوره کارشناسی ارشد ناپیوسته رشته فناوری تصویربرداری پزشکی

۱- برنامه آموزشی دوره کارشناسی ارشد ناپیوسته رشته فناوری تصویربرداری پزشکی با اکثریت آراء به تصویب رسید.

۲- برنامه آموزشی دوره کارشناسی ارشد ناپیوسته رشته فناوری تصویربرداری پزشکی از تاریخ ابلاغ قابل اجرا است.

مورد تأیید است

دکتر سیدمنصور رضوی

دبیر شورای عالی برنامه ریزی علوم پزشکی

مورد تأیید است

دکتر جمشید حاجتی

دبیر شورای آموزش علوم پایه پزشکی،

بهداشت و تخصصی

مورد تأیید است

دکتر باقر لاریجانی

معاون آموزشی

رأی صادره در شصت و دومین جلسه شورای عالی برنامه ریزی علوم پزشکی مورخ ۹۴/۱۰/۲۰ در مورد برنامه آموزشی دوره کارشناسی ارشد ناپیوسته رشته فناوری تصویربرداری پزشکی صحیح است و به مورد اجرا گذاشته شود.

دکتر سیدحسین هاشمی

وزیر بهداشت، درمان و آموزش پزشکی و

رئیس شورای عالی برنامه ریزی علوم پزشکی



## اسامی اعضای کمیته تدوین برنامه آموزشی رشته فناوری تصویربرداری پزشکی در مقطع کارشناسی ارشد ناپیوسته

نام و نام خانوادگی	دانشگاه
• آقای دکتر محمد تقی بحرینی طوسی	علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی مشهد
• آقای دکتر محمد حسین بحرینی طوسی	علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی مشهد
• آقای دکتر محسن حاجی زاده صفار	علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی مشهد
• آقای دکتر نادر ریاحی عالم	علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی تهران
• آقای دکتر محمدعلی عقابیان	علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی تهران
• آقای دکتر وحید چنگیزی	علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی تهران
• آقای دکتر بابک فلاحی	علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی تهران
• آقای دکتر محمد باقر توکلی	علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی اصفهان
• آقای دکتر محمدتقی عیوضی	علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی کرمانشاه
• آقای دکتر مجید جدیدی	علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی سمنان
• آقای دکتر محمد باقر شیران	علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی ایران
• آقای دکتر محمد امین مصلح شیرازی	علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی شیراز
• آقای دکتر مختوم شهنازی	علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی شهید بهشتی
• آقای دکتر فریبرز فائقی	علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی شهید بهشتی
• آقای دکتر بیژن هاشمی ملایری	تربیت مدرس
• آقای دکتر سید عبدالرضا مرتضوی طباطبایی	وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی
• خانم مریم مراقی	وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی

## همکاران دبیرخانه شورای عالی برنامه ریزی علوم پزشکی

• آقای دکتر سید عبدالرضا مرتضوی طباطبایی	معاون دبیرخانه شورای عالی برنامه ریزی علوم پزشکی
خانم مریم مراقی	کارشناس برنامه های آموزشی دبیرخانه شورای عالی برنامه ریزی علوم پزشکی
خانم راحله دانش نیا	کارشناس مسئول دبیرخانه شورای عالی برنامه ریزی علوم پزشکی



## لیست اعضا و مدعوین حاضر در یکمصد و چهل و نهمین جلسه شورای معین شورای عالی برنامه ریزی علوم پزشکی

مورخ ۱۳۹۴/۳/۳۱

### حاضرین:

- خانم دکتر طاهره چنگیز
- خانم دکتر هستی ثنایی شعار (نماینده معاونت بهداشت)
- آقای دکتر مهدی تهرانی دوست
- آقای دکتر جمشید کرمانچی (نماینده معاونت درمان)
- آقای دکتر جمشید حاجتی
- آقای دکتر سید علی حسینی
- آقای دکتر جواد رفیع نژاد (نماینده معاونت تحقیقات و فناوری)
- آقای دکتر عبدالحمید ظفرمند
- آقای دکتر عباس منزوی
- آقای دکتر محمد رضا منصوری
- آقای دکتر فریدون نوحی
- آقای دکتر محمود مصدق
- آقای دکتر سید منصور رضوی

### مدعوین:

- آقای دکتر علی حائری
- آقای دکتر مختوم شهنازی
- آقای دکتر محمد علی عقابیان
- آقای دکتر فریبرز فائق
- آقای دکتر بیژن هاشمی ملایری
- آقای دکتر سید عبدالرضا مرتضوی طباطبایی



## لیست حاضرین شورای عالی برنامه ریزی علوم پزشکی در زمان تصویب برنامه آموزشی

### رشته فناوری تصویربرداری پزشکی در مقطع کارشناسی ارشد ناپیوسته

- آقای دکتر باقر لاریجانی
- آقای دکتر رضا ملک زاده
- آقای دکتر جمشید کرمانچی
- آقای دکتر سید حسن امامی رضوی
- آقای دکتر حمید اکبری
- آقای دکتر مهدی تهرانی دوست
- آقای دکتر محمد تقی جغتایی
- آقای دکتر جمشید حاجتی
- آقای دکتر سیدعلی حسینی
- آقای دکتر علی اکبر حقدوست
- آقای دکتر عباس شفیعی
- آقای دکتر احمد خالق نژاد طبری
- آقای دکتر سید امیر محسن ضیایی
- آقای دکتر حسین کشاورز
- آقای دکتر عباس منزوی
- آقای دکتر فریدون نوحی
- آقای دکتر شهرام اجتماعی مهر
- آقای دکتر محمد عبداللهی
- خانم دکتر طاهره چنگیز
- آقای دکتر سید منصور رضوی
- آقای دکتر سید عبدالرضا مرتضوی طباطبایی
- خانم راحله دانش نیا



## فصل اول

# برنامه آموزشی رشته فناوری تصویربرداری پزشکی در مقطع کارشناسی ارشد ناپيوسته



مقدمه:

از اواخر قرن ۱۹ با کشف پرتوی X و کاربرد آن در پزشکی بصورت تصاویر ساده رادیوگرافی، امکان دستیابی به اطلاعات آناتومیک از بدن انسان فراهم گردید. پس از آن با استفاده از سایر تابش‌ها، اعم از یونیزان و غیریونیزان و ابداع و توسعه روش‌های مختلف تصویربرداری و توموگرافی، اهمیت استفاده از این تکنیک‌ها در معاینات تشخیصی افزایش یافت. بطوریکه امروزه با رشد و توسعه دانش تصویربرداری و فناوری‌های مرتبط با آن، تشخیص بیماریها بطور قابل ملاحظه تسهیل شده است. بنابراین آشنایی دانشجویان با تکنیک‌ها و پروتکل‌های مختلف تصویربرداری برای ارائه خدمات تخصصی به بخش‌های بالینی بیش از پیش اهمیت یافته است. در این برنامه در نظر است کارشناسان ارشدی تربیت گردند که قادر باشند نیازهای تشخیصی در زمینه‌های تصویربرداری پزشکی را با دقت و صحت لازم تهیه و در اختیار متخصصین مربوطه قرار دهند.

عنوان رشته و مقطع به فارسی و انگلیسی:

رشته فناوری تصویربرداری پزشکی Medical Imaging Technology

مقطع: کارشناسی ارشد ناپیوسته (MSc)

تعریف رشته:

رشته فناوری تصویربرداری پزشکی یک رشته چند حیطه‌ای است که با بکارگیری انواع روش‌ها، تکنیک‌ها و پروتوکل‌های تصویربرداری پیشرفته و به روز، به منظور بهبود و ارتقای خدمات تشخیصی در بیماریهای انسان ایجاد شده است. دانشجویان این رشته طی آموزش مبانی فیزیکی و مهندسی سیستم‌های تصویربرداری و سیگنال‌هایی که تصویر را تشکیل می‌دهند، با روش‌های صحیح و نوین تصویربرداری آناتومیک، فیزیولوژیک و متابولیک بدن انسان آشنا شده و در جهت بهبود و گسترش بهره‌گیری از این تکنیک‌ها اقدام می‌نمایند.

شرایط و نحوه پذیرش در دوره:

- ۱- قبولی در آزمون ورودی، مطابق ضوابط و مقررات وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی می‌باشد
- ۲- دارا بودن مدرک کارشناسی در هریک از رشته‌های زیر:  
فیزیک (کلیه گرایش‌ها)، تکنولوژی پرتو شناسی، تکنولوژی پزشکی هسته‌ای، تکنولوژی پرتودرمانی، مهندسی پزشکی (گرایش بیوالکتریک)، مهندسی هسته‌ای







مواد امتحانی و ضرایب آن:

مواد امتحانی آزمون ورودی و ضرایب هرکدام:

ردیف	مواد امتحانی	ضریب
۱	فیزیک عمومی	۱/۵
۲	ریاضی عمومی	۱/۵
۳	فیزیک هسته ای و اتمی	۲
۴	فیزیک پرتوشناسی تشخیصی	۳
۵	تکنیک های تصویربرداری پزشکی	۱
۶	فیزیولوژی	۲
۷	آناتومی	۲
۸	زبان عمومی	۲

\* داوطلبین جهت کسب اطلاعات از آخرین تغییرات در مدارک تحصیلی مورد پذیرش مواد امتحانی و ضرایب آزمون ورودی هر سال تحصیلی به دفترچه آزمون کارشناسی ارشد رشته های علوم پزشکی مربوط به آن سال تحصیلی مراجعه نمایند.

#### تاریخچه و سیر تکاملی دوره در جهان و ایران:

از اواخر قرن نوزدهم با کشف اشعه ایکس و پس از آن با استفاده از سایر تابش ها و پرتوهای یونیزان و غیر یونیزان روش های مختلف تصویربرداری ابداع شد. توسعه این روش ها تا کنون توانسته سهم قابل توجهی در ارتقاء سطح بهداشت و سلامت انسان ها ایفا نماید.

امروزه تصویر برداری پزشکی می تواند با استفاده از اشعه X و گاما، میدان مغناطیسی و امواج ماکروویو MRI، امواج مکانیکی اولتراسوند و امواج نوری optical و با تکنیک های مختلف پلانار، و توموگرافی انجام گیرد. اطلاعات مورد نیاز برای تشخیص و یا درمان نیز با استفاده از تصاویر مذکور بصورت اطلاعات آناتومیکی، فیزیولوژیکی و یا عملکردی استخراج شده و در اختیار پزشک متخصص قرار می گیرد.

در ایران با تاسیس دانشگاه تهران در ۱۳۱۳ و همزمان با ایجاد گروه فیزیک پزشکی در دانشکده پزشکی آن، آموزش اصول تصویربرداری در درس فیزیک پزشکی و بعنوان یکی از دروس مهم علوم پایه دانشجویان پزشکی ارائه می شد. پس از آن در سال ۱۳۵۵ با ایجاد اولین دوره کارشناسی ارشد فیزیک پزشکی در دانشگاه جندی شاپور اهواز و پس از انقلاب اسلامی نیز در سال های ۱۳۶۲ و ۱۳۶۸ به ترتیب دوره های کارشناسی ارشد ناپیوسته و دکترای تخصصی Ph.D در دانشگاه تربیت مدرس، توجه جدی تری به آموزش این اصول و تکنیک ها در قالب دروس مستقل فراهم گردید. در حال حاضر که دروس تصویربرداری بخش مهمی از آموزش دوره های تخصصی رادیولوژی، رادیوتراپی، پزشکی هسته ای و طب فیزیکی را شامل می شود، و همچنین فارغ التحصیلان دوره دکترای فیزیک پزشکی از تعدادی از دانشگاه های علوم پزشکی کشور آمادگی تدریس و تحقیق در زمینه تصویربرداری را فراهم نموده اند، لزوم ایجاد گرایش خاص در این رشته فراهم گردیده است.

جایگاه شغلی دانش‌آموختگان:

دانش‌آموختگان این دوره می‌توانند در جایگاه‌های زیر انجام وظیفه نمایند:

- دانشگاه‌های علوم پزشکی
- مراکز تحقیقاتی، شرکتهای دانش بنیان
- حوزه معاونت درمان وزارت بهداشت و دانشگاه‌های علوم پزشکی
- حوزه سازمان غذا و داروی وزارت بهداشت و دانشگاه‌های علوم پزشکی
- بخشهای تصویربرداری، پزشکی هسته‌ای و پرتو درمانی
- مراکز پزشکی و صنعتی کار با اشعه
- حوزه مدیریت کنترل کیفی و تضمین کیفیت تجهیزات پزشکی
- حوزه طراحی، تولید و نگهداری و نصب تجهیزات پزشکی

فلسفه (ارزش‌ها و باورها):

در تدوین این برنامه بر ارزشهای زیر تأکید می‌شود:

- سلامت محوری شامل:

- حفظ سلامت و ایمنی افرادی که برای تشخیص و درمان بیماری خود در برابر اشعه قرار می‌گیرند.

- تأمین و حفظ سلامت کارکنان در محیط حرفه‌ای

- حفظ سلامت محیط و تأکید بر محیط‌کاری از اشعه

- اخلاق محوری شامل:

- احترام به کرامت و حقوق انسانها و تلاش برای برقراری ارتباط مسئولانه و محترمانه به هنگام ارائه خدمات به مخاطبین

- مراقبت مسئولانه از تجهیزات و ابزاری که از اموال مردم، برای ارائه خدمات در اختیار قرار گرفته است.

- رعایت اخلاق حرفه‌ای در تمامی شئون

- رعایت و احترام به حریم خصوصی مراجعین در حین ارائه خدمات به آنها

- تأکید بر به روزرسانی وضعیت علمی و عملی و آموزش مداوم

- تأکید بر تقویت نگاه پژوهشی در انجام اقدامات حرفه‌ای

دورنما (چشم‌انداز):

نظر به وابستگی روز افزون بخش سلامت به دستاوردها و فن‌آوریهای تصویربرداری پزشکی، انتظار می‌رود طی ده سال آینده با حضور دانش‌آموختگان این رشته در زمینه تولید و ارائه فناوری‌های نوین، توانمندسازی نیروها، کارآفرینی، ثروت آفرینی، افزایش سهم در بازارهای جهانی و تعامل فعال با مراکز معتبر علمی جهان گام‌های موثری برداشته شود.



رسالت (ماموریت):

- رسالت برنامه آموزشی فناوری تصویربرداری پزشکی در این مقطع تربیت دانش آموختگانی است که بتوانند:
- ضمن کسب علوم و دانش تصویربرداری پزشکی در ارتقاء و توسعه آن از طریق آموزش و پژوهش نقش موثری ایفا نمایند
- مشارکت در اجرای کنترل کیفی و کالیبراسیون دستگاههای تصویربرداری پزشکی
- در مراکز تصویربرداری پزشکی و سایر بخش‌های مرتبط با متخصصین بالینی همکاری و در بهینه‌سازی فرایندها و تکنیک‌ها مشارکت نمایند
- با توسعه و تقویت تعهدات اخلاقی و حرفه‌ای پاسخگوی نیازهای در حال تغییر جامعه باشند.

نقش‌های دانش‌آموختگان در جامعه:

دانش آموختگان این رشته، در جامعه در نقش‌های آموزشی، پژوهشی، خدماتی، مدیریتی، مشاوره‌ای و تولیدی انجام وظیفه می‌نمایند.

وظایف حرفه‌ای دانش‌آموختگان به ترتیب هر نقش به شرح زیر است:

• آموزشی:

- مشارکت در آموزش دروس مربوط به فناوری تصویربرداری پزشکی به دانشجویان مقاطع پایین تر، در صورت نیاز دانشگاه

- آموزش کارکنان در مراکز تصویربرداری

- مشارکت در برنامه‌های آموزش مداوم و خود ارتقایی مستمر علمی

• پژوهشی:

- مشارکت در انجام امور پژوهشی در حوزه‌های مختلف فناوری تصویربرداری پزشکی در سازمان‌ها و مراکز تحقیقاتی

- مشارکت در توسعه روش‌های تصویربرداری و ارتقای کیفیت تصویر، مبتنی بر پژوهشهای کاربردی

- مشارکت در تولید علم در زمینه فناوریهای تصویربرداری و گسترش مرزهای دانش در این حوزه

• مدیریتی:

مشارکت در مدیریت و برنامه‌ریزی امور در بخش‌های مرتبط



• خدماتی، مراقبتی:

- مشارکت در طراحی، بهینه سازی و اجرای پروتکل های تصویربرداری در مراکز مرتبط
- مشارکت در انجام آزمون های تضمین و کنترل کیفی در مراکز مرتبط
- مشارکت در انجام آزمون های پذیرش و راه اندازی دستگاه های تصویربرداری
- مراقبت از سلامت و حقوق فردی و اجتماعی افراد در حین انجام کار
- مراقبت از ابزار، تجهیزات و محیط، در زمان انجام کار

• مشاوره ای:

- مشارکت در ارائه مشاوره به سازمان ها و افراد مرتبط و ذینفع در حوزه کاربردهای فناوری تصویربرداری پزشکی

• تولیدی:

- مشارکت در طراحی و تولید تجهیزات تصویربرداری پزشکی و مواد کنتراست زا در تصویربرداری

توانمندی و مهارت‌های اصلی مورد انتظار

الف: توانمندی های عمومی مورد انتظار:

- مهارت‌های ارتباطی و تعامل بین فردی و بین بخشی
- مهارت‌های آموزش
- مهارت‌های پژوهش
- تفکر نقادانه
- نگارش مقالات علمی
- مهارت های حل مسئله
- کار در محیط های حرفه ای
- مهارت های مدیریتی
- برنامه ریزی، پایش، نظارت و ارزشیابی
- مشارکت در برنامه های تضمین کیفی و مدیریت کیفیت
- سالم سازی فیزیکی و روانی محیط کار
- حرفه ای گرایی
- خودارتنقایی مداوم
- ارائه و درخواست مشاوره
- کار تیمی



توانمندیهای اختصاصی:

- بهینه سازی و اجرای پروتکل های تصویربرداری با دستگاههای تصویربرداری پزشکی (پرتوشناسی تشخیصی، پزشکی هسته ای، فراصوت، ام آر آی و ...)
  - پردازش تصویر، کمی سازی تصاویر، آنالیز داده ها و تصاویر پزشکی
  - آنالیز داده های تصویری برای کسب اطلاعات کمی از آنها
  - کالیبراسیون دستگاههای تصویربرداری با اشعه X، گاما، اولتراسوند، لیزر در پزشکی
  - دوزیمتری و کنترل کیفی در بخش های تصویربرداری پزشکی
  - تصویربرداری از حیوانات آزمایشگاهی و آماده سازی آنها برای تصویربرداری (از قبیل تزریق عوامل کنتراستزا و ...)
  - نوشتن و اجرای برنامه شبیه سازی و توسعه نرم افزارهای دستگاههای تصویربرداری پزشکی
  - کاربا نرم افزارهای تحقیقاتی تکمیلی در تصویربرداری پزشکی
- راهنمادهای آموزشی

این برنامه بر راهنمادهای زیر استوار است:

- آموزش مبتنی بر وظایف (Task based)
- بکارگیری تلفیقی از راهبرد دانشجوی و استاد محوری
- آموزش مبتنی بر موضوع (Subject directed)
- آموزش بیمارستانی (Hospital based)

روشها و فنون آموزشی

- در این دوره، عمدتاً از روش ها و فنون آموزشی زیر بهره گرفته خواهد شد:
- سخنرانی برنامه ریزی شده
- سمینار کلاسی
- یادگیری خودراهبر
- ژورنال کلاب
- کارگاه های آموزشی
- بحث در گروه های کوچک
- آموزش های عملی
- پرسش و پاسخ
- بارش افکار
- یادگیری مبتنی بر مسئله
- استفاده از تکنیک های آموزش از راه دور بر حسب امکانات و شبیه سازی
- مشارکت در آموزش رده های پایین تر
- سایر روش های آموزشی بر حسب نیاز و مبتنی بر اهداف



### انتظارات اخلاقی از دانشجویان

انتظار می‌رود که دانشجویان:

- منشور حقوقی (۱) بیماران را دقیقاً رعایت نمایند.
  - مقررات مرتبط با حفاظت و ایمنی بیماران، کارکنان و محیط کار را دقیقاً رعایت نمایند. (این مقررات، باید توسط گروه آموزشی تهیه و در اختیار دانشجویان قرار داده شوند).
  - مقررات مرتبط با Dress Code (۲) را رعایت نمایند.
  - در صورت کار با حیوانات، مقررات اخلاقی (۳) مرتبط را دقیقاً رعایت نمایند.
  - از منابع و تجهیزاتی که تحت هر شرایطی با آن کار می‌کنند، محافظت نمایند.
  - به استادان، کارکنان، هم دوره‌ها و دانشجویان دیگر احترام بگذارند و جهت ایجاد جو صمیمی و همراه با احترام در محیط کار مشارکت نمایند.
  - در نقد برنامه‌ها، ملاحظات اخلاق اجتماعی و حرفه‌ای را رعایت کنند.
  - در انجام پژوهش‌های مربوط به رشته، نکات اخلاق در پژوهش را رعایت نمایند.
- \* موارد ۱، ۲ و ۳ در بخش ضمایم این برنامه آورده شده‌اند.

ارزیابی فراگیر:

#### الف- روش ارزیابی

دانشجویان با روشهای زیر ارزیابی خواهند شد.

- شفاهی ■ آزمون تعاملی رایانه‌ای ■ آزمونهای ایستگاهی ■
- ارزیابی کارپوشه (port folio) شامل: ارزیابی کارنما (Log book)، نتایج آزمونهای انجام شده، مقالات، تشویق‌ها و تذکرات، گواهی‌های انجام کار و نظایر آن است.

ب- دفعات ارزیابی:

- ★ مستمر
- ★ سالیانه
- ★ دوره‌ای
- ★ نهایی



## فصل دوم (حداقل نیازهای برنامه)



حداقل هیات علمی مورد نیاز:

- حداقل سه نفر هیئت علمی با حکم استخدامی تمام وقت (شامل حداقل یک دانشیار و دو استادیار)، از رشته های فیزیک پزشکی، رادیولوژی و حفاظت پرتویی
  - کارکنان دوره دیده یا آموزش دیده مورد نیاز برای اجرای برنامه:
  - کارشناس ارشد فیزیک پزشکی
  - کارشناس تکنولوژی پرتوشناسی یا پزشکی هسته ای باشد.
- فضاها و امکانات آموزشی عمومی مورد نیاز:

- سالن کنفرانس
- اتاق استادان
- اتاق برای دانشجویان
- کلاسهای درس اختصاصی
- اتاق رایانه با دسترسی به اینترنت پرسرعت
- کتابخانه با دسترسی به مجلات معتبر تخصصی
- بایگانی آموزشی

فضاها و عرصه های اختصاصی مورد نیاز:

- دسترسی به بخش های تصویربرداری پزشکی: سی تی، ام آر ای، دیجیتال رادیوگرافی، پزشکی هسته ای و فراصوت در دانشگاه
- دسترسی به خانه حیوانات
- آزمایشگاه آنالیز تصویر مجهز به سخت افزار و نرم افزارهای اختصاصی
- آزمایشگاه دوزیمتری و کنترل کیفی تجهیزات تصویربرداری پزشکی

رشته‌ها و تخصص‌های مورد نیاز:

- رادیولوژی
- پزشکی هسته ای
- علوم تشریحی
- فیزیولوژی
- آمار و ریاضی
- مهندسی پزشکی

تجهیزات آموزشی سرمایه ای مورد نیاز:

- دسترسی به دستگاههای تصویربرداری پزشکی: سی تی، ام آر ای، دیجیتال رادیوگرافی، پزشکی هسته ای و فراصوت و ... در دانشگاه ، جهت استفاده سهل و عملی.
- کامپیوتر پر سرعت
- تجهیزات دوزیمتری و کنترل کیفی دستگاههای تصویربرداری پزشکی





جدول پیشنهادی:

تعداد واحدهای درسی در این دوره ۳۲ واحد است که به شرح زیر می‌باشد:

دروس اختصاصی اجباری (core)	۱۹ واحد
دروس اختصاصی اختیاری (non core)	۷ واحد
پایان نامه	۶ واحد
مجموع	۳۲ واحد

جدول الف - دروس کمبود یا جبرانی برنامه آموزشی دوره کارشناسی ارشد ناپیوسته رشته فناوری تصویربرداری پزشکی

ردیف	نام درس	تعداد واحد درسی			تعداد ساعات درسی			پیش نیاز یا همزمان	
		نظری	عملی	جمع	نظری	عملی	جمع		
۰۱	سیستمهای اطلاع رسانی پزشکی*	۰/۵	۰/۵	۱	۹	۱۷	۲۶	-	
۰۲	روشهای ریاضی در فیزیک	۲	-	۲	۳۴	-	۳۴	-	
۰۳	آمار زیستی	۲	-	۲	۳۴	-	۳۴	-	
۰۴	روش تحقیق	۱	-	۱	۱۷	-	۱۷	-	
۰۵	فیزیک اتمی و هسته ای	۲	-	۲	۳۴	-	۳۴	-	
۰۶	آناتومی عمومی	۱/۵	۰/۵	۲	۲۶	۱۷	۴۳	-	
۰۷	فیزیک پرتو شناسی تشخیصی	۲	-	۲	۳۴	-	۳۴	-	
۰۸	آناتومی مقطعی (Cross sectional)	۱	-	۱	۱۷	-	۱۷	۰.۶	
۰۹	فیزیولوژی	۲	-	۲	۳۴	-	۳۴	-	
۱۰	مبانی سیگنال و سیستم	۲	-	۲	۳۴	-	۳۴	-	
۱۱	زبان تخصصی	۲	-	۲	۳۴	-	۳۴	-	
جمع		۱۹							

دانشجو موظف است با تشخیص گروه آموزشی و تأیید شورای تحصیلات تکمیلی دانشگاه تمامی یا تعدادی از دروس کمبود جبرانی (جدول الف) را بگذراند.

\* گذراندن این درس برای همه دانشجویانی که قبلاً آن را نگذرانیده اند الزامی می باشد.



جدول ب- دروس اختصاصی اجباری برنامه آموزشی دوره کارشناسی ارشد ناپیوسته رشته فناوری تصویربرداری پزشکی

پیش نیاز یا همزمان:	تعداد ساعات درسی			تعداد واحد درسی			نام درس	کد درس
	جمع	عملی / کارآموزی / کارورزی	نظری	جمع	عملی	نظری		
۱۰ و ۰۷	۲۴	-	۲۴	۲	-	۲	مبانی نظری تشکیل تصاویر پزشکی	۱۲
۱۲ و ۱۰	۴۳	۱۷	۲۶	۲	۰/۵	۱/۵	پردازش تصاویر پزشکی	۱۳
۱۲ و ۱۰	۴۳	۱۷	۲۶	۲	۰/۵	۱/۵	فیزیک تصویربرداری تشدید مغناطیسی (MRI)	۱۴
۰۷ و ۰۵ و ۱۲	۴۳	۱۷	۲۶	۲	۰/۵	۱/۵	فیزیک تصویربرداری سی تی	۱۵
۰۷ و ۰۵ و ۱۲	۴۳	۱۷	۲۶	۲	۰/۵	۱/۵	فیزیک تصویربرداری پزشکی هسته ای	۱۶
۱۲	۴۳	۱۷	۲۶	۲	۰/۵	۱/۵	فیزیک تصویربرداری فراصوت	۱۷
-	۱۷	-	۱۷	۱	-	۱	فیزیک تصویربرداری اپتیکی و امپدانس	۱۸
۰۷	۱۷	-	۱۷	۱	-	۱	اصول دوزیمتری	۱۹
-	۱۷	-	۱۷	۱	-	۱	سمینار	۲۰
-	۱۰۲	۵۱	-	۲	۲	-	کارآموزی	۲۱
-	۱۳۶	۶۸	-	۲	۲	-	کارورزی	۲۲
						۶	پایان نامه	۲۳
						۲۵	جمع	



ج - جدول دروس اختصاصی اختیاری دوره کارشناسی ارشد ناپیوسته رشته فناوری تصویربرداری پزشکی

کد درس	نام درس	تعداد واحد درسی			تعداد ساعات درسی			پیش نیاز یا همزمان:
		نظری	عملی	جمع	نظری	عملی	جمع	
۲۴	تکنیک‌ها و پروتکل‌های تصویربرداری تشدید مغناطیسی (MRI) ۱	۱/۵	۰/۵	۲	۲۶	۱۷	۴۳	۱۴ و ۱۲
۲۵	تکنیک‌ها و پروتکل‌های تصویربرداری تشدید مغناطیسی (MRI) ۲	۱/۵	۰/۵	۲	۲۶	۱۷	۴۳	۲۴
۲۶	تجهیزات ام آر آی	۱	-	۱	۱۷	-	۱۷	۱۴
۲۷	کنترل کیفی و کالیبراسیون سیستم‌های ام آر آی	۰/۵	۰/۵	۱	۹	۱۷	۲۶	۱۴
۲۸	تکنیک‌ها و پروتکل‌های تصویربرداری سی تی ۱	۱/۵	۰/۵	۲	۲۶	۱۷	۴۳	۱۵ و ۱۲
۲۹	تکنیک‌ها و پروتکل‌های تصویربرداری سی تی ۲	۱/۵	۰/۵	۲	۲۶	۱۷	۴۳	۲۴
۳۰	تجهیزات سی تی	۱	-	۱	۱۷	-	۱۷	۱۵
۳۱	روشهای تصویربرداری رادیوگرافی دیجیتال	۱	-	۱	۱۷	-	۱۷	۱۲ و ۱۰
۳۲	کنترل کیفی سیستم‌های سی تی	۰/۵	۰/۵	۱	۹	۱۷	۲۶	۱۵
۳۳	روشهای آنالیز کمی در سی تی	۱/۵	۰/۵	۲	۲۶	۱۷	۴۳	۱۵
۳۴	پروتکل‌ها و تکنیک‌های تصویربرداری پزشکی هسته ای ۱	۱/۵	۰/۵	۲	۲۶	۱۷	۴۳	۱۶
۳۵	پروتکل‌ها و تکنیک‌های تصویربرداری پزشکی هسته ای ۲	۱/۵	۰/۵	۲	۲۶	۱۷	۴۳	۳۴
۳۶	تجهیزات پزشکی هسته ای	۱	-	۱	۱۷	-	۱۷	۱۶
۳۷	کنترل کیفی و کالیبراسیون سیستم‌های پزشکی هسته ای	۰/۵	۰/۵	۱	۹	۱۷	۲۶	۱۶
۳۸	روشهای آنالیز کمی در پزشکی هسته ای	۱/۵	۰/۵	۲	۲۶	۱۷	۴۳	۱۶
۳۹	روش‌های پیشرفته تصویربرداری فراصوت	۰/۵	۰/۵	۱	۹	۱۷	۲۶	۱۷
۴۰	کنترل کیفی سیستم‌های فراصوت	۰/۵	۰/۵	۱	۹	۱۷	۲۶	۱۷
۴۱	کنترل کیفی سیستم‌های اپتیکی	۰/۵	۰/۵	۱	۹	۱۷	۲۶	۱۸
۴۲	روش‌های توموگرافی اپتیکی	۱	-	۱	۱۷	-	۱۷	۱۸
۴۳	تصویربرداری ترکیبی	۱/۵	۰/۵	۲	۲۶	۱۷	۴۳	۱۵ و ۱۴ و ۱۶
۴۴	رادیوبیولوژی	۲	-	۲	۳۴	-	۳۴	۰-۷
۴۵	حفاظت در برابر پرتوهای یونیزان و غیر یونیزان*	۲	-	۲	۳۴	-	۳۴	۱۵ و ۱۴ و ۱۶ و ۱۸ و ۴۴
جمع		۳۳						

تذکر مهم:

\* دانشجوی بایستی ۷ واحد از دروس اختیاری را بر مبنای موضوع پایان نامه براساس نظر استاد راهنما و تأیید گروه آموزشی بگذراند.



کد درس: ۰۱

نام درس: سیستم‌های اطلاع‌رسانی پزشکی

پیش‌نیازها همزمان: ندارد

تعداد واحد: ۱ واحد (۰/۵ واحد نظری - ۰/۵ واحد عملی)

نوع واحد: نظری - عملی

هدف کلی درس:

ایجاد آگاهی و مهارت در دانشجویان در مورد آشنایی با منابع اطلاع‌رسانی پزشکی در محیط وب و نرم‌افزارهای مدیریت مراجع برای سازماندهی منابع تحقیق.

اهداف اختصاصی:

دانشجو پس از پایان درس باید:

- ۱- شبکه اینترنت و کاربرد آن را توضیح دهد
- ۲- از بین منابع اطلاع‌رسانی پزشکی در محیط وب مناسبترین را انتخاب نماید
- ۳- از منابع اطلاع‌رسانی پزشکی یک مقاله جستجو و انتخاب نماید.
- ۴- کمیت‌های اصلی در علم سنجی را بیان کند.
- ۵- از یک نرم‌افزار مدیریت منابع استفاده کند.

رئوس مطالب: (۹ ساعت نظری - ۱۷ ساعت عملی)

الف- آشنایی با شبکه اینترنت و امکانات آن

- روند تکامل اینترنت و کاربرد آن
- مفاهیم web, server, client, protocol, .....
- سایت، صفحه اینترنتی، آدرس و اجزای آن
- ابزارهای اساسی اینترنت جهت برقراری ارتباط و تبادل اطلاعات مانند پست الکترونیک
- مرورگر وب، موتورهای جستجو و انواع آن
- انواع روشهای جستجو و مرور در محیط الکترونیک
- معرفی موتورهای جستجوی عمومی و تخصصی
- ارزیابی منابع الکترونیکی در محیط وب

ب- منابع اطلاع‌رسانی پزشکی در محیط وب

- معرفی انواع منابع اطلاع‌رسانی و طبقه‌بندی آنها
- معرفی ویژگیهای یک مجله الکترونیک و نحوه جستجو و بازیابی مقالات آن
- معرفی اصطلاح نامه پزشکی Mesh (چاپی و الکترونیکی) برای یافتن و انتخاب کلید واژه تحقیق
- معرفی پایگاههای اطلاعاتی و مجلات الکترونیک

(مانند OVID, Blackwell Synergy, Web of Knowledge, Science Direct, Scopus, SID, Google)

(Scholar, Web of Science, Medline, PubMed, Cochrane)

- راه‌اندازی اطلاع‌رسانی موردی (مانند alert)



ج- برخی معیارهای علم سنجی

۱- Impact Factor ۲- H-index

د- آشنایی با یک نرم افزار مدیریت مراجع

End Note یا Reference Manager

روش‌های تدریس:

در این دوره عمدتاً از روش‌های آموزشی زیر بهره گرفته خواهد شد:

- سخنرانی برنامه ریزی شده

- یادگیری خودراهبر

- کارگاه‌های آموزشی

- آموزش به کمک کامپیوتر

- پرسش و پاسخ

منابع اصلی درس :

۱- ابراهیمی، مهدی. اینترنت. تهران: کتابدار، آخرین چاپ

۲- اینترنت، جنبه‌های نظری و کاربردی آن. نویسندگان ابراهیم افشار زنجانی.... [و دیگران] با ویراستاری علمی

رحمت الله فتاحی. تهران : کتابدار، آخرین چاپ

۳- جعفرنژاد قمی، عین الله. آموزش گام به گام اینترنت (مرجع کامل). بابل: علوم رایانه، آخرین چاپ.

۴- داورپناه، محمد رضا. جستجوی اطلاعات علمی و پژوهشی در منابع چاپی و الکترونیکی. تهران: دبیزش،

آخرین چاپ.

۵- کوشا، کیوان. ابزارهای کاوش اینترنت: اصول، مهارتها و امکانات جستجو در وب. تهران: کتابدار، آخرین چاپ.

6- PubMed help documentation. (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/>)

7- End Note support (<http://endnote.com/support>)

8- Reference Manager support (<http://www.refman.com/support>)

شیوه ارزشیابی دانشجوی :

- آزمون‌های کتبی شامل چند گزینه‌ای، تشریحی، صحیح غلط، جورکردنی، جاخالی

- گزارش کار، Logbook



کد درس : ۰۲

نام درس: روش‌های ریاضی در فیزیک

پیش‌نیازها همزمان: ندارد

تعداد واحد : ۲ واحد

نوع واحد: نظری

هدف کلی درس:

آشنایی با اصول مباحث ریاضی پرکاربرد در فیزیک، درک و بکارگیری آنها در تشکیل تصاویر پزشکی  
اهداف اختصاصی:

دانشجو پس از پایان درس باید قادر باشد:

- ۱- بردارها را در فضای دو بعدی و سه بعدی در انواع دستگاه‌های مختصات تفسیر نماید.
- ۲- مسئله‌های متداول در فیزیک در زمینه جبر خطی را حل کند.
- ۳- مسئله‌های متداول در فیزیک شامل معادلات دیفرانسیل را حل کند.
- ۴- تبدیل‌های مختلف انتگرالی را مقایسه کند.
- ۵- مسئله‌های متداول در فیزیک شامل توابع مختلط را با ۱۰٪ خطا حل کند.

رئوس مطالب (۳۴ ساعت نظری):

- مروری بر مبانی ریاضی: مقدمه ای بر مشتق گیری و انتگرال گیری، دنباله ها و سری ها
- آنالیز برداری: مفاهیم بردار در فضای دو بعدی و سه بعدی، انواع دستگاه های مختصات و چرخش آنها
- جبر خطی: ماتریس و دترمینان، مقادیر ویژه و بردارهای ویژه، دستگاه معادلات خطی، تبدیلات خطی، روش های عددی حل معادلات دیفرانسیل
- معادلات دیفرانسیل با مشتقات جزئی
- تبدیل های انتگرالی شامل تبدیل فوریه، تبدیل رادن، تبدیل لاپلاس و قضیه پیچش
- توابع مختلط: جبر اعداد مختلط، فرم قطبی اعداد مختلط، توابع مقدماتی مختلط

منابع اصلی درس :

(۱) آرفکن ج. ، روش های ریاضی در فیزیک، ترجمه اعظم پور قاضی، آخرین چاپ

2) Wylie C.R., Advanced Engineering Mathematics, Last edition.

شیوه ارزشیابی دانشجو :

- آزمون کتبی میان ترم و پایان ترم
- فعالیتهای کلاسی



کد درس : ۰۳

نام درس: آمار زیستی

پیش نیاز: ندارد

تعداد واحد : ۲ واحد

نوع واحد: نظری

هدف کلی درس:

یادگیری آمار زیستی در علوم پزشکی

اهداف اختصاصی:

دانشجو پس از پایان درس باید توضیح دهد:

- مبانی آمار را تشریح نماید.
- انواع متغیرهای آماری، شاخص‌های سنجش آن‌ها، روش‌های نمونه‌گیری، جمع‌آوری داده‌ها و محاسبه خطای اندازه‌گیری‌های داده‌ها را مورد استفاده قرار دهد.
- روشهای طبقه‌بندی و نمایش داده‌ها به صورت جدول و نمودار را بیان کند.
- تعاریف و روش‌های محاسبه شاخص‌های مرکزی و پراکندگی داده‌ها را شرح دهد.
- روش‌های برازش منحنی را مورد استفاده قرار دهد.
- احتمال و قوانین آنرا بداند و در مسئله مورد استفاده قرار دهد.
- انواع توزیع‌های آماری داده‌ها را تعریف کند، نرمال بودن توزیع داده‌های یک تحقیق را بررسی کند، یافته‌های خارج از حدود اطمینان را مشخص کند و تغییر متغیرهای لازم برای نرمال کردن توزیع‌های داده‌ها را انجام دهد.

رئوس مطالب: (۳۴ ساعت نظری)

- تعریف آمار، اهمیت آن ، انواع متغیرها و مقیاس سنجش آنها، روش‌های نمونه‌گیری (احتمالی - غیراحتمالی)،
- روش‌های جمع‌آوری داده‌ها و محاسبه خطا در اندازه‌گیری‌ها، طبقه‌بندی و نمایش داده‌ها به صورت جدول و نمودار،
- تعاریف و محاسبه شاخص‌های مرکزی و پراکندگی
- برازش منحنی و انواع آن، روش‌های برآورد نیکویی برازش
- تعریف احتمال و قوانین ساده آن،
- توزیع نرمال استاندارد، دوجمله‌ای پواسون ، توزیع‌های نمونه‌ای و قضیه حد مرکزی، فاصله اطمینان برای میانگین و نسبت در جامعه، قضیه حد مرکزی و اهمیت آن در آمار ، آزمون فرضیات و خطاهای نوع ۱ و ۲، آزمون‌های پارامتری،
- روش‌های برآورد حجم نمونه در آزمون‌های پارامتری و آزمون‌های غیرپارامتری، معیارهای انتخاب آزمون مناسب آماری، طراحی و اجرای مطالعات مشاهده‌ای، انواع کارآزمایی‌های بالینی، مراحل کارآزمایی‌های بالینی، طراحی و اجرای کارآزمایی‌های بالینی، آنالیز ثانویه اطلاعات، مرور سیستماتیک، متآنالیز

منابع اصلی درس :

1. Armitage P., Berry G., Matthews J.N.S. "Statistical Method in Medical Research, Oxford: Blackwell Science. Last Edition.
2. Peacock J. and Peacock P. "Oxford Handbook of Medical Statistics" Oxford: Oxford University Press. Last Edition.
3. Chatterjee, S. and Hadi A.S. "Regression Analysis by Example." New Jersey: John Wiley & Sons Inc. Last Edition.
4. Griffith A. "SPSS for Dummies." Indianapolis: Wiley Publishing Inc. Last Edition.

۵. نهایتیان، وازیکس، روش‌های آماری و شاخص‌های بهداشتی، ترجمه: محمدکاظم ملک‌افضلی حسینی، تهران: انتشارات سلمان، آخرین چاپ

۶- دافیل واین وی، اصول آمار زیستی، ترجمه: آیت‌اللهی محمدتقی، تهران، نشر سپهر، آخرین چاپ

شیوه ارزشیابی دانشجو:

- آزمون کتبی میان‌ترم و پایان‌ترم
- فعالیت‌های کلاسی





کد درس: ۰۴

نام درس: روش تحقیق

پیش نیاز: ندارد

تعداد واحد: ۱ واحد

نوع واحد: نظری

هدف کلی درس:

یادگیری روش تحقیق در علوم پزشکی

اهداف اختصاصی:

دانشجو پس از پایان درس باید توضیح دهد:

۱. ساختار و مراحل انجام یک تحقیق را بیان کند.
۲. روشهای انتشار نتایج تحقیق شامل بر ارائه مقاله در همایش‌ها، چاپ مقاله در مجلات علمی تخصصی و معیارهای رتبه بندی مجلات را با ذکر مثال شرح دهد.
۳. یک طرح تحقیقاتی (پروپوزال) تدوین نماید.
۴. یک مقاله تدوین کند.
۵. اصول نگارش و تدوین یک پایان نامه و رساله تحقیقاتی را شرح دهد.

رئوس مطالب: (۱۷ ساعت نظری)

- چگونه فکر کنیم، اهمیت تحقیق در علوم تجربی، تفاوت فلسفه و علم، اخلاقیات در تحقیقات انسانی و حیوانی، مالکیت در تحقیق و حاصل آن،
- تدوین طرح تحقیق و اجزای آن، اصول طرح مسئله تحقیق، رویکردها در یافتن پاسخ، جستجو در پیشینه موضوع تحقیق، جمع‌آوری داده، انواع داده‌ها، اعتبار داده‌ها، نقش و اهمیت آمار توصیفی و تحلیل در تحقیق، جذب بودجه برای تحقیق، علم بر پایه شواهد و دسته بندی شواهد، مطالعات بالینی
- اصول نگارش مقاله علمی، انتشار مقاله، فاکتور تاثیرگذاری مجلات و میزان ذکر مقالات، اهمیت (Impact Citation Factor)

منابع اصلی درس:

1. Griffith A. "SPSS for Dummies." Indianapolis: Wiley Publishing Inc. Last Edition.
2. Lumley, J.S.P. and Benjamin W. Research: Some Ground Rules. Oxford: Oxford University Press. Last Edition.
3. Laake, P. Benestad H.B. and Olsen B.R."Research Methodology in the Medical and Biological Sciences." London: Academic Press. Last Edition.
4. Dawson C., "Introduction to Research Methods: A Practical Guide for Anyone Undertaking a Research Project." Oxford: How to Books Ltd. Last Edition.
5. Creswell J.W. "Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches." Los Angeles: SAGE Publication Asia Pacific Pte Ltd. Last Edition.

شیوه ارزشیابی دانشجو:

- آزمون کتبی میان ترم و پایان ترم
- فعالیتهای کلاسی





کد درس : ۰۵

نام درس: فیزیک اتمی و هسته ای

پیش نیازها همزمان: ندارد

تعداد واحد : ۲ واحد

نوع واحد: نظری

هدف کلی درس :

آشنایی با اصول و مبانی پایه فیزیک اتمی و هسته ای به منظور استفاده از مفاهیم آن در کاربردهای پزشکی  
اهداف اختصاصی:

دانشجو پس از پایان درس باید:

- ۱- نظریه اتمی الکتروسیسته و ماده را شرح دهد.
- ۲- نظریه اتمی تابش و قوانین تابش جسم سیاه، پلانک، وین، رالی و کوری را شرح دهد.
- ۳- مدل‌های اتمی بور و راترفورد را بیان کند.
- ۴- نظریه موجی - ذره ای و عدم قطعیت هایزنبرگ را استناد به آزمایشات مربوطه توصیف نماید.
- ۵- ساختمان اتمهای چندالکترونی را با اصول مربوطه و آزمایشات آنها تشریح نماید.
- ۶- اشعه X و کاربرد آن در بلورنگاری را شرح دهد.
- ۷- مفاهیم اساسی هسته (ساختار هسته، مدل‌های هسته ای و ... ) را تشریح نماید.
- ۸- با واکنش های هسته ای، هسته های ناپایدار و اکتیویته و واحدهای آنها آشنا شود.
- ۹- ساختمان شتاب دهنده ها و مزایا و معایب هر یک را در کاربردهای تولید رادیوداروها تشریح نماید.
- ۱۰- با روشهای آشکارسازی ذرات و برخورد تابشهای هسته ای با ماده آشنا باشد.

رئوس مطالب: (۳۴ ساعت نظری)

- نظریه اتمی ماده : جرم مولکولی، جرم اتمی، جدول تناوبی، نظریه جنبشی گازها، قانون توزیع سرعت ماکسول، احتمال برخورد، توزیع بولتزمن و اتاق ابری ویلسون
- نظریه اتمی الکتروسیسته : تخلیه الکتریکی، حرکت نانسبیتی ذره باردار، اندازه گیری  $e/m$ ، بار الکترون، جرم الکترون، پرتوهای مثبت، ایزوتوپ های مثبت، ایزوتوپها، طیف نمایی جرمی، اثر کوانتومی هال، دو قطبی و چندقطبی های الکتریکی و مغناطیسی و مغناطیدگی
- نظریه اتمی تابش : موج و ذره، الکتروسیسته و نور، تابش حرارتی، گسیل و جذب تابش، تابش جسم سیاه، قانون پلانک، اثر فوتوالکتریک، گسیل گرما یونی، گرمای ویژه، قانون وین، قانون رالی و قانون کوری
- مدل‌های اتمی راترفورد و بور: بررسی اتم بوسیله ذرات آلفا، اتم راترفورد، اندازه هسته، طیف هیدروژن، مدل بور، پتانسیل یونش و تشدید و جذب فوتون
- امواج و ذرات: نظریه دوپروی، شکست امواج ماده، گروههای موج، اصل عدم قطعیت هایزنبرگ، آزمایش دو شکاف، پراش الکترون و میکروسکوپ الکترونی
- اتمهای چند الکترونی: مسئله هلیوم، اصل طرد پائولی و تقارن، اثر زمین، اسپین الکترون، اثر استارک و آزمایش اشترن گراخ
- پرتو ایکس و بلورنگاری: تولید اشعه X، طیف اختصاصی و ترمزی، جذب اشعه X، بلورنگاری اشعه X

- مولکولهای مایعات و جامدات: پیوندهای قطبی و نیم قطبی، طیف نمایی مولکولی، نظریه کلاسیک گاز الکترون در جامدات
- مفاهیم اساسی هسته: خواص اساسی نیروهای هسته ای، جرم، بار و اندازه هسته، ذرات بنیادی
- ساختار هسته: انرژی همبستگی، مدل قطره‌ای، مدل لایه‌ای، تقارن و استقلال از بار نیروهای هسته‌ای
- برخوردهای تابشهای هسته ای با ماده: برخورد ذرات باردار با ماده، اثر متقابل نوترون و تابش گاما با ماده
- واکنشهای هسته ای: آشکارسازی تابشهای هسته ای، انواع واکنشهای هسته ای ( $\alpha$ -p)، ( $\alpha$ -n) سطح مقطع و پرتوزایی مصنوعی
- سنجش و اندازه گیری رادیو اکتیویته و اکتیویته ویژه
- شکافت و جوش هسته‌ای: شکافت اورانیم، انرژی و محصولات شکافت هسته‌ای، راکتور هسته‌ای، جوش هسته های سبک
- شتاب‌دهنده‌ها: شتاب‌دهنده الکترواستاتیکی، سیکلوترون، بتاترون، شتاب‌دهنده خطی، سنکروسیکلوترون، سنکروترون

منابع اصلی درس :

- ۱- آلبرت، جان.ر. سمت، هنری. آشنایی با فیزیک اتمی و هسته ای (جلد اول و دوم). خسرو بخشایی. تهران. انتشارات مرکز نشر دانشگاهی. آخرین چاپ
- ۲- ریچاردز، انگ، هر. آشنایی با فیزیک هسته ای. علی پذیرنده، محمد رضا حمیدیان. انتشارات مرکز نشر دانشگاهی. تهران. آخرین چاپ
- ۳- می یرهوف، والتر. مبانی فیزیک هسته ای. دکتر رحیمی. انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد. آخرین چاپ

شیوه ارزشیابی دانشجوی:

- آزمون کتبی میان ترم و پایان ترم
- آزمون شفاهی



کد درس: ۰۶

نام درس: آناتومی عمومی

پیش‌نیاز: ندارد

تعداد واحد: ۲ واحد (۱/۵ واحد نظری-۰/۵ واحد عملی)

نوع واحد: نظری-عملی

هدف کلی درس:

آشنایی دانشجویان با کلیات آناتومی عمومی و اندام‌های اصلی بدن به منظور آگاهی از موقعیت و ارتباط اعضای بدن  
اهداف اختصاصی:

دانشجو پس از پایان درس باید

- ۱- مفاهیم و کلیات آناتومی را شرح دهد.
- ۲- ساختمان کلی اسکلتی و عضلانی بدن را شرح، مشاهده و با استفاده از مولاژ مکان قرارگیری هر کدام را نشان دهد.
- ۳- استخوانها و عضلات تنه را نام ببرد و شرح دهد.
- ۴- استخوانها و عضلات اندامها را نام ببرد و شرح دهد.
- ۵- آناتومی مغز و سیستم عصبی را شرح دهد.
- ۶- آناتومی چشم و گوش را شرح دهد.
- ۷- ساختمان کلی دستگاه گوارش را بیان کند و توضیح دهد.
- ۸- ساختار آناتومی دستگاه ادراری را توضیح دهد.

رئوس مطالب: (۲۶ ساعت نظری-۱۷ ساعت عملی)

- مفاهیم و کلیات علم آناتومی
- ساختمان کلی اسکلتی عضلانی بدن
- ساختمان کلی دستگاه گوارش
- ساختار سیستم ادراری
- آناتومی مغز و سیستم عصبی
- آناتومی چشم و گوش

منابع اصلی درس:

- جکسون، شیلا. آناتومی و فیزیولوژی برای پرستاران. دکتر صالح زاهدی و دکتر شهرام مجدی. انتشارات جهاد دانشگاهی اهواز. آخرین چاپ
- ۲- دین. آناتومی و فیزیولوژی پایه (جلد ۱ و ۲). دکتر حمیدرضا طهماسب پور. تهران. انتشارات اشارت. آخرین چاپ.

شیوه ارزشیابی دانشجویان:

- آزمون کتبی
- آزمون شفاهی
- آزمون‌های عملی: مبتنی بر کار (با مولاژ)، lab book ، log book



کد درس : ۰۷

نام درس: فیزیک پرتو شناسی تشخیصی

پیش نیاز یا همزمان: ندارد

تعداد واحد : ۲ واحد

نوع واحد: نظری

هدف کلی درس: آشنایی دانشجویان با اصول فیزیکی تولید اشعه ایکس، ساختمان مولدهای اشعه ایکس در پرتوشناسی، نحوه تشکیل تصاویر پرتونگاری، فلئوروسکپی و ماموگرافی  
اهداف اختصاصی:

دانشجو پس از پایان درس باید



- ۱- اصول تولید اشعه ایکس را شرح دهد.
- ۲- اجزاء مختلف مولدهای اشعه ایکس و نحوه کار آنها را بیان کند.
- ۳- محدود کننده‌های پرتو را توضیح دهد.
- ۴- انواع گرید و کاربرد آنها را توصیف کند.
- ۵- ساختمان فیلم رادیولوژی و مشخصات فیزیکی آن را بیان کند.
- ۶- ساختمان صفحات تقویت کننده و کاربرد آنها را شرح دهد.
- ۷- منابع دانسیته، کنتراست و عوامل موثر بر آنها را درک کند.
- ۸- اصول تشکیل تصویر در پرتونگاری، فلئوروسکپی، ماموگرافی را شرح دهد.
- ۹- کیفیت تصاویر در روشهای فوق و عوامل موثر بر کیفیت تصویر در هر سیستم را شرح دهد.
- ۱۰- اصول دستگاههای ماموگرافی را شرح دهد.

رئوس مطالب: (۳۴ ساعت نظری)

۱- تولید اشعه ایکس :

- لامپ اشعه X و اجزاء آن، حرارت و منحنی های حرارتی تیوپ اشعه X، طیف پرتوهای ایکس
- دیافراگم و محدود کننده های میدان تابش، فیلتر، گرید، اندازه نقطه کانونی و زاویه آند و اثر پاشنه آند
- ژنراتورهای اشعه X و تاثیر آنها در کیفیت اشعه
- ۲- فیلم، صفحات تشدید کننده و نحوه ظهور و ثبوت فیلم های رادیوگرافی :
  - ساختمان فیلم (ترکیب فیلم) و صفحه تشدیدکننده، ظهور و ثبوت فیلم، انواع فیلم و اسکرین، دانسیته اپتیکی و کنتراست فیلم، منحنی مشخصه فیلم و حساسیت فیلم
  - مواد کنتراست زا در رادیوگرافی
- ۳- نحوه تشکیل تصویر و بررسی عوامل موثر در کیفیت آن :
  - برخورد اشعه ایکس تشخیصی با بافت و ضرایب کاهش شدت اشعه
  - کنتراست شیء و فیلم و راههای بهبود آن
  - رفتار پرتوهای اسکتر با بافت و راههای کنترل آن، کاربرد پرتوهای اسکتر و روشهای استفاده
  - نویز و انواع آن، نسبت سیگنال به نویز (SNR)
  - تارشدگی تصویر (Blurring) و راههای کاهش آن

- آرتیفکت های تصویر، بزرگنمایی و جابجائی تصویر

۴- فلئوروسکپی :

- تشدید کننده تصویر، ابزارهای الکترواپتیک، دوربین های ویدئویی، مونیتور، مقایسه تصاویر

رادیوگرافی با فلئوروسکپی، اکسپوژر در فلئوروسکپی و دز بیمار

۵- ماموگرافی :

- اصول فیزیکی دستگاههای ماموگرافی، اجزاء دستگاههای ماموگرافی، فیلم و صفحات تشدیدکننده

مورد استفاده، کیفیت تصویر ماموگرافی

منابع اصلی درس :

- 1- Bushong S. C. "Radiologic Science for Technologists Physics, Biology and Protection"., Mosby, London. Last edition
- 2- Curry, T. S., Dowdey, J. s. and Murry, R.c. "Christensen's physics of Diagnostic Radiology". Academic press, London. Last edition.
- 3- Bushberg et al. The Essential Physics of medical Imaging. Last Edition.

شیوه ارزشیابی دانشجوی:

- آزمون کتبی

- آزمون شفاهی



کد درس : ۰۸

نام درس: آناتومی مقطعی

پیش نیاز: آناتومی عمومی

تعداد واحد : ۱ واحد

نوع واحد: نظری

هدف کلی درس :

شناسایی و تعیین نواحی آناتومیک مختلف بدن در تصاویر آناتومیک مقطعی (تصاویر MRI, CT Scan, فراسوت و SPECT) اهداف اختصاصی: دانشجو پس از پایان درس باید:

- ۱- ساختار آناتومیک مغز را در برش‌های ساژیتال، کرنال و آگزیتال مشخص نماید.
- ۲- بخش‌های مختلف مغز را در تصاویر مقطعی تفکیک نماید.
- ۳- ساختمان آناتومیک قفسه سینه را در برش‌های مقطعی مختلف مشخص نماید.
- ۴- بخش‌های مختلف قفسه سینه را در تصاویر مقطعی تشخیص دهد.
- ۵- ساختار آناتومیک شکم و لگن را در برش‌های مقطعی مشخص نماید.
- ۶- قسمت‌های مختلف شکم و لگن را در تصاویر مقطعی مشاهده و تشخیص دهد.

رئوس مطالب: (۱۷ ساعت نظری)

- تعیین و مشخص نمودن ساختارهای هر ناحیه آناتومیک بدن در تصاویر مقطعی ساژیتال، کرنال و آگزیتال از نواحی زیر با استفاده از کتاب و اطلس آناتومی:  
مغز، سر و گردن، قفسه سینه و مدیاستینوم، شکم، لگن، سیستم عضلانی-اسکلتی به انضمام ستون فقرات
- تعیین و شناسایی نواحی مختلف آناتومیک بدن از روی تصاویر مقطعی (MRI, CT scan, فراسوت و SPECT) از نواحی زیر:  
مغز، سر و گردن، قفسه سینه و مدیاستینوم، شکم، لگن، سیستم عضلانی-اسکلتی به انضمام ستون فقرات

منابع اصلی درس :

- 1- Michael E., Madden, sectional Anatomy, Last edition, Lippincott William and Wilkins.
- 2- Moller, T B., Pocket Atlas of Sectional Anatomy, computed tomography and Magnetic Resonance Imaging, Vol III, spine extremities and joints, thieme, Last edition

و سایر منابع معتبر آناتومی مقطعی بر حسب نظر استاد

شیوه ارزشیابی دانشجو:

- آزمون کتبی
- آزمون شفاهی





کد درس : ۰۹

نام درس: فیزیولوژی

پیش نیاز: ندارد

تعداد واحد : ۲ واحد

نوع واحد: نظری

هدف کلی درس: آشنایی با فیزیولوژی بدن انسان

اهداف اختصاصی:

دانشجو پس از پایان درس باید:

- ۱- ساختمان، مکانیسم انتقال و انتشار پتانسیل عمل در سلول را تعریف نماید.
- ۲- فیزیولوژی قلب و گردش خون و اختلالات مربوطه را بیان کند.
- ۳- مکانیک گازها، تنفس و نارسائیهای تنفسی را توصیف نماید.
- ۴- فیزیولوژی و نارسائیهای کلیه را تشخیص دهد.
- ۵- نقش فیزیولوژی دستگاه گوارش را تشخیص دهد.
- ۶- فیزیولوژی سیستم ترشحات درون ریز را توصیف کند.
- ۷- فیزیولوژی چشم و گوش را توصیف نماید.

رئوس مطالب: (۳۴ ساعت نظری)

۱- فیزیولوژی سلول

- ساختمان عمومی سلول
- مکانیسمهای انتقال
- تولید و انتشار پتانسیل عمل
- فیزیولوژی عضلات صاف و اسکلتی

۲- فیزیولوژی قلب و گردش خون

- ویژگیهای عضله قلب
- مکانیک قلب
- مکانیک مایعات و گردش خون
- الکتروکاردیوگرافی
- اختلالات قلب و گردش خون

۳- فیزیولوژی تنفس

- مکانیک گازها و تنفس
- تبادل گاز در ریه
- اسپیرومتري

۴- فیزیولوژی کلیه

- فیلتراسیون و سیستم کار کلیه
- نارسائیهای کلیوی

۵- فیزیولوژی سیستم ترشحات درون ریز (غدد)



- تیروئید، پاراتیروئید
- غدد فوق کلیوی، هیپوفیز
- ۶- فیزیولوژی گوارش
- ۷- فیزیولوژی حواس ویژه
- چشم، گوش

منابع اصلی درس :

۱- دین. آناتومی و فیزیولوژی پایه (جلد ۱ و ۲). دکتر حمیدرضا طهماسب پور. تهران. انتشارات اشاعت. آخرین چاپ.

۲- نورانی، مهدی. کالبد شناسی و فیزیولوژی. انتشارات چهر. آخرین چاپ

۳- فیزیولوژی گایتون- انتشارات دانشگاه علوم پزشکی تبریز. آخرین چاپ

شیوه ارزشیابی دانشجو :

آزمون کتبی



کد درس : ۱۰

نام درس: مبانی سیگنال‌ها و سیستم

پیش‌نیازها همزمان: ندارد

تعداد واحد : ۲ واحد

نوع واحد: نظری

هدف کلی درس: آشنایی با مبانی ریاضی و مهندسی سیستم‌های تصویربرداری و سیگنال‌های تصویری که در تشکیل تصویر شرکت می‌کنند.

آشنایی با سیگنال‌های مختلف و انواع سیستم‌های عملگر که رفتارهای خطی و غیر خطی دارند.

اهداف اختصاصی:

دانشجو پس از پایان درس باید:

- ۱- سیگنال‌های پیوسته و ناپیوسته در فضای زمان و فرکانس را توصیف کند
- ۲- انواع سیگنال‌های زمانی اعم از نمائی، سینوسی، خطی و غیر خطی را شرح دهد.
- ۳- پالس‌های اپراتوری مربعی، مثلثی، گوسی و ... را توضیح دهد.
- ۴- سیستم‌های خطی وابسته و غیر وابسته به زمان را شرح دهد.
- ۵- سیگنال‌های پریودیک و غیر پریودیک در فضای زمان و فرکانس را مشاهده و نشان دهد.
- ۶- کاربرد تبدیل فوریه در تبدیل سیگنال‌های پریودیک و غیر پریودیک از فضای زمان به فرکانس و بالعکس را تفسیر کند.
- ۷- انواع فیلترهای نرم‌افزاری ایده آل و غیر ایده آل را مقایسه نماید.
- ۸- از سیگنال‌های پیوسته و غیر پیوسته زمانی جهت بازسازی صحیح آنها نمونه برداری کند و مشکلات مربوط به ناکافی بودن نمونه برداری را تشخیص دهد.

رئوس مطالب: (۳۴ ساعت نظری)

۱. سیگنال‌ها و سیستم‌ها:

- سیگنال‌های زمانی پیوسته و ناپیوسته
- تبدیل متغیرهای مستقل
- سیگنال‌های نمائی و سینوسی

- پالس‌های مربعی، مثلثی، گوسی، تابع دلتا،... و خصوصیات آنها

۲. سیستم‌های خطی غیروابسته به زمان

- سیستم‌های خطی غیروابسته به زمان ناپیوسته، جمع کانولوشن و تئوری آن
- سیستم‌های خطی غیروابسته به زمان پیوسته: انتگرال کانولوشن، خواص سیستم‌های خطی غیروابسته به زمان خاص توصیف شده با معادلات دیفرانسیلی و توابع منفرد

۳. نمایش سری فوریه سیگنال‌های پریودیک

- تاریخچه، حساسیت سیستم‌های خطی غیروابسته به زمان با توابع کمپلکس، نمایش سری فوریه سیگنال‌های پیوسته و ویژگی‌های آنها، تبدیلات فوریه پیوسته و ناپیوسته، FFT، نمایش تصاویر در فضای فرکانسی، واگرایی سریهای فوریه، خواص کانولوشن، خواص حاصلضرب آنها، جداول خواص فوریه

۴. مشخص نمودن سیگنال‌ها و سیستم‌ها برحسب فرکانس و زمان



- نمایش دامنه، فاز تبدیل فوریه، نمایش فاز، دامنه و حساسیت سیستم های خطی غیروابسته به زمان، خواص فیلترهای انتخابی فرکانسی ایده آل در فضای زمانی، خواص فیلترهای انتخابی غیر ایده آل در فضای زمانی و فرکانسی، سیستم های زمانی مرتبه اول و دوم، سیستم های ناپیوسته زمانی مرتبه اول و دوم، مثالهایی از تحلیل سیستم در فضای فرکانسی و زمان

۵. نمونه برداری: نمایش یک سیگنال پیوسته زمانی بوسیله نمونه های آن، قضیه نمونه برداری، بازسازی یک سیگنال بوسیله نمونه های آن و درون یابی، تاثیر کم بودن نمونه برداری، الیزینگ، پردازش سیگنال پیوسته زمانی با نمونه برداری از سیگنالهای ناپیوسته زمانی

منابع اصلی درس:

1- Signals and systems, Alan V. Oppenheim, Alan Willsky

2-Aualous Liang, Joseph D.Bronzino, Donald R. Peterson, CRC press, Tylor & Francis GroupLast edition

شیوه ارزشیابی دانشجو:

ارزشیابی بصورت تکوینی، تراکمی با استفاده روش های زیر برحسب تشخیص استاد شامل:

- آزمون کتبی در طول ترم و پایان ترم

- ارائه سمینار





کد درس: ۱۱

نام درس: زبان تخصصی

پیش نیاز: ندارد

تعداد واحد: ۲ واحد

نوع واحد: نظری

هدف کلی درس:

توانمندی دانشجویان در زمینه درک مطلب، خواندن و ترجمه متون و کتب علمی، واژه‌ها و اصطلاحات تخصصی و بهره‌گیری از منابع علمی انگلیسی در تصویربرداری پزشکی.

اهداف اختصاصی:

در پایان این درس دانشجو باید بتواند:

- ۱- ساختار واژگان علمی و اجزاء تشکیل دهنده آن (ترمینولوژی) را توضیح دهد.
- ۲- کاربرد پیشوندها، پسوندها و ریشه های لغات متداول در علوم واژه را توصیف کند.
- ۳- اختصارات متداول و رایج در تصویربرداری پزشکی و نحوه استفاده صحیح از لغت نامه ها را توضیح دهد.
- ۴- کتابهای علمی رشته تخصصی خود را مطالعه نماید.
- ۵- متون و مقالات تصویربرداری پزشکی را با ۷۰٪ صحت ترجمه و خلاصه نویسی کند.
- ۶- هماهنگی مناسب در سرعت خواندن و درک متن را کسب نماید.
- ۷- مقالات علمی رشته تخصصی خود به زبان انگلیسی (Presentation) را جستجو و ارائه دهد (۵ مقاله)

رئوس مطالب: (۳۴ ساعت نظری)

(الف)

- مقدمه، تاریخچه اصطلاحات علمی در زبان انگلیسی و منشاء آنها، ساختار واژگان علمی و اجزا تشکیل دهنده آن (پیشوند، پسوند، ریشه لغت، Word ending- Combining word)
- پسوندها و پیشوندها و ریشه های لغات متداول و رایج در پزشکی و فیزیک تصویربرداری، اصول حدس معانی واژگان بدون استفاده از فرهنگ لغات و روش آنالیز واژگان
- بررسی اختصارات متداول و رایج مهم در پزشکی و فیزیک تصویربرداری، اصول نگارش صحیح لغات و اصطلاحات و روشهای استفاده از فرهنگ لغات تخصصی

(ب)

- مقدمه ای بر اصول خواندن، سرعت خواندن، درک متون و ترجمه
- اصول مطالعه سریع و درک همزمان مفاهیم و معانی متون تخصصی
- روش‌های ترجمه و خلاصه نویسی متون و مقالاتی از تصویربرداری پزشکی (انگلیسی به فارسی و بالعکس)
- اصول مقاله نویسی و ارائه آن به زبان انگلیسی

شیوه ارزشیابی دانشجوی:

-آزمون کتبی

- آزمون شفاهی

- گزارش کار

- ارائه سمینار

منابع اصلی درس :

- 1- Cohen. B. J. "Medical Terminology: An Illustrated Guide". Lippincott, Williams & Wilkins.. Last edition
- 2- Cromer. Allen. H. "Physics for the Life Science". Mc Graw Hill.. Last edition
- 3- Ramsay James W. "Basic Skill for Academic Reading". Prentice Hall Regents. Englewood Cliffs.. Last edition
- 4- Weissberg Robert, Backer Suzanne."Writing up Research, Experimental Research Report Writing for Students of English". Prentice Hall Regents.. Last edition

۵- یک منبع تعیین شده تخصصی توسط استاد مربوطه: کریستین سن، بوشانگ، بوشبرگ



کد درس: ۱۲



نام درس: مبانی نظری تشکیل تصاویر پزشکی

پیش‌نیازها: فیزیک پرتوشناسی تشخیصی، مبانی سیگنال و سیستم

تعداد واحد: ۲ واحد

نوع واحد: نظری

هدف کلی درس:

آشنایی با مبانی نظری تشکیل تصویر در دستگاه‌های تصویربرداری پزشکی  
اهداف اختصاصی:

دانشجو پس از پایان درس باید قادر باشد:

۱. روش‌های ریاضی تشکیل تصویر را شرح دهد و نقش اجزا مختلف یک سیستم تصویربرداری پزشکی در خصوصیات کمی و کیفی آنها و روشهای فشرده‌سازی تصویر را مقایسه کند.
۲. اصول و روش‌های مختلف ریاضی معمول در آنالیز روش‌های تصویربرداری پزشکی را اندازه‌گیری کند.
۳. روش‌های نمونه‌برداری از تصاویر پزشکی و عوامل موثر در آنها را شرح دهد.
۴. چگونگی تاثیر اجزای سیستم تصویربرداری پزشکی بر کیفیت آنها را شرح دهد و قادر به انجام روشهای اندازه‌گیری تجربی آنها باشد.
۵. مفهوم نسبت سیگنال به نویز در اجزای مختلف سیستم‌های تصویربرداری پزشکی را توصیف کند.
۶. نظریات بازسازی تصاویر پزشکی و چگونگی تحلیل آنها در روشهای PET, SPECT, CT و ..... تفسیر نماید
۷. پارامترهای معمول در نمایش تصاویر در سیستم‌های تصویربرداری دیجیتال پزشکی را شرح دهد و بتواند آنها را تنظیم کند
۸. روش‌های آنالیز و اندازه‌گیری ویژگی‌های تصاویر را شرح دهد و چگونگی تصحیح آنها را نشان دهد.

رئوس مطالب (۳۴ ساعت نظری):

- اصول و روشهای ریاضی در تصویربرداری (تبدیل فوریه، رابطه فضایی بین شیء و تصویر و نقش سیستم تصویربرداری، کانولوشن (Convulsion)، نظریه سیستم‌های خطی و Shift-Variant، تابع ضربه‌ای، خصوصیات منبع نقطه‌ای، تابع نقطه گستر (PSF)، تابع خط گستر (LSF)، تابع تبدیل سیستم (HTF) و اندازه‌گیری تجربی آنها)
- نمونه برداری و عوامل موثر در آن (نمونه‌برداری اطلاعات پیوسته، اثر فرکانس و پهنای باند، بازیابی اطلاعات نمونه برداری شده، درون‌یابی فرکانس نمونه برداری، آرتیفکت‌های نمونه‌برداری و راههای رفع آن، کوانتیزه کردن اطلاعات نمونه‌برداری شده و توصیف تصویر به صورت ماتریس.)
- تاثیر اجزای سیستم تصویربرداری بر کیفیت تصویر (بزرگنمایی، بهم‌ریختگی تصویر، قدرت تفکیک و نویز حاصل از سیستم تصویربرداری، رابطه بین نمونه برداری، نویز و MTF سیستم تصویربرداری، ارزیابی سیستم تصویربرداری (حساسیت، ویژگی، دقت، صحت، ROC)، اندازه ماتریس، رزولوشن فضایی و دانسیته نویز، تعداد نماها و سایر خصوصیات فیزیکی)

- نسبت سیگنال به نویز در اجزای مختلف سیستم تصویربرداری پزشکی شامل سیستم‌های آشکارسازی آنالوگ و دیجیتال (DQE, HEQ, HPS)
- تحلیل اسکتر و نویز (مدل نویز پواسون، برنولی، گوسی، نویز جمع شونده و کوانتوم، ایستا و غیر ایستا) در تصویربرداری
- نظریه بازسازی تصاویر پزشکی و تحلیل آنها در CT, SPECT, PET و .....
- نمایش تصاویر در سیستم‌های تصویربرداری دیجیتال پزشکی (عرض و ارتفاع پنجره، سطح خاکستری، رنج دینامیکی، کنتراست و روشنایی تصویر، بازسازی سه بعدی تصاویر)
- تصحیح تصاویر پزشکی (آنالیز و اندازه‌گیری ویژگیهای تصاویر و روشهای تصحیح معمولی)

منابع اصلی درس :

- 1- Webb, S. "The Physics of Medical Imaging". London: McGraw-Hill, Last Edition.
- 2- Bushberg, J. T. et al. "The Essential Physics of Medical Imaging": London: Lippincott Williams & Wilkins. Last Edition.
- 3- Cunnigham J.R. "The Physics of Radiology". London: Charles & Thomas Publication. Last Edition.
- 4- Gonzales R.C. & Wood R.E. "Digital Image Processing". London: Prentice Hall. Last Edition.

شیوه ارزشیابی دانشجو:

- آزمون کتبی
- آزمون شفاهی





کد درس: ۱۳

نام درس: پردازش تصاویر پزشکی

پیش‌نیاز یا همزمان: مبانی سیگنال و سیستم - مبانی نظری تشکیل تصاویر پزشکی  
تعداد واحد: ۲ واحد (۱/۵ واحد نظری - ۰/۵ واحد عملی)

نوع واحد: نظری-عملی

هدف کلی درس:

ارتقاء سطح آگاهی و مهارت دانشجو در زمینه روشهای بهبود کیفیت تصاویر پزشکی، استخراج اطلاعات و ویژگی‌های مورد نیاز تشخیص و آرشیو و انتقال تصاویر پزشکی  
اهداف اختصاصی:

دانشجو پس از پایان درس باید:

- ۱- روشهای بهبود کیفیت تصاویر پزشکی را شرح دهد.
- ۲- نوع و مشخصات و کاربرد جزئیات و اطلاعات موجود در تصویر را تشخیص دهد.
- ۳- روشهای عمومی تشخیص الگو و تشخیص‌های اتوماتیک مربوطه را شرح دهد
- ۴- روشهای عمومی فشرده‌سازی تصویر، آرشیو و انتقال تصاویر را اجرا نماید.
- ۵- روشهای بهبود کیفیت را در تصحیح عیوب تصاویر پزشکی استفاده نماید و بهترین روش را در هر زمینه انتخاب نماید.

رئوس مطالب: (۲۶ ساعت نظری-۱۷ ساعت عملی)

- سیگنالهای هارمونیک و سینوسی، پالسهای مربعی، مثلثی، گوسی، تابع دلتا (Impulse) و خصوصیات آن
- تبدیل فوریه و خصوصیات آن، سری فوریه و فوریه گسسته، FFT، نمایش تصاویر در بعد فرکانس، تبدیل‌های متداول مورد استفاده در تصاویر و تفاوت آنها
- Convolution و تئوری آنها در تصویر، جبر ماتریسی و فیلتر کردن تصاویر
- روشهای بهبود کیفیت تصویر، فیلترهای پایین‌گذر، میان‌گذر و بالاگذر، استخراج و تقویت لبه، اعمال فیلترهای مورفولوژیک، رفع نویز، تقویت کنتراست بر مبنای Histogram
- جداسازی اجزاء تصویر (Segmentation) و تشخیص الگو و استخراج ویژگی
- آنتروپی و تئوری اطلاعات در تصویر، فشرده‌سازی تصویر و روشهای متداول آن
- انتقال تصاویر پزشکی و روشهای استاندارد ذخیره‌سازی و انتقال (DICOM-PACS)
- انطباق تصاویر
- آنالیز عملی بر روی تصاویر



منابع اصلی درس :

- 1- Gonzales R.C., Woods R. E. "Digital Image Processing. Prentice Hall. Last edition
- 2- Castleman K.R. "Digital Image Processing". Prentice Hall. Last edition

شیوه ارزشیابی دانشجو :

- آزمون کتبی شامل
- آزمون شفاهی
- آزمون های عملی
- کارپوشه log book



کد درس: ۱۴

نام درس: فیزیک تصویربرداری تشدید مغناطیسی (MRI)

پیش نیاز یا همزمان: مبانی سیگنال و سیستم - مبانی نظری تشکیل تصاویر پزشکی

تعداد واحد: ۲ واحد (۱/۵ واحد نظری - ۰/۵ واحد عملی)

نوع واحد: نظری - عملی

هدف کلی درس: ارتقاء سطح آگاهی و مهارت دانشجویان در زمینه اصول فیزیکی تصویربرداری MRI، بازسازی و تشکیل تصویر و اصول کار تستهای مختلف دستگاه، MRI و کیفیت تصاویر MRI. اهداف اختصاصی:

دانشجو پس از پایان درس باید:

۱- اصول فیزیکی تصویربرداری در روش MRI را توضیح بدهد.

۲- اجزاء سیستم MRI را نام ببرد و نحوه عملکرد آنها را توضیح دهد.

۳- نحوه اخذ داده و تشکیل تصویر در روش MRI را توصیف نماید.

۴- پارامترهای وابسته به کیفیت تصویر در MRI را شرح دهد.

۵- ایمنی کار با سیستم MRI را توضیح بدهد.

رئوس مطالب: (۲۶ ساعت نظری - ۱۷ ساعت عملی)

آشنایی با اصول فیزیکی تصویربرداری تشدید مغناطیسی هسته ( Nuclear Magnetic Resonance )  
(Imaging, MRI):

۱- تشدید مغناطیسی هسته (Nuclear Magnetic Resonance) NMR:

- دو قطبی مغناطیسی (Magnetic Dipole Moment)

- ضریب ژیرو مغناطیس (Gyromagnetic ratio)

- فرکانس لارمور (Larmor Frequency)

- ممان مغناطیسی الکترون (Electron Magnetic Dipole Moment)

- تشدید مغناطیسی الکترون (Electron Magnetic Resonance) ESR و تشدید مغناطیسی

هسته NMR

۱- جذب انرژی و زمانهای استراحت

- زمان استراحت اسپین-شبکه (T1)

- زمان استراحت اسپین-اسپین (T2)

- بردار مغناطش کلی و حرکت تقدیمی

- معادلات بلاک

- تحریک RF فرکانس رادیویی

- زاویه انحراف

- مغناطش طولی و عرضی

- نزول آزاد القا (FID)



۲- تجهیزات

- میدان مغناطیس خارجی- میدانهای کم-متوسط و زیاد-
- یکنواختی و غیر یکنواختی میدان مغناطیسی، شیفیت شیمیایی و طیف سنجی مغناطیسی
- زمانهای استراحت  $T_2, T_2^*$  و نزول آزاد القا  $FID^*$
- کسب فاز و منحنی گراف فاز اسپینی
- گرادینهای میدان مغناطیسی
- میدان رادیویی RF
- سیستمهای کامپیوتری

۳- تولید سیگنال

- کد بندی فضایی
- انتخاب برش و تابع سینک و تحریک انتخابی برش
- کد بندی فرکانس و فاز
- سیگنال چند برشی

۵- سریهای زمانی پالسی

- بهبود اشباع
- بازیافت معکوس
- اکوی اسپینی
- اکوی گرادین
- اکوی اسپینی سریع

۶- آشکار سازی و بازسازی تصویر

- کانالهای واقعی و موهومی اخذ سیگنال
- تبدیلات فوریه توابع سینک
- تصویربرداری 1DFT و 2DFT
- فضای K
- کنتراست، رزولوشن تصویر و SNR
- آرتیفکتهای تصویر
- مواد کنتراست



منابع اصلی درس:

- ۱- تصویربرداری تشدید مغناطیسی هسته: اصول فیزیکی و بیولوژیکی - دکتر نادر ریاحی عالم - دکتر غزاله گرایلی - انتشارات دانشگاه علوم پزشکی تهران - آخرین چاپ
- 2- MRI the Basic, Ray H. Hashemi, Magnetic Resonance Imaging, David Stark, William Bradly, C Mosby Company, Last Edition
- 3- MRI in Practice, Catherine Westbrook(DCR), Carolyn Kaut(RT), Blackwell Science, Last Edition

شیوه ارزشیابی دانشجو:

- آزمون کتبی
- آزمون عملی



کد درس: ۱۵

نام درس: فیزیک تصویربرداری سی تی

پیش نیازها همزمان: فیزیک اتمی و هسته ای- فیزیک پرتو شناسی تشخیصی- مبانی نظری تشکیل تصاویر پزشکی

تعداد واحد: ۲ واحد (۱/۵ واحد نظری- ۰/۵ واحد عملی)

نوع واحد: نظری- عملی

هدف کلی:

آگاهی از مباحث مرتبط با فرایند تشکیل تصویر و آشنائی با روشهای تصویربرداری سی تی اسکن اهداف اختصاصی:

دانشجو پس از پایان درس باید:

۱. طرز کار سیستمهای سی تی را حسب مورد شرح دهد.
۲. قسمتهای مختلف سیستمهای سی تی را نشان دهد.
۳. روش های باز سازی تصویر را شرح دهد.
۴. آرتیفکتهای موجود در تصویربرداری سی تی را تفسیر نماید.
۵. روشهای حفاظت در برابر اشعه را شرح دهد.

رئوس مطالب: (۲۶ ساعت نظری- ۱۷ ساعت عملی)

- مروری بر فیزیک تولید، تضعیف و آشکارسازی پرتو ایکس در تصویربرداری
- معرفی فرایند توموگرافی
- اصول اولیه تشکیل تصویر در سی تی اسکن
- معرفی روش های بازسازی تصاویر در سی تی اسکن
- آشنایی با اجزا و طرز کار آنها در دستگاه سی تی اسکن
- اصول کیفیت تصویر و عوامل موثر بر آن در سی تی اسکن
- معرفی آرتیفکت ها در سی تی اسکن و منشا تولید آنها
- معرفی تکنیک های محاسبه دز در سی تی اسکن
- حفاظت در برابر اشعه در سی تی اسکن

منابع اصلی درس :

1. Computed Tomography Physical Principles, Clinical Applications, and Quality Control, Euclid Seeram, 3rd Edition (or any Last edition), Saunders/Elsevier, Last edition
2. Computed Tomography: Principles, Design, Artifacts, and Recent Advances, Jiang Hsieh, SPIE Press, Last edition
3. Computed Tomography: From Photon Statistics to Modern Cone-Beam CT, Thorsten M. Buzug, Springer Science & Business Media, Last edition

شیوه ارزشیابی دانشجو :

- آزمون کتبی
- آزمون شفاهی
- آزمون عملی



کد درس: ۱۶

نام درس: فیزیک تصویربرداری پزشکی هسته‌ای

پیش‌نیاز یا همزمان: فیزیک اتمی و هسته‌ای- فیزیک پرتو شناسی تشخیصی-مبانی نظری تشکیل تصاویر پزشکی

تعداد واحد: ۲ واحد (۱/۵ واحد نظری-۰/۵ واحد عملی)

نوع واحد: نظری-عملی

هدف کلی: آگاهی از مباحث مرتبط با تولید و کاربردهای تشخیصی رادیوایزوتوپها و آشنائی با روشهای تصویربرداری پزشکی هسته‌ای  
اهداف اختصاصی:

دانشجو پس از پایان درس باید:

۱. طرز کار سیستم های گاماکرا و بخش های مختلف آن را شرح دهد

۲. روشهای بازسازی تصویر بطور مستقل استفاده نماید.

۳. نحوه تشکیل تصویر را در پزشکی هسته‌ای شرح دهد

۴. مراحل تصویربرداری در سیستمهای پت را شرح دهد.

رئوس مطالب: (۲۶ ساعت نظری-۱۷ ساعت عملی)

- فیزیک رادیو اکتیویته و قوانین حاکم بر آن

- انواع برهمکنشهای فوتونها با مواد

- حفاظت در برابر اشعه در پزشکی هسته‌ای

- آشنایی با طرز کار آشکارسازهای گازی، سوسوزن و نیمه هادی

- معرفی سیستم تصویر برداری گاما کرا

- معرفی انواع کولیماتور ها و ارزیابی عملکرد کولیماتور

- تشکیل تصویر در سیستمهای گاما کرا

- تصویر برداری توموگرافی در پزشکی هسته‌ای (SPECT)

- انواع روشهای بازسازی تصویر در پزشکی هسته‌ای

- معرفی سیستم تصویربرداری PET

- سیستمهای تصویربرداری ترکیبی

منابع اصلی درس :

1. Physics in Nuclear Medicine Simon Cherry

2. Nuclear Medicine R.T. Henking

۳. توموگرافی تابش پوزیترون: فیزیک، تجهیزات، اسکنرها و افقهای پیشرفت دکتر محمدرضا آی

شیوه ارزشیابی دانشجو :

-آزمون کتبی

-آزمون عملی



کد درس: ۱۷

نام درس: فیزیک تصویربرداری فراصوت

پیش‌نیاز یا همزمان: مبانی نظری تشکیل تصاویر پزشکی

تعداد واحد: ۲ واحد (۱/۵ واحد نظری-۰/۵ واحد عملی)

نوع واحد: نظری-عملی

هدف کلی درس:

ارتقاء سطح آگاهی دانشجوی در زمینه اصول روشهای سونوگرافی، شناخت برهم‌کنش‌های فراصوت با ماده، انواع تکنیک‌های تصویربرداری فراصوتی متداول و شناخت جایگاه کاربردی روشهای مختلف تصویربرداری فراصوتی.

اهداف اختصاصی:

دانشجو پس از پایان درس باید

- ۱- فیزیک امواج فراصوتی را توضیح دهد.
- ۲- برهم‌کنش امواج فراصوت را درک کند.
- ۳- عوامل موثر بر تضعیف امواج فراصوتی را بیان کند.
- ۴- نحوه تولید و ارزیابی امواج فراصوت را شرح دهد.
- ۵- انواع پروبهای فراصوتی را توضیح دهد.
- ۶- بخشهای مختلف یک دستگاه سونوگرافی را تشخیص بدهد.
- ۷- مدهای مختلف ثبت تصاویر سونوگرافی را بیان کند.
- ۸- مسیر ثبت و پردازش داده‌ها در سونوگرافی را نشان دهد.
- ۹- استفاده از روشهای متفاوت سونوگرافی را در عمل نشان دهد.
- ۱۰- آرتیفکتهای و دلایل وقوع آنها را با مثال شرح دهد.
- ۱۱- پارامترهای موثر بر رزولوشن محوری و جانبی را توضیح دهد.
- ۱۲- اصول و کاربردهای تکنیک داپلر را شرح دهد.

رئوس مطالب: (۲۶ ساعت نظری-۱۷ ساعت عملی)

- اصول فیزیک اکوستیک شامل فروصوت، صوت و فراصوت
- برهم‌کنش صوت با بافت و معادلات حاکم بر انتشار امواج صوتی و هارمونیک در مواد جامد شامل انتشار طولی و عرضی، تضعیف، پراکندگی و پارامتر  $B/A$  و استخراج پارامترهای مکانیکی بافت، جذب امواج فراصوتی، اصول، مکانیسم و روابط حاکم
- اصول تصویربرداری استاتیک و بهنگام، بلوک دیاگرام مدهای تصویربرداری معمول
- کریستال پیزوالکتریک، اجزای پروبهای فراصوتی، پارامترهای فیزیکی و میدان‌های اکوستیکی، انواع مولدهای اکوستیکی، مولتی فرکانس کامپوزیت‌ها و ....
- پروفایل شدت تابش در راستای محوری و جانبی- پارامترهای فیزیکی حاکم بر انتشار خطی و غیرخطی در تشکیل تصویر- رزولوشنهای فضایی و رزولوشن زمانی.
- انواع پروب‌های مکانیکی و الکترونیکی - آرایه‌های فازی- آرایه‌های دو بعدی و .... با تاکید بر فیزیک ساختار و نحوه شکل‌گیری طیف فرکانسی و .... روش‌های  $focusing$  و  $steering$  موج ....
- نحوه ثبت و پردازش تصویر



- فیزیک داپلر و تجهیزات، اصول تصویربرداری داپلر، اصول داپلر اولتراسونوگرافی پیوسته و پالسی، داپلکس، آرتیفکت، شناسایی روش های تخمین جهت و سرعت، تخمین شیفیت فرکانس، اصول همودینامیک، آنالیز طیف داپلر، پردازش تصاویر داپلر طیفی، داپلر رنگی، داپلر پالسی، داپلر توان، ..... ابزارهای ثبت تصویر
- پارامترهای استخراج شده از تصویربرداری فراصوتی
- الگوریتم های پردازشی برای استخراج پارامترهای محاسبه شده از پارامترهای فیزیکی پایه
- شاخص ها و مارکرهای مشخص
- روش های آنالیز کمی در انواع روش های فراصوتی شامل B-mode, M-mode, Doppler, الاستوگرافی، سیگنال RF, vector imaging و .....
- آرتیفکتها با تکیه بر دلایل ایجاد آنها
- اثرات بیولوژیکی امواج فراصوت

منابع اصلی درس :

1. Hedrick W.R., Hykes D. L., Starchman D.E., Ultrasound Physics and Instrumentation, ELSEVIER MOSBY, Last Edition.
2. Azhari H., Basic of biomedical ultrasound for engineering. JOHN WILEY & SONS, INC, Last Edition
3. Hill C.R., Bamber J.C., ter Haar G.R., Physical principles of medical ultrasonics. John Wiley & Sons, Last Edition.

شیوه ارزشیابی دانشجوی :

- آزمون کتبی
- آزمون عملی



کد درس: ۱۸

نام درس: فیزیک تصویربرداری اپتیکی و امپدانس

پیش نیاز یا همزمان: ندارد

تعداد واحد: ۱ واحد

نوع واحد: نظری

هدف کلی درس:

توانمندسازی دانشجو در زمینه آشنایی با نحوه تشکیل تصویر، اصول اپتیکی، نحوه انتشار نور در بافت و برهمکنش پرتو نوری با، روش های تصویربرداری مبتنی بر پرتو های نوری و آشنایی با اصول و روشهای تصویربرداری الکتریکی و مغناطیسی

اهداف اختصاصی:

دانشجو پس از پایان درس باید:

- ۱- تجهیزات پایه در تصویربرداری اپتیکی را نام ببرد.
- ۲- خواص اپتیکی بافت و نحوه برهم کنش پرتو لیزری را با آن تفسیر کند.
- ۳- تئوری های مربوط به نحوه انتشار نور در بافت را شرح دهد.
- ۴- عملکرد میکروسکوپیهای فلورسانس، دو فوتونی و کانفوکال را توضیح دهد.
- ۵- تصویربرداری همدوس نوری و مالتی اسپکترا را توصیف کند.
- ۶- مبانی ثبت تغییرات امپدانس الکتریکی و مغناطیسی بافت را شرح دهد.

رئوس مطالب: (۱۷ ساعت نظری)

- منابع نوری شامل منابع غیرهمدوس و لیزرهایی که در روش های تصویربرداری کاربرد دارند.
- مفاهیم پایه لیزر
- تجهیزات پایه در تصویربرداری اپتیکی،
- خواص اپتیکی بافت (ضرایب پراکندگی، ضرایب نوری و خصوصیات فلورسنت)
- آشنایی با نحوه برهم کنش پرتو لیزری با بافت شامل فوتو شیمیایی، فوتوترمال و انواع کندگی نوری
- تئوری های مربوط به نحوه انتشار نور در بافت شامل تئوری می، رالی و معادله انتقال نور
- سامانه های انتقال پرتو نوری و پرتو لیزر، فیبرهای نوری و آشنایی با چینش های اپتیکی به کار رفته در سامانه های تصویربرداری نوری
- آشنایی با اصول اسپکتروسکپی
- تصویربرداری بالستیک و میکروسکوپی، آشنایی با میکروسکوپیهای فلورسانس، دو فوتونی و کانفوکال.
- روش تصویربرداری همدوس نوری و مالتی اسپکترا، آشنایی با روش های محاسباتی مانند ماتریس مولر، ماتریس جونز
- آشنایی با خواص الکتریکی و مغناطیسی بافت
- اصول تصویربرداری امپدانس الکتریکی یا Electrical Resistivity Tomography: تئوری، کاربردها، سیستمهای تجاری f-EIT, a-EIT
- اصول تصویربرداری امپدانس مغناطیسی، امپدانس پلتیسموگرافی، امپدانس توموگرافی.



منابع اصلی درس :

- 1..Wang, Lihong V., and Hsin-I. Wu. Biomedical optics: principles and imaging. John Wiley & Sons, Last Edition.
- 2..Webb's Physics of Medical Imaging. CRC Press, Taylor & Francis Group, Last Edition
- 3.Welch, A.J. & van Gemert, M.J.C. Optical-Thermal Response of Laser-Irradiated Tissue, Last Edition
- 4.Niemz, M.H. Laser-Tissue Interactions, Last Edition
6. Tuan Vo-Dinh, Biomedical photonics handbook, second edition. V 1. CRC Press, Taylor & Francis Group, Last Edition.
7. Holder D. S. , Electrical Impedance Tomography; Methods, History and Applications, Institute of physics, Last Edition
8. Malmivuo L., Plonsey R. , “ Bioelectromagnetism, Principles and applications of Bioelectric and Biomagnetic Field. New York, Oxford University Press, Last Edition.

شیوه ارزشیابی دانشجوی:

- آزمون کتبی
- آزمون شفاهی





کد درس: ۱۹

نام درس: اصول دوزیمتری

پیش‌نیازها: همزمان: فیزیک پرتوشناسی تشخیصی

تعداد واحد: ۱ واحد

نوع واحد: نظری

هدف کلی درس:

ایجاد آگاهی در دانشجو در زمینه مبانی دوزیمتری پرتوهای یون ساز و انتخاب دوزیمتر مناسب در کاربردهای مختلف تصویربرداری پزشکی و پزشکی هسته‌ای

اهداف اختصاصی:

دانشجو پس از پایان درس باید:

- ۱- میدان پرتوها و کمیت‌های وابسته به آن را توضیح دهد.
- ۲- کمیت‌های پرتودهی (اکسپوزر)، گرما، دوز جذبی و واحدهای مربوطه و روابط ریاضی بین آنها را شرح دهد.
- ۳- تعیین دوز جذبی با استفاده از تئوری حفره براگ-گری را توضیح دهد.
- ۴- کاربرد، مزایا و معایب روش‌های مختلف دوزیمتری در تصویربرداری را شرح دهد.
- ۵- مراحل مختلف در فرایند کالیبراسیون دوزیمترهای روزمره را توضیح دهد.
- ۶- دوزیمتری منابع داخلی رادیونوکلئیدها را تحلیل نماید.

رئوس مطالب (۱۷ ساعت نظری):

- میدان پرتوها: کمیت‌های میدان پرتو و توزیع آن (شار، شار انرژی و توزیع طیفی)
- اندازه‌گیری پرتودهی: تعریف پرتودهی، تعادل ذرات باردار، اتافک هوای آزاد، اندازه‌گیری پرتودهی با اتافک هوای آزاد و با اتافک حفره کالیبره شده
- اندازه‌گیری مستقیم دوز جذبی: کمیت‌های تصادفی و قطعی، واحدهای دوز جذبی
- مفهوم گرما: تعریف گرما، گرما در هوا و پرتودهی، گرما و دوز جذبی
- تعیین دوز جذبی از طریق پرتودهی و یا گرما: دوز جذبی در هوا و سایر مواد، ضرایب تبدیل پرتودهی به دوز جذبی
- تعیین دوز جذبی و پرتودهی با استفاده از تئوری حفره: تئوری حفره براگ-گری، قضیه فانو
- دوزیمتری عملی باریکه‌های فوتونی: آزمایشگاه‌های استاندارد دوزیمتری (اولیه و ثانویه) و نظام جهانی کالیبراسیون دوزیمترها، دوزیمترهای استاندارد اولیه و ثانویه، دوزیمترهای روزمره میدانی، خصوصیت‌های یک دوزیمتر ایده‌آل، اتافک حفره به عنوان استاندارد پرتودهی، گرما در هوا و دوز جذبی، اتافک‌های یونش دو صفحه موازی و استوانه‌ای، Dose-Area Product (DAP) Meter، دوزیمتری ترمولومینسانس، دوزیمتری با فیلم، دوزیمتر دیودی، وابستگی دوزیمترهای مختلف به انرژی، عدد اتمی، جهت پرتوگیری و شرایط محیطی
- کالیبراسیون دوزیمتریک جهت باریکه‌های فوتونی: دوزیمتری مطلق و نسبی، کالیبراسیون برحسب گرما: هوا، کالیبراسیون برحسب دوز جذبی در آب، ضریب کالیبراسیون، ضرایب تصحیح
- دوزیمتری رادیونوکلئیدها: ثابت تندی گرما: هوا، دوزیمتری منابع داخلی

منابع اصلی درس :

- 1- Greening, J. R. "Fundamentals of Radiation Dosimetry". Adam Hilger Ltd. Last edition
  - 2- Attix, F. "Introduction to Radiological Physics and Radiation Dosimetry". Wiley Interscience. Last edition.
- ۴- حاجی زاده، محسن. مبانی آشکارسازی و دزیمتری پرتوهای یونیزان. انتشارات دانشگاه علوم پزشکی مشهد. آخرین چاپ.
- شیوه ارزشیابی دانشجو:
- آزمون کتبی



کد درس: ۲۰

نام درس: سمینار

پیش نیاز یا همزمان: ندارد

تعداد واحد: ۱ واحد

نوع واحد: نظری

هدف کلی

آشنایی دانشجویان با ارائه سمینارهای علمی و نیز آشنایی با ساختار و مبانی دستگاه‌های موجود در بخش‌های تصویربرداری، با هدف افزایش توانایی دانشجویان در تطبیق و جمع‌بندی دانش نظری در زمینه سیستم‌های تصویربرداری پزشکی

اهداف اختصاصی

در پایان این درس دانشجویان باید بتوانند:

۱. اطلاعات مناسب را در زمینه سیستم‌های تصویربرداری پزشکی جمع‌آوری نماید.
۲. با جمع‌بندی مطالب گردآوری شده، آنها را در محیط آموزشی بصورت سمینار ارائه دهد.
۳. گزارش کامل یک سمینار دانشجویی را تدوین نماید.

رئوس مطالب: (۱۷ ساعت نظری)

در این واحد، دانشجویان تحت نظارت استاد راهنما پس از کسب دانش و مهارت علمی کافی، با مطالعه در منابع مختلف علمی از جمله کتاب‌ها، مجلات، ژورنال‌ها، منابع الکترونیک و اینترنتی به مطالعه و تحقیق در یکی از زمینه‌های تصویربرداری پزشکی پرداخته و پس از جمع‌بندی و تجزیه و تحلیل، مطالب حاصل را در قالب یک سمینار مکتوب و مدون، بطور شفاهی ارائه می‌نمایند.

روش‌های تدریس

در این دوره، عمدتاً از روش‌ها و فنون آموزشی زیر بهره‌گرفته خواهد شد:

- سمینار کلاسی
- بحث در گروه‌های کوچک

منابع اصلی درس:

حسب موضوع انتخابی توسط دانشجویان، منابع مورد نیاز با مشورت و تایید استاد راهنما تعیین می‌گردد

شیوه ارزشیابی دانشجویان:

ارزشیابی دانشجویان به صورت تکوینی یا تراکمی با استفاده از یک یا چند روش زیر حسب تشخیص استاد انجام می‌شود  
ارائه سمینار



کد درس: ۲۱

نام درس: کارآموزی

پیش‌نیاز یا همزمان: ندارد

تعداد واحد: ۲ واحد

نوع واحد: کارآموزی

هدف کلی درس: ارتقاء سطح آگاهی و مهارت دانشجویان در زمینه انجام خدمات مورد نیاز در مراکز تصویربرداری (رادیولوژی، پزشکی هسته‌ای، MRI)

اهداف اختصاصی:

دانشجو پس از پایان درس باید:

- ۱- در نحوه انجام رادیوگرافی‌های مختلف مشارکت نماید.
- ۲- تفاوت‌های تکنیکی و عملی روش‌های مختلف تصویربرداری با پرتو ایکس را با هم مقایسه نماید.
- ۳- در انجام سونوگرافی مشارکت نماید.
- ۴- در اندازه‌گیری اکتیویته در پزشکی هسته‌ای مشارکت نماید.
- ۵- در انجام اسکن‌های مختلف مشارکت نماید.
- ۶- در تنظیم دستگاه جهت انجام اسپکت مشارکت نماید.
- ۷- در انجام تصویربرداری پلانار، دینامیک و اسپکت مشارکت نماید.
- ۸- نحوه آماده‌سازی و بازسازی تصاویر اسپکت را تفسیر و نشان دهد.
- ۹- بیمار در MRI را آماده نماید.
- ۱۰- انواع کویل‌ها و مواد کنتراست را در MRI را شناسایی نماید.
- ۱۱- چگونگی انجام MRI از قسمتهای مختلف بدن را تحت نظر استاد با حداقل خطا انجام دهد.
- ۱۲- نحوه آماده‌سازی و بازسازی تصاویر MRI را نشان دهد.
- ۱۳- تکنیک‌های خاص در MRI را تجزیه و تحلیل نماید.

رئوس مطالب: (۱۰۲ ساعت کارآموزی)

- بخش رادیولوژی
- رادیوگرافی‌های معمول
- آنژیوگرافی
- رادیوگرافی دیژیتال
- ماموگرافی
- سی‌تی اسکن
- سونوگرافی
- بخش پزشکی هسته‌ای
- هات لب
- اسکن و اسپکت
- آماده‌سازی و بازسازی تصویر
- بخش MRI



- آماده سازی بیمار، آشنایی با کوئل ها، مواد کنتراست در MRI
- تکنیکها و پروتکل های انجام MRI
- آماده سازی و پردازش تصاویر
- تکنیک های خاص: MRA, MRV, MamoMR, MRS, MRCP

منابع اصلی درس:

۱- تصویربرداری تشدید مغناطیسی هسته: اصول فیزیکی و بیولوژیکی؛ دکتر نادر ریاحی عالم، غزاله گرایلی. انتشارات دانشگاه علوم پزشکی تهران - آخرین چاپ

2- MRI the Basic, Ray H.Hashemi, Edition,

3- Torsten b moeller, emil reif, MRI: parameters and positioning, Last edition, Thieme

4- Catherine westbrook, Handbook of MRI technique-Last edition, Blackwell Science

5-John R Haaga, Charles M Lanzieri, Robert C Gilkeson, CT and MRI imaging of the whole body, vol1&2, Last edition/Last Edition.

شیوه ارزیابی دانشجویان:

- آزمون شفاهی

- آزمون عملی شامل: گزارش کار، lab book, log book

- کارپوشه





کد درس: ۲۲

نام درس: کارورزی

پیش‌نیازها همزمان: ندارد

تعداد واحد: ۲ واحد

نوع واحد: کارورزی

هدف کلی درس:

توانمندسازی دانشجویان در زمینه اجرای پروتکل‌ها و تکنیک‌های مختلف تصویربرداری و کسب مهارت‌های لازم برای انجام خدمات مورد نیاز در مراکز تصویربرداری  
اهداف اختصاصی:

دانشجو پس از پایان دوره باید:

- ۱- قادر به انجام رادیوگرافی‌های معمول با کمترین خطا باشد.
- ۲- در انجام رادیوگرافی‌های اختصاصی مشارکت نماید.
- ۳- انواع رادیوگرافی‌های اختصاصی را بیان کند.
- ۴- در انجام اسپکت سی تی و پت سی تی مشارکت داشته باشد.
- ۵- در اجرای پروتکل‌های MRI مشارکت داشته باشد.
- ۶- چگونگی انجام تکنیک‌های خاص MRI و کاربردهای بالینی آنها را تجزیه و تحلیل نماید.
- ۷- نحوه انجام کار رادیوگرافی و سونوگرافی داپلر را بیان نماید.
- ۸- توانایی مشارکت در تصویربرداری به روش‌های غیر یونیزان داشته باشد.
- ۹- قادر به انتخاب تکنیک مناسب تصویربرداری با توجه به شرایط بیمار و درخواست پزشک باشد.
- ۱۰- توانایی انجام آنالیز و کنترل کیفی تصاویر را داشته باشد.
- ۱۱- وجود آرتیفکت در تصاویر را تشخیص دهد.
- ۱۲- قادر به بازسازی، پردازش و آماده‌سازی تصاویر باشد.

رئوس مطالب: (۱۳۶ ساعت)

- بخش رادیولوژی

- آنژیوگرافی قلب و عروق

- رادیوگرافی دیجیتال

- سی تی اسکن

- سونوگرافی

- بخش پزشکی هسته‌ای

- اسکن و اسپکت

- اسپکت سی تی

- پت سی تی

- آماده‌سازی و بازسازی تصویر



- بخش MRI

- تکنیکها و پروتکل های انجام MRI
  - آماده سازی و پردازش تصاویر
  - تکنیک های خاص: MRA, MRV, MamoMR, MRS, MRCP
  - تصویربرداری غیریونیزان
    - اکوکاردیوگرافی
    - سونوگرافی داپلر
    - semi-invasive و invasive imaging
    - OCT
    - تصویربرداری از شبکه
- منابع اصلی درس:

۱- تصویربرداری تشدید مغناطیسی هسته: اصول فیزیکی و بیولوژیکی؛ دکتر نادر ریاحی عالم، غزاله گرایلی. انتشارات دانشگاه علوم پزشکی تهران - آخرین چاپ

2- MRI the Basic, Ray H.Hashemi, Edition,

3- Torsten b moeller, emil reif, MRI: parameters and positioning, Last edition, Thieme

4- Catherine westbrook, Handbook of MRI technique-Last edition, Blackwell Science

5-John R Haaga, Charles M Lanzieri, Robert C Gilkeson, CT and MRI imaging of the whole body, vol1&2, Last edition/Last Edition.

شیوه ارزشیابی دانشجو:

- آزمون شفاهی
- آزمون عملی شامل: گزارش کار، lab book, log book
- کارپوشه



نام درس: تکنیک‌ها و پروتکل‌های تصویربرداری تشدید مغناطیسی (MRI) ۱ کد درس: ۲۴  
پیش‌نیازها همزمان: مبانی نظری تشکیل تصاویر پزشکی - فیزیک تصویربرداری تشدید مغناطیسی (MRI)  
تعداد واحد: ۲ واحد (۱/۵ واحد نظری - ۰/۵ واحد عملی)

نوع واحد: نظری-عملی

هدف کلی درس: یادگیری دقیق کاربرد، روشها و اصول صحیح انجام آزمایشات مختلف MRI و تکنیکهای آن در بررسی آناتومی و بیماری سیستم‌های مختلف بدن  
اهداف اختصاصی:

دانشجو پس از پایان درس باید:

- ۱- روش صحیح شرح حال گیری از بیمار برای تصویربرداری را توضیح دهد.
  - ۲- بیمار را برای انجام تصویربرداری MRI آماده سازد.
  - ۳- بیمار را در کویل‌های RF و گانتری دستگاه اصلی MRI به روش صحیح جایدهی نماید.
  - ۴- چگونگی استفاده از مواد کنتراست MRI و میزان و نحوه تزریق را شرح دهد.
  - ۵- پروتکل‌های مناسب تصویربرداری برای هر ناحیه آناتومی و چگونگی راه‌اندازی آنها را تشریح کند.
  - ۶- انواع کویل‌های RF جهت تصویربرداری‌های مختلف را مقایسه و تحلیل نماید.
  - ۷- روش مشاوره با پزشک مربوطه و رادیولوژیست مسئول را قبل، در حین و بعد از تصویربرداری با کمترین خطا انجام دهد.
  - ۸- در فرایند اجرای آزمایشات MRI مشارکت نماید و تکنیک‌های مربوط به آن را انجام دهد.
- رئوس مطالب: (۲۶ ساعت نظری - ۱۷ ساعت عملی)

- موارد کاربرد و عدم کاربرد، روش صحیح آماده سازی بیمار، روش‌های آماده سازی و تجویز مواد کنتراست زای تزریقی، پیش‌بینی پروتکل‌های موردنیاز احتمالی با توجه به شرایط بالینی بیمار و مشاوره با پزشک محترم رادیولوژیست.
- نکات مربوط به آماده‌سازی بیمار، روش صحیح وضعیت‌دهی بیمار در داخل گانتری و انتخاب صحیح کویل‌ها، پروتکل‌ها و پارامترهای تصویربرداری و نکات مربوط به تزریق مواد کنتراست‌زا و استفاده احتمالی از سیستم‌های دریچه بندی یا gating قلبی و یا تنفسی جهت تصویربرداری از نواحی مختلف بدن از جمله:
  - ۱- مغز و جمجمه: (بررسی آناتومیک، خونریزی‌ها، تومورها، بعد از عمل جراحی، گوش داخلی، تومور عصب شنوایی، لوب تمپورال و صرع) اوربیت و هیپوفیز- نکات ویژه
  - ۲- بافت نرم گردن
  - ۳- قفسه سینه: مطالعات با و بدون استفاده از مواد کنتراست زا، استرنوم، آزمایش MRI از مدیاستینوم، تصویربرداری از بافت پستان- نکات ویژه
  - ۴- شکم و لگن: شامل کبد، سیستم صفراوی، روده کوچک، لوزالمعده، مطالعات دینامیک، کلیه‌ها، غده فوق کلیوی، لگن شامل رحم، واژن، مثانه، پروستات و بیضه‌ها- نکات ویژه
  - ۵- استخوانها و مفاصل: مفصل گیجگاهی فکی (TMJ)، شانه، آرتروگرافی غیرمستقیم شانه، بررسی قسمت فوقانی بازو، آرنج، ساعد، مچ دست، آرتروگرافی غیرمستقیم مچ دست، انگشتان، مفصل هیپ، ران، زانو، نکات

ویژه در تصویربرداری از زانو و لیگامنت‌ها، قسمت تحتانی ساق، مچ پا، تاندون آشیل، تصویربرداری تخصصی از مچ پا (تومورها و عروق مربوطه)، پا (تومورها و عروق) - به انضمام نکات ویژه  
۶- ستون مهره‌ای:

- شامل ستون فقرات گردن (جهت بررسی ضایعات استخوانی، تومورال، دیسک، آبسه، ضایعات نخاعی گردن از جمله انسفالومبلیت، سیرینگومایلی، تروما، شکستگی‌ها) به انضمام نکات ویژه  
- مهره‌های پشتی (جهت بررسی ضایعات استخوانی، تومورال، دیسک، آبسه، ضایعات نخاعی، تروما، شکستگی‌ها، بعد از عمل جراحی دیسک) به انضمام نکات ویژه  
- مهره‌های کمری (جهت بررسی ضایعات استخوانی، تومورال، دیسک، آبسه، ضایعات نخاعی، تروما، شکستگی‌ها، بعد از عمل جراحی دیسک) به انضمام نکات ویژه  
- مفصل ساکروایلیاک

۷- آنژیوگرافی به کمک MR شامل: آنژیوگرافی عروق گردن، آئورت پشتی، شریانهای اندام فوقانی، شریانهای ساعد، عروق دست، آئورت شکمی، شریانهای کلیوی، شریانهای لگن و اندام تحتانی به انضمام نکات ویژه  
۸- آنژیوگرافی قلب به کمک MR: شامل روش‌های آماده سازی بیمار، انتخاب و بکارگیری وسایل مورد نیاز، انتخاب سکانس‌های پالسی مناسب، استفاده از مواد کنتراست، بکارگیری صحیح سیستم‌های Gating، بکارگیری و اعمال روش‌های مناسب پردازش تصاویر قلب به انضمام نکات ویژه  
۹- انجام آزمایشات Diffusion و Perfusion از مغز و سایر اعضا به انضمام نکات ویژه

#### منابع اصلی درس:

۱- تصویربرداری تشدید مغناطیسی هسته: اصول فیزیکی و بیولوژیکی؛ دکتر نادر ریاحی عالم، غزاله گرایلی. انتشارات دانشگاه علوم پزشکی تهران - آخرین چاپ

- 2- MRI the Basic, Ray H.Hashemi, Last Edition,
- 3- Torsten b moeller, emil reif, MRI: parameters and positioning, Last edition, Thieme
- 4- Catherine westbrook, Handbook of MRI technique-Last edition, Blackwell Science
- 5-John R Haaga, Charles M Lanzieri, Robert C Gilkeson, CT and MRI imaging of the whole body, voll&2, Last edition/Last Edition.

#### شیوه ارزشیابی دانشجویان:

- آزمون کتبی
- آزمون عملی شامل گزارش کار



کد درس: ۲۵

نام درس: تکنیک‌ها و پروتکل‌های تصویربرداری تشدید مغناطیسی (MRI) ۲

پیش‌نیاز: تکنیک‌ها و پروتکل‌های تصویربرداری تشدید مغناطیسی (MRI) ۱

تعداد واحد: ۲ واحد (۱/۵ واحد نظری-۰/۵ واحد عملی)

نوع واحد: نظری-عملی

هدف کلی درس: ارتقاء سطح آگاهی دانشجوی در مورد اصول فیزیکی و علت کاربرد سکانس‌های پالسی سریع و پیشرفته، اصول فیزیکی، روش تصویربرداری و چگونگی استفاده از روش‌های پسا پردازشی و کاربردهای کلینیکی وبالینی پروتکل‌های پیشرفته و کمی MRI.

اهداف اختصاصی:

دانشجو پس از پایان درس باید:

۱- سکانس‌های پالسی سریع و متفاوت در MRI از قبیل FLAIR, STIR, EPI, GRE, FSE ... را با

هم بیان نماید.

۲- علت کاربرد هر کدام از موارد فوق را تجزیه و تحلیل نماید.

۳- اصول فیزیکی روش تصویربرداری و چگونگی استفاده از روش‌های پسا پردازشی برای تکنیک‌های

پیشرفته و کمی تصاویر در MRI از قبیل FMRI, MRS, DTI, MTI, PWI, DWI, را بیان نماید

۴- در فرایند اجرای آزمایشات مختلف تکنیک‌های فوق مشارکت نماید و تکنیک‌های مربوط به آن را اجرا

کند.

رئوس مطالب: (۲۶ ساعت نظری- ۱۷ ساعت عملی)

- مروری بر سکانس‌های پالسی سریع در MRI (شامل FSE, GRE, EPI و ...)

- اصول فیزیکی، روش‌های تصویربرداری، پسا پردازشی و کاربردهای کلینیکی

**DWI(Diffusion Weighted Imaging)**

- اصول فیزیکی، روش‌های تصویربرداری، پسا پردازشی و کاربردهای کلینیکی

**PWI( Perfusion Weighted Imaging)**

- اصول فیزیکی، روش‌های تصویربرداری، پسا پردازشی و کاربردهای کلینیکی

**MTI(Magnetization Transfer Imaging)**

- اصول فیزیکی، روش‌های تصویربرداری، پسا پردازشی و کاربردهای کلینیکی

**DTI(Diffusion Tensor Imaging)**

- اصول فیزیکی، روش‌های تصویربرداری، پسا پردازشی و کاربرد های کلینیکی

**MRS(Magnetic Resonance Spectroscopy)**

- اصول فیزیکی، روش‌های تصویربرداری، پسا پردازشی و کاربردهای کلینیکی

**fMRI(Functional Magnetic Resonance Imaging)**



منابع اصلی درس :

۱- تصویربرداری تشدید مغناطیسی: اصول فیزیکی و بیولوژیکی. دکتر نادر ریاحی عالم، غزاله گرایلی: انتشارات دانشگاه تهران.

- 2- MRI the Basic, Ray H Hashemi, Last Edition
- 3- Stark, David. Magnetic Resonance Imaging, Last Edition
- 4- Peggy Woodward, Roger Freimarck, MRI for technologists, MsGraw-Hill, Last Edition.
- 5- Catherine westbrook, MRI in practice, Last edition, Blackwell science, Last Edition.
- 6- Magnetic Resonance Spectroscopy of the Brain, Last Edition.
- 7- Diddusion Tensor *mapping*, Susumo Mori, Springer, Last Edition.

شیوه ارزشیابی دانشجوی :

- آزمون کتبی
- ارائه سمینار
- گزارش کار



کد درس: ۲۶

نام درس: تجهیزات ام آر آی

پیش‌نیازها همزمان: فیزیک تصویربرداری تشدید مغناطیسی (MRI)

تعداد واحد: ۱ واحد

نوع واحد: نظری

هدف کلی درس:

ارتقاء سطح آگاهی دانشجویان در مورد اصول پایه فیزیکی و عملکرد اجزاء سخت افزاری مگنت اصلی و کویل‌های RF و کویل‌های گرادیان، دستگاه کامپیوتری جانبی اتاق اپراتور MRI، طراحی سایت مناسب MRI و موارد مربوط به اصول ایمنی کار با دستگاه MRI بعنوان یک سیستم با تکنولوژی پیچیده و پیشرفته.

اهداف اختصاصی:

دانشجو پس از پایان درس باید:

- ۱- اصول پایه فیزیکی و عملکرد اجزاء سخت افزاری مگنت اصلی و کویل‌های RF و کویل‌های گرادیان و دستگاه‌های کامپیوتری جانبی و اتاق اپراتور دستگاه را تشریح نماید.
- ۲- انواع مختلف مگنت اصلی، انواع مختلف کویل‌های RF و انواع مختلف کویل‌های گرادیان را با هم مقایسه نماید.
- ۳- طراحی بهینه یک سایت MRI و عوامل مخرب متقابل محیط بر اجزاء مختلف دستگاه MRI و تاثیرات نامطلوب آنها بر محیط را توضیح دهد.
- ۴- پارامترهای موثر شرایط بهینه کارکرد اجزاء مختلف دستگاه MRI را توضیح دهد.
- ۵- شرایط ایمنی بیمار قبل، در حین و بعد از اتمام تصویربرداری را شرح دهد.
- ۶- شرایط ایمنی کارکردن با دستگاه MRI برای کارکنان و پزشکان را تجزیه و تحلیل نماید.
- ۷- استانداردهای ایمنی تاثیرات مخرب میدان‌های الکترومغناطیسی قوی بر بیمار، کارکنان و پزشکان را بیان نماید.

رئوس مطالب: (۱۷ ساعت نظری)

- مروری بر اجزای اصلی یک دستگاه MRI، انواع مگنت‌ها، مگنت‌های دائمی، مگنت‌های مقاومتی، مگنت‌های ابررسانا، مقایسه مگنت‌ها از لحاظ ویژگی‌های ساختمانی و شدت میدان مغناطیسی، توان مصرفی، نکات قابل توجه در رابطه با نگهداری، حفظ یکنواختی میدان مغناطیسی مگنت، سیستم‌های خنک‌کننده مگنت، نقش سیستم‌های خنک‌کننده، انواع سیستم‌های خنک‌کننده، کویل‌های فرستنده گیرنده، انواع کویل‌های مورد استفاده در MRI، ویژگی کویل‌ها، پارامترهای مورد توجه به هنگام انتخاب کویل
- معرفی انواع سیستم‌های تصویربرداری ام آر آی
- پارامترهای مهم در مقایسه سیستم‌های مختلف تصویربرداری ام آر آی
- مسایل ایمنی در کار با سیستم‌های ام آر آی
- طراحی و تجهیز مراکز تصویربرداری ام آر آی



منابع اصلی درس :

- ۱- تصویربرداری تشدید مغناطیسی هسته: اصول فیزیکی و بیولوژیکی؛ دکتر نادر ریاحی عالم، غزاله گرایلی. انتشارات دانشگاه علوم پزشکی تهران - آخرین چاپ
- 2- MRI the Basic, Ray H.Hashemi, Last Edition
- 3- Stark, David. Magnetic Resonance Imaging, Vol 1, Last Edition
- 4- Peggy Woodward, Roger Freimarck, MRI for technologists, MsGraw-Hill, Last Edition..
- 5- Catherine westbrook, MRI in practice, Last edition, Blackwell science, Last Edition.
- 6- Jerrold T Bushberg, J Anthony Siebert, Edwin M Leidholdt JR, John M Boone, the essential Physics of medical imaging- Last Edition.

شیوه ارزشیابی دانشجو :

- آزمون کتبی
- آزمون شفاهی





کد درس: ۲۷

نام درس: کنترل کیفی و کالیبراسیون سیستم‌های ام آر آی  
پیش نیاز: فیزیک تصویربرداری تشدید مغناطیسی (MRI)  
تعداد واحد: ۱ واحد (۰/۵) واحد نظری-۰/۵ واحد عملی)

نوع واحد: نظری-عملی

هدف کلی درس: ارتقاء سطح آگاهی دانشجویان در مورد پارامترهای موثر در اخذ کیفیت بهینه کارکرد دستگاه MRI، عوامل مخرب در کیفیت تصاویر و آرتیفکت‌های ایجاد شده در تصاویر MRI و روش‌ها و ابزارهای کنترل کیفی و کالیبراسیون تصویربرداری

اهداف اختصاصی:

در پایان این در دانشجو باید بتواند:

- ۱- پارامترها و عوامل موثر در ایجاد شرایط بهینه کارکرد اجزاء یک سیستم MRI را تشریح نماید.
- ۲- پارامترها و عوامل موثر در ایجاد یک تصویر با کیفیت بهینه را بیان نماید.
- ۳- ابزار و فانتوم‌های کنترل کیفی اجزاء و دستگاه MRI را بیان نماید.
- ۴- طریقه اندازه‌گیری پارامترهای کنترل کیفی دستگاه و تصویر را توضیح دهد.
- ۵- عوامل مخرب در کارکرد بهینه اجزاء و دستگاه MRI و تاثیر عدم کارکرد بهینه اجزاء دستگاه در ایجاد تصاویر با آرتیفکت‌های مختلف را شرح دهد.
- ۶- شرایط ایجاد کیفیت مطلوب در کاربرد بهینه اجزاء و دستگاه MRI و تصاویر با کیفیت بهینه را شرح دهد.
- ۷- در فرایندهای اجرایی مربوط به اهداف فوق مشارکت نموده و روش‌های مربوط به آنها را به صورت سیستماتیک اجرا نماید.

رئوس مطالب: (۹ ساعت نظری - ۱۷ ساعت عملی)

۱- آرتیفکت‌های تصویربرداری MR

- آرتیفکت‌های پردازش تصویر (تاشدگی، جابجایی شیمیایی، بریده شدن سیگنال، حجم جزئی)
- آرتیفکت‌های مربوط به بیمار (آرتیفکت‌های حرکتی، زاویه جادویی)
- آرتیفکت‌های مربوط به RF (تداخل، آرتیفکت زیپر، جذب RF، نویز RF)
- آرتیفکت‌های میدان مغناطیسی خارجی (غیریکنواختی مغناطیسی، آرتیفکت‌های مربوط به پذیرفتاری مغناطیسی)
- آرتیفکت‌های مربوط به گرادیان (جریانهای گردابی، غیرخطی بودن، بهم ریختگی هندسی، خطاهای اطلاعات، آرتیفکت‌های مربوط به جریان، آرتیفکت‌های دی الکتریک)

۲- بررسی کامل سیستم برای ایجاد عملکرد صحیح سیستم با استفاده از فانتوم های کنترل کیفی:

- بررسی همگنی و یکنواختی میدان مغناطیسی اصلی
- تنظیم فرکانس مرکزی (شیمینگ)
- بررسی بهره و تضعیف سیگنال در ارسال و دریافت کوئل رادیویی RF
- بررسی صحت هندسه فضایی جسم (بهم ریختگی هندسی)
- بررسی قدرت تفکیک پذیری فضایی
- بررسی صحت محل و پهنای مقطع و برش انتخابی
- بررسی همگنی و یکنواختی میدان کوئل RF



- بررسی نحوه نمایش و مانیتورینگ

منابع اصلی درس :

۱. تصویربرداری تشدیدمغناطیسی: اصول فیزیکی و بیولوژیکی، دکتر نادر ریاحی، غزاله گرایلی، انتشارات دانشگاه تهران

2. MRI the Basic, Ray H. Hashemi, Last Edition.

3. Magnetic Resonance imaging physical principle and sequence design, E.Mark Haacke, Robert W.Brown, Michael R.Thompson

شیوه ارزشیابی دانشجوی :

- آزمون کتبی

- آزمون شفاهی

- گزارش کار



نام درس: تکنیک‌ها و پروتکل‌های تصویربرداری سی تی ۱  
کد درس: ۲۸  
پیش‌نیاز: مبانی نظری تشکیل تصاویر پزشکی - فیزیک تصویربرداری سی تی  
تعداد واحد: ۲ واحد (۱/۵ واحد نظری - ۰/۵ عملی)  
نوع واحد: نظری - عملی  
هدف کلی:



ارتقای سطح آگاهی دانشجویان با پروتکلها و روشهای پیشرفته تصویربرداری سی تی اسکن  
اهداف اختصاصی:

- دانشجو پس از پایان درس باید:
- عوامل موثر در تشکیل تصویر را بیان کند
  - مراحل طراحی پروتکل‌های تصویربرداری در سی تی را شرح دهد
  - کاربرد مواد حاجب در تصویربرداری سی تی را توضیح دهد
  - طراحی پروتکل تصویربرداری برای انجام اسکن سی تی از ارگانهای مختلف بدن را انجام دهد
  - پروتکل تصویربرداری سی تی را طراحی نماید.

رئوس مطالب: (۲۶ ساعت نظری - ۱۷ ساعت عملی)

- معرفی عوامل موثر در طراحی پروتکل تصویربرداری در سی تی اسکن
- مروری بر نحوه تاثیر گذاری اجزای یک پروتکل در کیفیت تصویر
- آشنایی با کاربرد مواد حاجب و ملاحظات آن در تصویربرداری سی تی
- معرفی پروتکل تصویربرداری از ناحیه سر و گردن شیوه بهینه سازی آن
- معرفی پروتکل تصویربرداری از مهره های پشتی و کمری و شیوه بهینه سازی آن
- معرفی پروتکل تصویربرداری از ریه و شیوه بهینه سازی آن
- معرفی پروتکل تصویربرداری از ناحیه لگن و شکمی (کبد، طحال و کلیه) و شیوه بهینه سازی آن
- معرفی تکنیک تصویربرداری سی تی آنژیو و پروتکل های آن
- طراحی پروتکل

منابع اصلی درس:

1. Multislice CT: Principles and Protocols, Friedrich Knollmann, Fergus Coakley, Elsevier Saunders, Last Edition.
2. Protocols for Multislice CT, R. Brüning, A. Küttner, T. Flohr, Springer Science & Business Media, Last Edition.
3. MDCT: From Protocols to Practice, Mannudeep K. Kalra, Sanjay Saini, Geoffrey D. Rubin, Springer Science & Business Media, Last Edition.

شیوه ارزشیابی دانشجویان:

- آزمون کتبی
- آزمون شفاهی
- آزمون های عملی شامل: گزارش کار، log book
- کارپوشه

کد درس: ۲۹

نام درس: تکنیک‌ها و پروتکل‌های تصویربرداری سی تی ۲

پیش‌نیاز یا همزمان: تکنیک‌ها و پروتکل‌های تصویربرداری تشدید مغناطیسی (MRI)

تعداد واحد: ۲ واحد (۱/۵ واحد نظری - ۰/۵ عملی)

نوع واحد: نظری-عملی

هدف کلی: ارتقای سطح آگاهی دانشجویان با پروتکل‌ها و روشهای پیشرفته تصویربرداری سی تی اسکن

اهداف اختصاصی:

دانشجو پس از پایان درس باید:

۶. روشهای جدید تصویربرداری با استفاده از سی تی با دو انرژی را شرح دهد
  ۷. روشهای جدید تصویربرداری پرفیوژن با استفاده از سی تی را شرح دهد
  ۸. روشهای پیشرفته تصویربرداری قلبی با استفاده از سی تی را توضیح دهد
  ۹. به روشهای طراحی پروتکل‌های پیشرفته تصویربرداری با سی تی دقت نماید و بتواند انجام دهد.
- رئوس مطالب: (۲۶ ساعت نظری - ۱۷ ساعت عملی)

- سی تی اسکن دو انرژی:

- اصول فیزیکی در اندازه‌گیری و تصویربرداری مبتنی بر پرتوی ایکس دو انرژی
- روش‌های جداسازی مواد و بافت با روش‌های دو انرژی
- معرفی تکنیک‌های تصویربرداری با سی تی اسکن دو انرژی
- کاربردهای پیشرفته سی تی اسکن دو انرژی
- معرفی پروتکل‌های سی تی اسکن دو انرژی

- سی تی پرفیوژن

- اصول فیزیکی در بررسی‌های دینامیکی در سی تی
- اصول تصویربرداری جهت بررسی پرفیوژن بافت
- معرفی کمیت‌های پرفیوژن مغز
- معرفی تکنیک‌های جدید سی تی پرفیوژن
- کاربردهای کلینیکی سی تی پرفیوژن
- معرفی پروتکل‌های سی تی پرفیوژن

- سی تی اسکن قلبی

- اصول فیزیکی در تکنیک‌های تصویربرداری مبتنی بر پنجره گذاری (gating)
- اصول فیزیکی تصویربرداری در سی تی اسکن قلبی
- کاربردهای کلینیکی سی تی اسکن قلبی
- معرفی پروتکل‌های سی تی اسکن قلبی

- طراحی پروتکل بصورت عملی



منابع اصلی درس :

1. Multi-slice and Dual-source CT in Cardiac Imaging: Principles - Protocols - Indications – Outlook, Bernd M. Ohnesorge, Thomas G. Flohr, Christoph R. Becker, Andreas Knez, Maximilian F Reiser, Springer Science & Business Media, Last Edition.
2. Protocols for Multislice CT, R. Brüning, A. Küttner, T. Flohr, Springer Science & Business Media, Last Edition.
3. MDCT: From Protocols to Practice, Mannudeep K. Kalra, Sanjay Saini, Geoffrey D. Rubin, Springer Science & Business Media, Last Edition.
4. (Peer-reviewed Last published papers)

شیوه ارزشیابی دانشجوی :

- آزمون کتبی
- آزمون شفاهی
- آزمون های عملی شامل: گزارش کار، log book
- کارپوشه



کد درس: ۳۰

نام درس: تجهیزات سی تی

پیش‌نیازها همزمان: فیزیک تصویربرداری سی تی

تعداد واحد: ۱ واحد

نوع واحد: نظری

هدف کلی: آشنایی دانشجو با اجزای تجهیزات دستگاه سی تی

اهداف اختصاصی:

دانشجو پس از پایان درس باید:

- ۱- انواع سیستمهای سی تی مورد استفاده را نام ببرد.
- ۲- مشخصات و قابلیت‌های انواع سیستمهای سی تی را شرح دهد.
- ۳- سیستمهای مختلف سی تی را با هم مقایسه کند.
- ۴- مسایل ایمنی کار با سیستمهای سی تی را بیان نماید.

رئوس مطالب: (۱۷ ساعت نظری)

- معرفی انواع آشکارسازهای سی تی
- معرفی انواع سیستمهای سی تی مورد استفاده
- معرفی انواع سیستمهای مولتی اسلایس مورد استفاده
- پارامترهای مهم در مقایسه سیستمهای مختلف تصویربرداری سی تی
- انواع تیوبهای مورد استفاده در سیستمهای سی تی
- معرفی مسیر حرکت داده و اطلاعات در سی تی اسکن
- ذخیره سازی اطلاعات و تصویر
- مسایل ایمنی در کار با سیستمهای سی تی
- طراحی و تجهیز مراکز تصویربرداری سی تی

منابع اصلی درس:

1. Computed Tomography Physical Principles, Clinical Applications, and Quality Control, Euclid Seeram, 3rd Edition (or any Last edition), Saunders/Elsevier, Last Edition.
2. Computed Tomography: Principles, Design, Artifacts, and Recent Advances, Jiang Hsieh, SPIE Press, Last Edition.
3. Computed Tomography: From Photon Statistics to Modern Cone-Beam CT, Thorsten M. Buzug, Springer Science & Business Media, Last Edition.

شیوه ارزشیابی دانشجو:

- آزمون کتبی
- آزمون شفاهی



کد درس: ۳۱

نام درس: روشهای تصویربرداری رادیوگرافی دیجیتال

پیش‌نیاز یا همزمان: مبانی سیگنال و سیستم - مبانی نظری تشکیل تصاویر پزشکی  
تعداد واحد: ۱ واحد

نوع واحد: نظری

هدف کلی درس: آشنایی با نحوه نمایش اطلاعات تصاویر در یک شکل عددی شامل جمع آوری سیگنال دیجیتال، بازسازی تصاویر، پردازش و نمایش تصاویر و آرشیو و انتقال.

اهداف اختصاصی:

دانشجو پس از پایان درس باید:

- ۱- سیستمهای تصویربرداری رادیوگرافی کامپیوتری را توضیح دهد.
- ۲- سیستمهای تصویربرداری دیجیتال رادیولوژی را شرح دهد.
- ۳- سیستمهای تصویربرداری فلئورسکوپی دیجیتال و آنژیوگرافی را شرح دهد.
- ۴- سیستمهای سنجش تراکم استخوان را شرح دهد.
- ۵- خصوصیات فیزیکی آشکارسازهای دیجیتال را شرح دهد.

رئوس مطالب (۱۷ ساعت نظری)

- رادیوگرافی کامپیوتری CR
- سیستم های دیجیتال رادیولوژی DR و کاربرد آنها
- فلئورسکوپی دیجیتال، آنژیوگرافی و DSA
- دستگاهها و روش های سنجش تراکم استخوان
- دستگاهها و روش های ثبت و چاپ تصاویر آنالوگ و دیجیتال - چاپگرهای خشک و لیزری
- سیستمهای مبتنی بر آشکارسازهای CCD و آشکارسازی با استفاده از Amorphos Selenium، آشکارسازی سنتیلاسیون، دیجیتالیزر)
- خصوصیات فیزیکی آشکارسازهای دیجیتال (نویز، بازده سیستم، رزولوشن فضایی و ...)
- سیستم های آرشیو و انتقال تصاویر پزشکی (PACS)
- معایب روشهای دیجیتال
- کیفیت تصویر در روشهای دیجیتال

منابع اصلی درس:

- ۱- مبانی نظری تشکیل تصویر. جلد اول. م ع عقابیان، انتشارات رویان پژوه آخرین چاپ
- 2- Digital Imaging and Communications in Medicine (DICOM), A Practical Introduction and Survival Guide, Oleg S. Pianykh, Ph.D. Springer, Last Edition.

شیوه ارزشیابی دانشجو:

- آزمون کتبی
- آزمون شفاهی



کد درس: ۳۲

نام درس: کنترل کیفی سیستمهای سی تی  
پیش‌نیازها: همزمان: فیزیک تصویربرداری سی تی  
تعداد واحد: ۱ واحد (۰/۵ واحد نظری-۰/۵ واحد عملی)  
نوع واحد: نظری-عملی

هدف کلی درس:

کسب آگاهی و مهارت در زمینه روش‌ها و ابزارهای کنترل کیفی در سیستم‌های سی تی  
اهداف اختصاصی:

دانشجو پس از پایان درس باید:

- ۱- عوامل فیزیکی تاثیرگذار بر کیفیت تصویر در سی تی اسکن را شرح دهد.
- ۲- عوامل سیستمی تاثیرگذار بر کیفیت تصویر در سی تی اسکن را شرح دهد.
- ۳- آرتیفکتهای موجود در تصاویر سی تی را بیان نماید.
- ۴- فانتومهای مورد استفاده در کنترل کیفی سی تی را تشریح نماید.
- ۵- اصول کنترل کیفی سی تی را بیان کند.

رئوس مطالب: (۹ ساعت نظری-۱۷ ساعت عملی)

- مروری بر عوامل فیزیکی تاثیرگذار بر کیفیت تصویر در سی تی اسکن
- مروری بر عوامل سیستمی تاثیرگذار بر کیفیت تصویر در سی تی اسکن
- عوامل مکانیکی
- آشکارسازی پرتوی ایکس
- اجزای الکترونیکی در آشکارساز
- هندسه دستگاه
- معرفی فاکتورهای تصویر در سی تی اسکن، روش‌ها و ابزار اندازه‌گیری آنها
- نویز
- قدرت تفکیک مکانی (در صفحات مختلف تصویر)، قدرت تفکیک کنتراست، قدرت تفکیک زمانی
- MTF
- صحت، خطی بودن و همسانی عدد سی تی
- معرفی آرتیفکت‌ها و روش‌های شناسایی منشأ آنها
- معرفی فانتوم‌ها و ابزارهای تست کیفیت تصاویر سی تی
- تکنیک‌های اندازه‌گیری جذب در سی تی اسکن
- معرفی اصول کنترل کیفیت دستگاههای سی تی
- معرفی اصول کالیبراسیون در سی تی اسکن
- انجام تعدادی از آزمونهای کنترل کیفی سی تی





منابع اصلی درس :

1. Computed Tomography Physical Principles, Clinical Applications, and Quality Control, Euclid Seeram, 3rd Edition (or any Last edition), Saunders/Elsevier, Last Edition.
2. Computed Tomography: Principles, Design, Artifacts, and Recent Advances, Jiang Hsieh, SPIE Press, Last Edition.
3. Computed Tomography: From Photon Statistics to Modern Cone-Beam CT, Thorsten M. Buzug, Springer Science & Business Media, Last Edition.

شیوه ارزشیابی دانشجو :

- آزمون کتبی
- آزمون عملی شامل: گزارش کار، log book و lab book
- کارپوشه



کد درس: ۳۳

نام درس: روشهای آنالیز کمی در سی تی  
پیش‌نیازها همزمان: فیزیک تصویربرداری سی تی  
تعداد واحد: ۲ واحد (۱/۵ واحد نظری - ۰/۵ عملی)  
نوع واحد: نظری - عملی

هدف کلی درس: کسب آگاهی و مهارت در زمینه روشهای آنالیز کمی در سی تی

اهداف اختصاصی:

دانشجو پس از پایان درس باید:

- ۱- روشهای جدید آنالیز کمی تصاویر استخوان را شرح دهد.
- ۲- روشهای جدید آنالیز کمی تصویربرداری پرفیوژن با استفاده از سی تی را تشریح نماید.
- ۳- روشهای جدید آنالیز کمی تصاویر قلبی با استفاده از سی تی تشریح نماید.
- ۴- روشهای جدید آنالیز کمی تصاویر ریه با استفاده از سی تی را توضیح دهد.
- ۵- قادر به انجام آنالیز کمی بر روی تصاویر سی تی باشد.

رئوس مطالب: (۲۶ ساعت نظری - ۱۷ ساعت عملی)

- معرفی روش های تصویربرداری پزشکی کیفی و کمی
- آنالیز کمی تصاویر استخوان
- معرفی تکنیک سی تی اسکن کمی تک انرژی
- معرفی تکنیک سی تی اسکن کمی دو انرژی
- آنالیز کمی تصاویر پرفیوژن مغز
- آنالیز کمی تصاویر قلب
- با استفاده از داده های پرفیوژن
- با روش اندازه گیری رسوب در عروق
- با حجم سنجی در آناتومی قلب در تصاویر سه بعدی
- آنالیز کمی تصاویر ریه و راه های هوایی
- آنالیز کمی تصاویر میکرو سی تی
- انجام آنالیز کمی بر روی تصاویر سی تی بصورت عملی



منابع اصلی درس :

1. Bone Densitometry for Technologists, Sydney Lou Bonnicks, Lori Ann Lewis, Springer Science & Business Media, Last Edition.
2. Multi-slice and Dual-source CT in Cardiac Imaging: Principles - Protocols - Indications – Outlook, Bernd M. Ohnesorge, Thomas G. Flohr, Christoph R. Becker, Andreas Knez, Maximilian F Reiser, Springer Science & Business Media, Last Edition.
3. Peer-Reviewed Last published papers

شیوه ارزشیابی دانشجوی :

- آزمون کتبی
- آزمون شفاهی
- آزمون های عملی شامل: گزارش کار، log book و lab book
- کارپوشه



کد درس: ۳۴

نام درس: پروتکلها و تکنیکهای تصویربرداری پزشکی هسته ای ۱

پیش نیاز: فیزیک تصویربرداری پزشکی هسته ای

تعداد واحد: ۲ واحد (۱/۵ واحد نظری - ۰/۵ واحد عملی)

نوع واحد: نظری-عملی

هدف کلی درس:

کسب آگاهی و مهارت در زمینه پروتکلها و تکنیک های مختلف تصویربرداری با استفاده از رادیوایزوتوپ های تابش کننده گاما.

#### اهداف اختصاصی:

دانشجو پس از پایان درس باید:

- ۱- قادر باشد بیمار را برای اسکن های مختلف آماده نماید.
- ۲- نحوه نشان دار سازی رادیوداروها را توضیح دهد.
- ۳- چگونگی تعیین اکتیویته تجویزی برای هر بیمار را توضیح دهد.
- ۴- انجام اسکن پلانار از اندام های مختلف بدن را توضیح دهد.
- ۵- انجام اسکن دینامیک از سیستم های مختلف بدن را توضیح دهد.
- ۶- اسکن تمام بدن را توضیح دهد.
- ۷- انجام اسپکت قلب را توضیح دهد.
- ۸- اسپکت قلب با اسپکت گیت را مقایسه کند.
- ۹- پردازش تصاویر و آماده سازی اسکن جهت پرینت را انجام دهد.
- ۱۰- چگونگی سنجش دانسیته استخوان را توضیح دهند.
- ۱۱- در تهیه و بهینه سازی پروتکل های عملی فوق مشارکت نماید.

رئوس مطالب (۲۶ ساعت نظری- ۱۷ ساعت عملی)

در این درس روشهای تصویربرداری پلانار، تمام بدن، دینامیک، اسپکت و گیت اسپکت (Gated SPECT) از سیستم های زیر ارائه می شود. در هر مورد دانشجو باید با چگونگی آمادگی بیمار، نوع رادیودارو، دوز تجویزی، تکنیک انجام اسکن، آماده سازی و پردازش تصاویر با توجه به نوع اسکن بصورت تئوری و عملی آشنا شود.

- اعصاب مرکزی شامل اسکن مغز (Brain Scan) و اسکن بررسی نشت مایع CSF

- استخوان Skeletal system

- قلب Cardiac scan

- غدد مترشحه داخلی Endocrinology

- ادراری Urinary tract

- کبدی - صفراوی Hepatobiliary Scintigraphy

- ریه Respiratory system

- تراکم سنجی استخوان Bone Densitometry



منابع اصلی درس:

- 1- Nuclear Medicine, Technology and Techniques. D.R. Bernier, P.E. Christian and J.K. Langan. (Last edition)
- 2- Nuclear Medicine. Ed. R.E. Henkin. (Last Edition)
- 3- Guidelines of European Association of Nuclear Medicine (EANM).  
Nuclear Medicine Resources Manual. International Atomic Energy Agency Vienna, Last Edition.

شیوه ارزیابی دانشجو:

- آزمون کتبی
- آزمون شفاهی
- آزمون عملی شامل: گزارش کار، log book
- فعالیتهای کلاسی



کد درس: ۳۵

نام درس: پروتکلها و تکنیکهای تصویربرداری پزشکی هسته ای ۲

پیش نیازها: پروتکلها و تکنیکهای تصویربرداری پزشکی هسته ای ۱

تعداد واحد: ۲ واحد (۱/۵ واحد نظری - ۰/۵ واحد عملی)

نوع واحد: نظری - عملی

هدف کلی درس:

کسب آگاهی و مهارت در مورد پروتکلها و تکنیک های مختلف تصویربرداری با استفاده از رادیوایزوتوپ های تابش کننده گاما و پوزیترون.

اهداف اختصاصی:

دانشجو پس از پایان درس باید:

- ۱- انجام اسپکت سی تی را توضیح دهند.
- ۲- روشهای Image Registration را بیان کند.
- ۳- فیوژن تصاویر را توضیح دهد.
- ۴- کاربرد اسپکت سی تی در بررسی سیستم های مختلف را توضیح دهد.
- ۵- اسپکت سی تی نسبت به اسپکت را مقایسه نماید و مزیت روش اسپکت سی تی را توضیح دهد.
- ۶- اصول انجام پت سی تی را بیان کند.
- ۷- رادیوداروهای مورد استفاده در پت را معرفی نماید.
- ۸- نحوه انجام پت سی تی از سیستم های مختلف بدن را توضیح دهد.
- ۹- کاربرد پت سی تی در تشخیص تومورها و التهاب ها را توضیح دهد.
- ۱۰- پت سی تی را با سایر روشهای تصویربرداری مقایسه و مزایای آن را بیان کند.
- ۱۱- تکنیک ها و ملاحظات مربوط به پت سی تی و اسپکت سی تی در اطفال را توضیح دهد.
- ۱۲- کاربرد آنتی ژن ها و آنتی بادی های نشان دار در تشخیص و درمان بیماریها را شرح دهد.
- ۱۳- در تهیه و بهینه سازی پرتکل های عملی فوق مشارکت نماید.

رئوس مطالب: (۲۶ ساعت نظری-۱۷ ساعت عملی)

در این درس روشهای تصویربرداری اسپکت سی تی و پت سی تی در بررسی سیستم های مختلف بدن ارائه می شوند. در هر مورد دانشجو باید با چگونگی آمادگی بیمار، نوع رادیودارو، دوز تجویزی، تکنیک انجام اسکن، آماده سازی و پردازش تصاویر با توجه به نوع اسکن بصورت تئوری و عملی آشنا شود.

- تصویربرداری اسپکت-سی تی SPECT-CT Imaging

Image Registration -

Image Fusion -

- تصحیح تضعیف Attenuation Correction

- اسپکت-سی تی قلب

- سیستم استخوانی Skeletal system - Tc HDP or MDP

- تصویر برداری از گره های پیش آهنگ Sentinel Node mapping - Tc Colloid



- بررسی عفونت و لنفوما Gallium67 - Lymphomas and Infections
- بررسی غدد فوق کلیه و پاراتیروئید Tc MIBI, Parathyroid Adenomas - Adrenal - I123 MIBG
- بررسی نوروآندوکراین با ایندیوم In111 Octreotide - Neuroendocrine
- تصویربرداری پت-سی تی PET-CT Imaging
- اصول پت-سی تی PET-CT
- رادیو داروهای مورد استفاده در پت سی تی Radiopharmaceuticals for PET-CT
- پت-سی تی مغز Brain PET-CT
- پت-سی تی قلب Cardiac PET-CT
- پت-سی تی در بررسی تومورها
- تومورهای سر و گردن
- تومورهای ریه
- تومورهای دستگاه گوارش
- تومور های دستگاه ادراری-تناسلی
- تومورها و متاستازهای استخوان
- کانسر تیروئید
- تومورهای با منشأ نامعلوم
- پت-سی تی در بررسی التهاب ها و عفونت ها Inflammations and Infections in the Body
- عفونت های بافت نرم Soft Tissue
- عفونت های عضلانی-اسکلتی Musculoskeletal
- عفونت در بیماران با کاشت های فلزی Metallic Implants
- بیماری روماتولوژی Rheumatology Disease
- پت-سی تی در اطفال و سایر موارد
- کاربرد آنتی بادی های نشان دار در انجام اسکن، درمان بیماران و آزمایشات رادیوایمنواسی RIA



منابع اصلی درس:

- 1- Molecular Anatomic Imaging. PET/CT and SPECT/CT Integrated Modality Imaging. Gustav K Von Schulthess. (Last Edition)
- 2- Nuclear Medicine. Ed. R.E. Henkin. (Last Edition)
- 3- Guidelines of European Association Of Nuclear Medicine (EANM).

شیوه ارزشیابی دانشجوی:

- آزمون کتبی
- آزمون شفاهی
- آزمون عملی شامل: گزارش کار، log book
- فعالیتهای کلاسی

کد درس: ۳۶

نام درس: تجهیزات پزشکی هسته ای

پیش نیاز: فیزیک تصویربرداری پزشکی هسته ای

تعداد واحد: ۱ واحد

نوع واحد: نظری

هدف کلی درس: آشنایی با دستگاههای مورد استفاده در تصویربرداری پزشکی هسته ای  
اهداف اختصاصی:

دانشجو پس از پایان درس باید:

- ۱- انواع سیستمهای پزشکی هسته ای مورد استفاده را بیان نماید.
- ۲- مشخصات و قابلیتهای انواع سیستمهای پزشکی هسته ای را تشریح نماید.
- ۳- سیستمهای مختلف پزشکی هسته ای را با هم مقایسه کند.
- ۴- مسایل ایمنی کار با سیستمهای پزشکی هسته ای را توضیح دهد.

رئوس مطالب: (۱۷ ساعت نظری)

- معرفی انواع سیستمهای دوزیمتری و اندازه گیری در پزشکی هسته ای
- معرفی انواع سیستمهای گاما کمرا و SPECT مورد استفاده
- معرفی انواع سیستمهای PET/CT مورد استفاده
- معرفی انواع سیستمهای PET/MRI مورد استفاده
- معرفی انواع سیستمهای اختصاصی تصویربرداری قلبی و مغزی در پزشکی هسته ای
- معرفی سایر سیستمهای مورد استفاده در پزشکی هسته ای (گاما پروب، گاما کمرا با میدان دید کوچک، ...)
- پارامترهای مهم در مقایسه سیستمهای مختلف تصویربرداری پزشکی هسته ای

منابع اصلی درس:

- ۱- کاتالوگهای دستگاههای مختلف
- ۲- وب سایتهای مورد استفاده برای مقایسه سیستمهای تصویربرداری از قبیل <http://www.itnonline.com>
- ۳- وب سایت شرکتهای تولید کننده دستگاههای تصویربرداری

شیوه ارزشیابی دانشجو:

- آزمون کتبی
- آزمون شفاهی





کد درس: ۳۷

نام درس: کنترل کیفی و کالیبراسیون سیستمهای پزشکی هسته ای

پیش نیازها همزمان: فیزیک تصویربرداری پزشکی هسته ای

تعداد واحد: ۱ واحد (۰/۵ واحد نظری-۰/۵ واحد عملی)

نوع واحد: نظری-عملی

هدف کلی درس: آشنایی با روشهای کنترل کیفی سیستمهای تصویربرداری پزشکی هسته ای و روشهای تصحیح خطا

اهداف اختصاصی: دانشجو پس از پایان درس باید:

۱- عوامل فیزیکی تاثیر گذار بر کیفیت تصویر در پزشکی هسته ای را شرح دهد.

۲- عوامل سیستمی تاثیر گذار بر کیفیت تصویر در پزشکی هسته ای را شرح دهد.

۳- آرتیفکتهای موجود در تصاویر پزشکی هسته ای را معرفی نماید.

۴- فانتومهای مورد استفاده در کنترل کیفی پزشکی هسته ای را معرفی نماید.

۵- اصول کنترل کیفی پزشکی هسته ای را بیان کند.

۶- آزمونهای کنترل کیفی در پزشکی هسته ای را با کمترین خطا انجام دهد.

رئوس مطالب: (۹ ساعت نظری - ۱۷ ساعت عملی)

- معرفی مفاهیم کنترل کیفی و تضمین کیفیت
  - معرفی استانداردهای مورد استفاده در کنترل کیفی دستگاههای گاما کمرا و SPECT و SPECT/CT (۱ ساعت)
  - معرفی استانداردهای مورد استفاده در کنترل کیفی دستگاههای PET/CT
  - معرفی فانتوم ها و ابزار تست مورد استفاده در پزشکی هسته ای
  - معرفی آزمونهای کنترل کیفی گاما کمرا و SPECT
  - انجام آزمونهای کنترل کیفی در پزشکی هسته ای
- منابع اصلی درس :

- 1- Performance Measurements of Gamma Cameras NEMA Standard
- 2- Performance Measurements of Positron Emission Tomographs (PETs) NEMA Standard
- 3- Quality Assurance for SPECT Systems IAEA Human Health Series 6
- 4- Quality control of nuclear medicine instruments IAEA-TECDOC-
- 5- Quality Assurance for PET and PET/CT Systems IAEA Human Health Series1

شیوه ارزشیابی دانشجو :

- آزمون کتبی
- آزمون شفاهی
- آزمون عملی شامل: گزارش کار، log book



کد درس: ۳۸

نام درس: روشهای آنالیز کمی در پزشکی هسته ای  
پیش نیاز یا همزمان: فیزیک تصویربرداری پزشکی هسته ای  
تعداد واحد: ۲ واحد (۱/۵ واحد نظری - ۰/۵ عملی)  
نوع واحد: نظری-عملی

هدف کلی درس: آشنایی با روشهای آنالیز کمی تصاویر در پزشکی هسته ای

اهداف اختصاصی:

دانشجو پس از پایان درس باید:

- ۱- روشهای آنالیز کمی تصاویر پلنار پزشکی هسته ای را شرح دهد.
  - ۲- روشهای آنالیز کمی تصاویر مغزی در پزشکی هسته ای را شرح دهد.
  - ۳- روشهای آنالیز کمی تصاویر قلبی در پزشکی هسته ای را شرح دهد.
  - ۴- روشهای آنالیز کمی تصاویر آنکولوژی در پزشکی هسته ای را طراحی نماید.
- رئوس مطالب: (۲۶ ساعت نظری - ۱۷ ساعت عملی)

- روشهای انطباق تصاویر در پزشکی هسته ای
- روشهای بخش بندی تصاویر در پزشکی هسته ای
- روشهای کمی سازی تصاویر پلنار در پزشکی هسته ای
- روشهای آنالیز کمی تصاویر مغزی در پزشکی هسته ای
- روشهای آنالیز کمی تصاویر قلبی در پزشکی هسته ای
- روشهای آنالیز کمی تصاویر آنکولوژی در پزشکی هسته ای
- آنالیز عملی بر روی تصاویر پزشکی هسته ای

منابع اصلی درس :

1- Quantitative Analysis in Nuclear Medicine Imaging H. Zaidi

شیوه ارزشیابی دانشجو :

- آزمون کتبی
- آزمون شفاهی
- آزمون عملی شامل: گزارش کار، log book



کد درس: ۳۹

نام درس: روشهای پیشرفته تصویربرداری فراصوت  
پیش‌نیازها همزمان: فیزیک تصویربرداری فراصوت  
تعداد واحد: ۱ واحد (۰/۵ واحد نظری-۰/۵ واحد عملی)  
نوع واحد: نظری-عملی

هدف کلی درس:

ارتقاء سطح آگاهی و مهارت دانشجوی در زمینه اصول روشهای پیشرفته تصویربرداری فراصوتی و پروتکل‌های اجرای آنها.

اهداف اختصاصی:

دانشجو پس از پایان درس باید:

- ۱- اصول تصویربرداری هارمونیک را شرح دهد.
  - ۲- تصویربرداریهای تهاجمی و غیرتهاجمی را بیان کند.
  - ۳- تصویربرداریهای فراصوتی سه و چهاربعدی را توضیح دهد.
  - ۴- مواد کنتراست‌زا و کاربرد آنها را در سونوگرافی تجزیه و تحلیل نماید.
  - ۵- تصویربرداری مولکولی آکوستیکی را بیان کند.
  - ۶- اصول الاستوگرافی را بیان کند.
  - ۷- اکوکاردیولوژی را تشریح نماید.
  - ۸- در اجرای فرایندهای تصویربرداری مشارکت نماید.
- رئوس مطالب: (۹ ساعت نظری-۱۷ ساعت عملی)

-Harmonic Imaging

-invasive imaging و semi-invasive imaging

-Echocardiography

-Intravascular Ultrasound (IVUS), Transesophageal Ultrasound (TEE)

- Ultrasonic Tissue Characterization

اصول تصویربرداری فراصوتی سه بعدی و چهار بعدی.

-Acoustic Impedance Imaging—Impediography, Elastography, Tissue Speckle Tracking ,  
Through-Transmission Imaging, Acoustic Projection Imaging, Vibro-acoustic Imaging ,  
Ultrasonic Computed Tomography, Diffractive Tomography , Contrast Materials..... و

- عوامل کنتراست‌زا در تصویربرداری فراصوتی و داپلر

- تصویربرداری مولکولی (Acoustic Molecular Imaging)



منابع اصلی درس :

1. Hedrick W.R., Hykes D. L., Starchman D.E., Ultrasound Physics and Instrumentation, MOSBY, Last Edition.
2. Azhari H., Basic of biomedical ultrasound for engineering. JOHN WILEY & SONS, INC, Last Edition.
3. Cobbold R.S.C., Foundations of biomedical ultrasound. Oxford Press University. Last Edition.
4. Shang K.K., Diagnostic ultrasound: Imaging and blood flow measurements. CRC Taylor and Francis. Last Edition.

شیوه ارزشیابی دانشجوی :

- آزمون کتبی
- آزمون شفاهی
- گزارش کار



کد درس: ۴۰

نام درس: کنترل کیفی سیستمهای فراصوت

پیش‌نیازها همزمان: فیزیک تصویربرداری فراصوت

تعداد واحد: ۱ واحد (۰/۵ واحد نظری - ۰/۵ واحد عملی)

نوع واحد: نظری - عملی

هدف کلی درس: کسب آگاهی و مهارت در زمینه اصول و روشهای آشکارسازی امواج فراصوتی و اجرای برنامه‌های کنترل کیفی سیستمهای فراصوتی تشخیصی.

اهداف اختصاصی:

دانشجو پس از پایان درس باید:

- ۱- توان خروجی مولدهای فراصوتی را تعیین کند.
- ۲- شدت خروجی مولدهای فراصوتی پالسی و پیوسته را تعیین کند.
- ۳- از فانتوم‌ها و شی‌آزمون استاندارد AIUM استفاده کند.
- ۴- اصول کنترل کیفی دستگاههای سونوگرافی را شرح دهد.
- ۵- روش کنترل کیفی دستگاههای سونوگرافی داپلر را شرح دهد.

رئوس مطالب: (۹ ساعت نظری - ۱۷ ساعت عملی)

- استانداردهای شدت و توان، فشار تابشی و ابزارهای سنجش توان متر، هیدروفون و ....
- اندازه‌گیری توان خروجی پروب (فشار تابشی)
- اندازه‌گیری پارامترهای مختلف شدت خروجی پروب در تابشهای پیوسته و پالسی
- انواع فانتوم‌ها و شی‌آزمون استاندارد توصیه شده توسط AIUM بمنظور کنترل کیفی دستگاههای سونوگرافی (داپلر، B-Mode و ...).
- تست‌های اجرایی، پارامترهای اجرایی، تست با فانتوم‌های خاص، فانتوم‌های داپلر و مشخصه‌های اجرایی و ....
- اصول کنترل کیفی سیستم‌های متداول، تست‌های کیفی

منابع اصلی درس:

1. Jeffrey Papp. Quality Management in the Imaging Sciences. MOSBY, Last Edition..
2. Shang K.K., Diagnostic ultrasound: Imaging and blood flow measurements. CRC Taylor and Francis Last Edition.
3. Hedrick W.R., Hykes D. L., Starchman D.E., Ultrasound Physics and Instrumentation, MOSBY, Last Edition.
4. Wells N.T., Biomedical Ultrasonic, Academic Press, Inc. Last Edition.
5. Mason T.J., Lorimer J.P., Applied son chemistry: Uses of power ultrasound in chemistry and processing. Wiley-VCH Verlag GmbH & Co KGaA, Last Edition.
6. Hill C.R., Bamber J.C., ter Haar G.R., Physical principles of medical ultrasonics., John Wiley & Sons, Last Edition.



شیوه ارزشیابی دانشجو:

- آزمون کتبی
- آزمون شفاهی
- آزمون عملی



کد درس: ۴۱

نام درس: کنترل کیفی سیستم‌های اپتیکی

پیش‌نیازها همزمان: فیزیک تصویربرداری اپتیکی و امپدانسی

تعداد واحد: ۱ واحد (۰/۵ واحد نظری - ۰/۵ واحد عملی)

نوع واحد: نظری - عملی

هدف کلی درس:

کسب آگاهی و مهارت در زمینه روش‌های کالیبراسیون دستگاه‌های مجهز به لیزر در بخش‌های درمانی و تشخیصی به منظور مطابقت خروجی دستگاه‌ها با استانداردهای بین‌المللی  
اهداف اختصاصی:

دانشجو پس از پایان درس باید:

- ۱- لزوم کنترل کیفی سیستم‌های فراصوتی در مراکز درمانی و تشخیصی را درک نماید.
- ۲- کارایی و تفاوت رادیومترها و فتومترها را تشریح نماید.
- ۳- اصول کار با اسپکترومتر را توضیح دهد.
- ۴- پارامترهای کنترل کیفی سیستم‌های لیزری را توضیح دهد.
- ۵- برنامه کنترل کیفی سیستم‌های لیزری را اجرا کند.

رئوس مطالب: (۹ ساعت نظری - ۱۷ ساعت عملی)

- مقدمه‌ای بر اهمیت اجرای آزمون‌های کنترل کیفی در مراکز درمانی و تشخیصی
- طبقه بندی لیزرها
- آشنایی با کمیت و یکاهای مربوط به تابش پرتوهای لیزر
- آشنایی با انواع فیبر نوری و نحوه بدست آوردن عدد روزنه فیبر نوری
- شناخت انواع رادیومترها - فتومترها - اسپکترومترها
- آشنایی با اهمیت دزیمتری پرتوهای لیزر در بافت‌های بدن.
- کنترل کیفی سیستم‌های لیزری شامل:
  - محاسبه توان، دانسیته توانی، پارامترهای پالس، شار.
  - روش‌های تعیین ویژگی‌های پرتو لیزر: تعیین طول کوهرنسی، تعیین بیم پروفایل، تعیین طول موج لیزر، تعیین beam alignment، اندازه گیری فاکتور کیفیت  $M^2$ ، اندازه گیری مد عرضی پرتو لیزر
  - اجرای آزمون‌های کنترل کیفی منابع لیزری شامل محاسبه توان، دانسیته توانی، پارامترهای پالس، شار.
  - تعیین ویژگی‌های پرتو لیزر: تعیین طول کوهرنسی، تعیین بیم پروفایل، تعیین طول موج لیزر، تعیین beam alignment، اندازه گیری فاکتور کیفیت  $M^2$ ، اندازه گیری مد عرضی پرتو لیزر



منابع اصلی درس:

1. Medical Lasers: Quality Control, Safety Standards, and Regulations brahmavar, Suresh M., and Hetzel F., Last Edition.
2. ANSI Z136.3 - Safe Use of Lasers in Health Care

شیوه ارزشیابی دانشجو:

- آزمون کتبی
- آزمون شفاهی
- آزمون عملی شامل: گزارش کار، Log Book





کد درس: ۴۲

نام درس: روش‌های توموگرافی اپتیکی

پیش‌نیازها همزمان: فیزیک تصویربرداری اپتیکی و امپدانس

تعداد واحد: ۱ واحد

نوع واحد: نظری

هدف کلی درس:

آشنایی با اصول و انواع روش‌های توموگرافی اپتیکی

اهداف اختصاصی:

دانشجو در پایان این درس باید:

- تصویربرداری برش نگاری همدوس نوری و انواع آن را توضیح دهد.
- تصویربرداری برش نگاری پخش نوری را توضیح دهد.
- نحوه تصویربرداری برش نگاری فلورسنت را درک کرده باشد.
- تصویربرداری چندبیمایی از شبکه را بیان کند.
- مدل‌های ریاضی انتقال پرتو نوری مربوط به برش نگاری لومیسنت و فلورسنت را تشریح کند.
- نقش مواد فلورسنت آلی و کوانتوم دات‌ها را در تصویربرداری نوری بیان کند.
- استراتژی بازسازی تصاویر را تفسیر کند.
- اصول توموگرافی فلورسنت، بیولومینسانس و فوتوآکوستیک را بیان کند.
- نحوه تصویربرداری اپتیکی از حیوانات کوچک را بیان کند.

رئوس مطالب: (۱۷ ساعت نظری)

- بررسی روش‌های برش نگاری شامل آشنایی به روش‌های بازسازی، تجهیزات مرتبط و آشنایی با روش‌های نوین برش نگاری نوری.
- روش تصویربرداری برش نگاری همدوس نوری، آشنایی با روش‌های محاسباتی مانند ماتریس مولر، ماتریس جونز و انواع روش‌های برش نگاری همدوس نوری
- روش تصویربرداری برش نگاری پخش نوری، تصویربرداری در حوزه زمانی، فرکانس و steady state، روش‌های بازسازی
- روش تصویربرداری برش نگاری فلورسنت، آشنایی با مسئله فوروارد و نحوه بازسازی بر اساس روش‌های اجزا محدود، مونت کارلو و تحلیلی
- روش‌های تصویربرداری چندبیمایی شامل روش‌های تصویربرداری از شبکه
- اندازه‌گیری مستقل و وابسته به زمان برای برش نگاری تابشی نوری شامل موج پیوسته، حوزه زمانی و فرکانس
- مدل‌های ریاضی انتقال پرتو نوری مربوط به برش نگاری لومیسنت و فلورسنت (معادله انتقال پرتو، تقریب معادله انتقال نور)
- وسایل و تجهیزات مربوط به برش نگاری حیوانات کوچک (آشکارسازهای مرتبط به برش نگار نوری، منابع تحریک، آرایه هندسی اندازه‌گیری)
- معرفی مواد فلورسنت آلی و کوانتوم دات‌های مورد استفاده در روش‌های تصویربرداری نوری
- بررسی سیستم‌های تصویربرداری نوری با قابلیت تصویربرداری هیبرید



- استراتژی بازسازی تصاویر شامل روش های خطی و غیر خطی، روش های رگولاریزاسیون ، استراتژی بهینه سازی
- کاربرد روش های توموگرافی فلورسنت در حیوانات کوچک
- آشنایی با روش های تصویربرداری حیوانات کوچک مبتنی بر بیولومینسنت و چرنکوف
- فوتو اکوستیک توموگرافی، معادلات مربوط پدیده فوتو اکوستیک ، حل مسئله فوروارد و روش های بازسازی

منابع اصلی درس :

1. Zaidi, Habib, ed. Molecular Imaging of Small Animals: Instrumentation and Applications. Springer, Last Edition..
2. Weissleder, Ralph, and Sanjiv S. Gambhir, eds. Molecular imaging: principles and practice. PMPH-USA, Last Edition..
3. Tian, Jie. Molecular imaging: Fundamentals and applications. Springer Publishing Company, Incorporated, Last Edition..
4. Arridge, Simon R. "Optical tomography in medical imaging." Last Edition.
5. Darne, Chinmay, Yujie Lu, and Eva M. Sevick-Muraca. "Small animal fluorescence and bioluminescence tomography: a review of approaches, algorithms and technology update." Physics in medicine and biology Last Edition.

شیوه ارزشیابی دانشجوی :

- آزمون کتبی
- آزمون شفاهی



کد درس: ۴۳

نام درس: تصویربرداری ترکیبی

پیش نیاز: فیزیک تصویربرداری تشدید مغناطیسی (MRI) - فیزیک تصویربرداری سی تی - فیزیک تصویربرداری پزشکی هسته ای

تعداد واحد: ۲ واحد (۱/۵ واحد نظری - ۰/۵ واحد عملی)

نوع واحد: نظری - عملی

هدف کلی درس: تسلط بر مباحث مرتبط با تصویربرداری ترکیبی و کاربردهای آن  
اهداف اختصاصی:

دانشجو پس از پایان درس باید:

۱- طرز کار سیستمهای ترکیبی را بیان کند

۲- انواع سیستمهای ترکیبی را نام برده و توضیح دهد.

۳- آرتیفکتهای موجود در سیستمهای ترکیبی را معرفی نماید.

۴- روشهای اصلاح دادهها را در سیستمهای ترکیبی بیان کند.

رئوس مطالب: (۲۶ ساعت نظری - ۱۷ ساعت عملی)

- فیزیک تصویربرداری سی تی و ام آر آی
- انواع روشهای تصحیح تضعیف در تصویربرداری پزشکی هسته ای
- مزیت استفاده از تصاویر آناتومیکی در تفسیر تصاویر پزشکی هسته ای
- معرفی سیستم ترکیبی SPECT/CT
- معرفی سیستم ترکیبی PET/CT
- معرفی سیستم ترکیبی PET/MRI
- معرفی آرتیفکتهای تصاویر در سیستمهای ترکیبی
- معرفی سایر سیستمهای ترکیبی
- افقهای آینده در تصویربرداری ترکیبی

منابع اصلی درس:

1. Basic of PET Imaging Physics: Physics, Chemistry, and Regulations Gopal B. Saha Last edition
2. Nuclear Medicine and PET/CT: Technology and Techniques Paul E. Christian Last edition
۳. آی م ر. توموگرافی تابش پوزیترون (پت): فیزیک، تجهیزات، اسکنرها و افقهای پیشرفت. آخرین چاپ

شیوه ارزشیابی دانشجو:

- آزمون کتبی
- آزمون شفاهی
- آزمون عملی



کد درس: ۴۴

نام درس: رادیوبیولوژی

پیش‌نیازها همزمان: فیزیک پرتوشناسی تشخیصی

تعداد واحد: ۲ واحد

نوع واحد: نظری

هدف کلی درس: آشنایی دانشجویان با مفاهیم و فرایندهای فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی برخورد پرتوهای یونساز با محیطهای زنده و آثار بیولوژیکی ناشی از آن

اهداف اختصاصی:

دانشجو پس از پایان درس باید:

- مبانی فیزیکی رادیوبیولوژی را توضیح دهد.
- مولکولهای حیاتی بدن و نیز اسیدهای نوکلئیک را شناسایی نماید.
- پدیده‌ها و واکنشهای اصلی و مهم در شیمی تابش را معرفی کند.
- بر همکنش رادیکالهای آزاد با بیومولکولهای مهم را توضیح دهد.
- مکانیزم تقسیم و چرخه سلول و آثار بیولوژیکی پرتو در سلولها را بیان کند.
- منحنی‌های کسر بقا و پارامترهای  $D_{10}$ ،  $D_{37}$  و عوامل موثر بر آنها را بیان و تفسیر نماید.
- تئوری هدف و مدل‌های مختلف آنرا تفسیر کند.
- تاثیر تابش بر بافتها و حساسیت پرتویی سلولهای پستانداران را شرح داده و تفسیر نماید.
- آثار تصادفی و غیر تصادفی ناشی از پرتو و انواع آنرا بیان کند.
- آثار ژنتیکی تابش و اثر بر DNA و انواع آنرا بیان کند.
- اثر تابش بر جنین در مراحل مختلف رشد جنین را بیان کند.
- عوامل فیزیکی، بیوشیمیایی و بیولوژیک موثر بر تابش را توضیح دهد.
- موارد بکارگیری رادیوبیولوژی در رادیوتراپی را بیان کند.
- اثرات رادیوبیولوژیکی ناشی از سوانح و انفجارات هسته‌ای بیان کند.
- انواع منحنی‌های واکنش به دز را بیان و تفسیر نماید.

رئوس مطالب: (۳۴ ساعت نظری)

در این درس دانشجو با مفاهیم و فرایندهای فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی برخورد پرتوهای یونساز با محیطهای زنده آشنا می‌شود و اطلاعات کسب شده به دانشجو کمک می‌نماید تا آثار بیولوژیکی ناشی از این فرایندها را بیان کند.

۱. مروری بر مبانی فیزیکی رادیوبیولوژی :

- اتم و ساختمان آن: ترازهای انرژی اتم‌ها و معرفی مدل‌های مختلف اتمی، ساختمان هسته و مدل‌های هسته‌ای، تعریف عدد اتمی، عدد جرمی، عدد اتمی مؤثر و مرکب، رادیواکتیویته و پرتوهای هسته‌ای
- پرتوهای یونساز و انواع آن: تعریف پرتوهای الکترومغناطیس، پرتوهای الکترومغناطیس یونیزان ( $\gamma$ ،  $X$ ) و منشاء تولید آنها، آشنایی با طیف پرتوی ایکس پیوسته و اختصاصی، تعریف پرتوهای ذره‌ای و انواع آن
- برخورد فوتون  $X$  و  $\gamma$  با ماده: جذب و تضعیف پدیده‌های فوتوالکتریک، کامپتون، تولید جفت، تامسون، ضرایب جذب و انتقال انرژی و عوامل مؤثر بر آنها



- نحوه جذب پرتوهای ذره ای در ماده : برخورد الاستیک و غیر الاستیک نوترون با ماده، برخورد تصادمی و تشعشعی الکترون با ماده، برخورد پوزیترون با ماده و پدیده فنا، برخورد ذرات آلفا با ماده
- منحنی یونیزاسیون و یونیزاسیون ویژه : تعریف تبادل الکترونی، مفهوم گرما و دز جذبی، انتقال خطی انرژی LET
- توضیح : بخش اول بسته به آمادگی علمی دانشجویان و گرایش ایشان در مقطع کارشناسی می تواند بصورت مبسوط ویا اجمالی بیان گردد.

۲- مقدمه ای برمولکولهای حیاتی بدن (زیست مولکولها) : قندها، لیپیدها و پروتئین ها و نقش هریک در ساختار حیاتی سلولها

- ساختمان قندها، لیپیدها و پروتئین ها
- ساختمان اسیدهای هسته ای و انواع آنها

۳- شیمی تابش :

- تعریف اثر مستقیم و غیر مستقیم تابش های یونیزان
- تعریف رادیکالهای یونی و آزاد
- چگونگی تولید رادیکالهای آزاد در آب توسط تابش : انواع رادیکالهای آزاد تولید شده در اثر تابش یونیزان نظیر رادیکال هیدروژن، هیدروکسیل و پراکسید هیدروژن، تولید پراکسید هیدروژن و الکترون آبی  $e_a^-$ ، ترکیب مولکول اکسیژن با رادیکالهای آزاد، جاروبگرهای رادیکالهای آزاد
- حساس کننده‌ها و حفاظت کننده‌های پرتوی

- بازترکیبی و بازیابی و ترمیم در کاهش آثار شیمیایی پرتوها
- چگونگی برهمکنش رادیکالهای آزاد با بیومولکولهای مهم
- تاثیر تابش بر قندها، پروتئین ها، آنزیم ها و چربی ها

۴- مقدمه ای بر آثار بیولوژیکی پرتو در سلولها:

- تقسیم سلول و چرخه تقسیم سلول : فرآیندهای میتوز و میوز
- بررسی حساسیت پرتوی سلول در مراحل مختلف سیکل تقسیم سلول
- تعریف انواع مرگ سلولی (آپتوز- میتوزی- آنی و.....)
- اثر پرتوهای یونیزان بر روی سیتوپلاسم و ارگانلها : شواهد مبنی بر هدف بودن کروموزوم ها و DNA در مرگ سلولی ناشی از تابش
- ۵- منحنی های کسر بقا :

- منحنی بقا و هدف از استخراج آن : تعریف و تفسیر پارامتر  $N$  (عدد برون یابی)،  $D_q$ ،  $D_{70}$ ،  $D_{10}$  و عوامل موثر بر آنها، چگونگی استخراج منحنی های بقا در شرایط *Invitro* و *Invivo* برای بافتهای سالم و سرطانی، تفسیر آسیب‌های کشنده، زیر کشنده و قابل کشنده از روی منحنی های کسر بقا و تعریف آنها، تعریف  $LD_{50}$  و بررسی آن برای سلولهای مختلف
- تئوری هدف: تعریف و تفسیر مدل تک ضربه - تک هدف، چندهدف - چندضربه و شواهد مؤید آنها، بررسی منحنی بقای سلولهای پستانداران شامل، بررسی و توجیه ناحیه خطی و درجه دوم این منحنی ها از نقطه نظر تئوری هدف



- ۶- تاثیر تابش بر بافت:
- تعریف اجتماع سلولی عبور ساده، اجتماع ثابت بسته، اجتماع سلولی در حال از بین رفتن و اجتماع سلولی عبوری در حال تقسیم، اجتماع سلولهای پایه و اجتماع تقسیم شونده بسته
- پاتولوژی تابش: طبقه بندی حساسیت سلولهای پستانداران نسبت به تابش، طبقه بندی برگونیه- تریباندو و تاثیر تابش بر سلولهای پارانشیمی و پیوندی
- ۷- آثار تصادفی تابش Stochastic :
- تعریف آثار تصادفی و مشخصه های آن
- تعریف خطر مطلق و خطر نسبی و خطر اضافی
- بررسی الگوی منحنی بقای مربوط به آثار تصادفی
- تشریح اثرات تصادفی ناشی از تابش (لوسمی، سرطان استخوان، ریه، پوست، تیروئید، پستان) و شواهد مربوط به آنها
- ۸- آثار غیر تصادفی تابش Non Stochastic (قطعی) :
- تعریف آثار غیر تصادفی و مقایسه آن با آثار تصادفی : سندروم پرودرومال، سندروم مراکز خونساز (BMS)، سندروم دستگاه گوارش (GIS)، سندروم مغزی عروقی (CNS)
- ایجاد کاتاراکت
- ضایعات موضعی بر روی بافت‌هایی مثل گندها، دست و پا و اریتما
- تعریف LD<sub>50/30</sub> و LD<sub>50/60</sub> و بیان مقدار آن برای گونه های مختلف تعریف RBE
- ۹- آثار ژنتیکی تابش :
- مروری بر اصول ژنتیک : ساختمان DNA و کروموزوم، تعریف ژن و ژنوم
- تعریف جهش و تقسیم بندی آن به جهش های خودبخودی و القایی
- تعریف صدمات کروموزومی و تقسیم بندی آن به کروموزومی و کروماتیدی
- تکنیک های بررسی ناهنجاری های کروموزومی ناشی از تابش : آنالیز متافاز، آزمون Micronuclei
- پروژه مگاموس و نتایج حاصل از آن
- آثار وراثتی تابش در انسان
- دز دوبرابر کننده (Doubling Dose)
- دز معنی دار ژنتیکی (GSD)
- رابطه بین میزان جهش و دز و آهنگ دز
- ۱۰- اثر تابش بر جنین و رویان:
- اثر تابش در مرحله قبل از لانه گزینی
- اثر تابش در مرحله اندام زایی
- اثر تابش در دوران جنینی
- سرطان زایی تابش در نوزاد متولد شده
- آثار ناشی از منابع پزشکی بر روی جنین
- آثار ناشی از تابش در فاجعه اتمی ژاپن بر روی جنین



- تابشگیری شغلی پرتوکاران باردار
- قانون طلایی
- ۱۱- عوامل فیزیکی، بیوشیمیایی و بیولوژیک مؤثر بر آثار پرتوگیری:
  - اثر آهنگ دز (Dose rate)
  - اثر تقطیع دز (Fractionation)
  - اثر LET و نوع پرتو
  - محافظت کننده ها و حساس کننده های پرتوی
  - اثر اکسیژن و تعریف OER
  - اثر سن و جنس
  - تأثیر هورمون
  - هورمسیس و اثر تطبیقی پرتوهای یونساز
- ۱۲- اثر همسایگی Bystander Effect

منابع اصلی درس:

- 1- Hall Eric J. and Gaccia Amato. Radiobiology for Radiobiologist. Philadelphia. Lipincott. Williams and Willein. Last edition.
- 2- Steven. Dowd. Practical Radiation Protection & Applied Radiobiology. USA: W. B. Saunders Company. Last Edition.
- 3- Mettler Fred A. Medical Effects of Ionizing Radiation. New York: Barns and Nobles. Last Edition.
- 4- International Atomic Energy Agency. Radiation Biology, A handbook for Teachers and Students. Vienna: IAEA. Last Editon.

شیوه ارزشیابی دانشجویان:

آزمون کتبی

آزمون شفاهی



کد درس: ۴۵

نام درس: حفاظت در برابر پرتوهای یونیزان و غیر یونیزان

پیش نیازها همزمان: فیزیک تصویربرداری تشدید مغناطیسی (MRI) - فیزیک تصویربرداری سی تی - فیزیک تصویربرداری پزشکی هسته ای - فیزیک تصویربرداری اپتیکی و امپدانس - رادیوبیولوژی

تعداد واحد: ۲ واحد

نوع واحد: نظری

هدف کلی درس:

کسب آگاهی و مهارت در اجرای اصول، قوانین، مقررات و استانداردهای ملی و بین المللی حفاظت در برابر اشعه برای پرتوکاران، بیماران و عامه مردم در بخشهای مختلف پرتوشناسی تشخیصی

اهداف اختصاصی:

دانشجو پس از پایان درس باید:

- ۱- انواع منابع پرتوگیری انسان را نام ببرد.
- ۲- اهمیت نسبی پرتوگیری از هر یک از منابع را بیان کند.
- ۳- سازمانهای ملی و بین المللی مسئول در امر حفاظت پرتوی را معرفی نماید.
- ۴- استانداردها، قوانین، مقررات، اصول و توصیه های حفاظت در برابر اشعه را بیان کند.
- ۵- کمیتها و واحدهای حفاظت پرتویی را تعریف کند.
- ۶- اصول و قوانین مهم ملی و بین المللی حفاظت در برابر پرتو را بیان کند.
- ۷- اصول پایه ای نظری حفاظت رادیولوژیکی در بخشهای مختلف پرتوشناسی تشخیصی: CT، آنژیوگرافی، رادیوگرافی دندان، SPECT، PET، ..... (توجیه پذیری، بهینه سازی، تعیین حدود دز) را بررسی و تفسیر نماید
- ۸- حفاظ اتاقهای رادیولوژی تشخیصی، پزشکی هسته ای را محاسبه و طراحی نماید.
- ۹- انواع حفاظهای مختلف در برابر پرتو را بیان کند.
- ۱۰- حفاظ های مختلف در بخشهای رادیولوژیکی، دستگاههای ثابت و متحرک ماموگرافی فلئوروسکپی، CT Scan، تکنیکهای تصویربرداری خاصی مثل آنژیوگرافی، SPECT، PET و ... را بیان و محاسبه نماید.
- ۱۱- موارد حفاظت در برابر اشعه را در بخشهای پرتوشناسی تشخیصی و پزشکی هسته ای برای بیمار، پرتوکار و سایر کارکنان مشخص کند.
- ۱۲- اصول، مقررات و توصیه های ملی و بین المللی حفاظتی در بخشهای مختلف پرتوپزشکی در مورد پرتوکاران، بیماران و سایر افراد را بیان کند.
- ۱۳- توصیه های حفاظتی در برابر پرتوهای غیر یونساز و سازمانهای زیربند (WHO، ICNIR، ...) بیان کند.
- ۱۴- آثار زیستی و اصول حفاظت در برابر پرتوهای نوری، IR، UV، انواع لیزر (در چشم و پوست) را توضیح دهد.
- ۱۵- آثار مخرب امواج فراصوت و حفاظت در برابر آنها را توضیح دهد
- ۱۶- آثار ناشی از امواج رادیویی، رادار زیرموج را بداند و اصول حفاظت در برابر آنها را توضیح دهد.





رئوس مطالب: (۳۴ ساعت نظری)

الف - کلیات:

مقدمه، تاریخچه و تعریف علم "حفاظت در برابر اشعه"، مروری بر سوانح تشعشعی عمده (واقعه چرنوبیل و جزیره سه مایلی و فوکوجی)، پرتوهای طبیعی و ساخت بشر، پرتوگیری داخلی و خارجی، انواع پرتوگیری (شغلی، پزشکی، عمومی Occupational, Medical, Public)، انواع منابع تولید کننده پرتو (موقت، دائم، بسته و باز)، تعریف فیزیک بهداشت، مسئول فیزیک بهداشت و وظائف او، معرفی سازمانها و آرانسهای ملی و بین المللی تعیین کننده واحدها، استانداردها، قوانین، آئین نامه ها، اصول، توصیه ها و سایر امور حفاظت در برابر پرتوها (ICNIR IAEA, BEIR, UNSCEAR, NCRP, ICRU, ICRP)، سازمان انرژی اتمی ایران، کمیسیون حفاظت در برابر اشعه)

ب - مفاهیم، تعاریف و کمیته‌ها :

دز معادل (HT)، دز مؤثر (E)، فاکتور وزنی پرتو (WR)، فاکتور وزنی بافت، طبقه بندی پرتوکاران، نواحی تحت کنترل و خارج از کنترل، حد دز سالیانه (ALI)، حد دز سالیانه برای پرتوکاران و غیر پرتوکاران، حد دز سالیانه در موارد اضطراری، حد دز جنین، مفهوم شبکه وقایع و موقعیتها در پرتوگیری از چشمه تا انسان

ج- اصول و قوانین :

اصل خطر در برابر منفعت و تفسیر آن، اصل ALARA و بررسی آن از دیدگاه علمی، اجرایی، حقوقی، نظرات و پیشنهادات در مورد اصل ALARA، اصول توصیه شده ICRP برای یک سیستم حفاظتی بر مبنای ICRP-60 (1990) (توجیه پذیری عمل Justification of a practice، بهینه سازی حفاظت Optimization of protection، دزهای فردی و حدود خطر Individual dose and risk limits)، قانون حفاظت در برابر اشعه مصوب ۶۸/۱/۲۰ مجلس شورای اسلامی، مقررات و دستورالعملهای مربوط به کار با اشعه سازمان انرژی اتمی ایران

د - طراحی حفاظ برای اتاقهای رادیولوژی تشخیصی و پزشکی هسته ای

اصول طراحی بخش و اتاقهای نصب و استفاده از تجهیزات پرتوزا (موقعیت مکانی در بیمارستان و منطقه، طبقه ساختمان، ابعاد اتاق، شکل هندسی اتاق، موقعیت درب ورودی، موقعیت اتاق کنترل، وضعیت تهویه و فاضلاب) موقعیت مکانی نصب یا استفاده از تجهیزات پرتوزا در داخل اتاق، روشهای محاسبه ضخامت و انتخاب جنس حفاظ برای دیوارها، کف، سقف اتاق و نواحی پرتوزا (معادل سربی، H.V.L, T.V.L) منحنی های عبور پرتوها از ماده بر حسب ضخامت ماده، شیشه سربی، لاستیک سربی، آجرها و قالبهای سربی، بتون)، آخرین توصیه های NRPB, ICRP در مورد جنبه های ساختاری و حفاظت در برابر پرتوهای پراکنده و لباسهای محافظ

ه- اصول حفاظت در پرتوشناسی تشخیصی شامل پرتونگاری با دستگاههای ثابت متحرک، پرتونگاری دندان، ماموگرافی، فلوروسکوپی، CT scan، تکنیکهای خاص مثل آنژیوگرافی و تکنیکهای جدید: (کاربرد عوامل: زمان، فاصله و حفاظ در بخش های رادیولوژی)

۱- حفاظت پرتوکار، سایر کارکنان، بیمار و همراهان او: زمان، فاصله، حفاظ، نصب علائم هشداردهنده تصویری

و صوتی، استفاده از روپوش سربی، دستکش سربی، حفاظ تیروئید، عینکهای محافظ عدسی چشم و حفاظ گنادها، انواع حفاظ (تماسی و سایه ای)، مکان گماری بیمار، اثر فیلتر بر پرتوگیری بیمار، بی حرکت سازی بیمار و

استفاده از وسایل لازم برای آن، روشهای اجتناب از پرتوهای تکراری، ارتباط عاطفی با بیمار و تاثیر آن در کاهش پرتوگیری

۲- وظایف تکنولوژیست رادیولوژی در قبال مسائل حفاظتی بیماران، مشاوره دادن به پزشک و بیمار حامله، حفاظت از کودکان و سالخوردگان و اخذ رضایت نامه آنان

۳- آخرین اصول و مقررات حفاظت پرتوی خارجی بر اساس توصیه های سازمان‌هایی نظیر IAEA, NRPB, ICRP ..... ,NCRP,NRC,

۴- آخرین ضوابط NRPB در مورد تجهیزات پرتو تشخیصی در مورد قاب، بدنه و نحوه صاف کردن اشعه و- حفاظت در برابر پرتوهای غیریونساز شامل:

۱- معرفی کمیسیون بین‌المللی حفاظت در برابر پرتوهای غیریونساز (ICNIR) ، WHO ، ..... توصیه های حفاظتی آنها

۲- آثار زیستی و اصول حفاظت در برابر پرتوهای فرابنفش و فروسرخ

۳- روشهای حفاظت در برابر پرتوهای لیزر بر اساس برهمکنشهای لیزر با بافت

۴- آسیبهای ناشی از پرتوهای نوری، IR, UV, انواع لیزر (در چشم، پوست.....)

۵- آثار مخرب امواج فراصوت و حفاظت در برابر آنها

۶- تقسیم‌بندی میدانهای الکترومغناطیسی بر حسب توصیه‌های ICNIR و نکات کلیدی در استفاده از میدانهای الکترومغناطیسی. آثار میدانهای فرکانس پایین (ELF)

۷- آثار شناختی و رفتاری میدانهای الکترومغناطیسی

۸- روشهای حفاظت در برابر امواج رادیویی، رادار و ریزموج

۹- اصول ایمنی الکتریکی

ر- بازدید علمی با توجه به امکانات

منابع اصلی درس :

۱- آشنایی با فیزیک بهداشت از دیدگاه پرتوشناسی. هرمان سمبر. چاپ آخر

2- Shapiro. Radiation Protection. London, Harvard University Press. Last Edition.

3- Martin, James A. Physics for Radiation Protection: a handbook. Weinheim: WILEY-VCH Verlag.: GmbH& Co. Last Edition

4- Current relevant ICRP reports and recommendation [ICRP Publication Last Edition.

5- Current relevant NCRP, IAEA and AAPM reports and recommendations

6- Micheal, J, Suess (WHO) Nonionizing Radiation Protection. Last Edition.

7- Current relevant WHO and ICNIR reports and recommendations

8- Health Protection Agency. Health effects of exposure to Ultrasound and Infrasound. RCE-14. Documents of the Health Protection Agency Last Edition.

شیوه ارزشیابی دانشجو :

- آزمون کتبی



**فصل چهارم**  
**استانداردهای برنامه آموزشی**  
**رشته فناوری تصویربرداری پزشکی**  
**در مقطع کارشناسی ارشد ناپیوسته**



## استانداردهای برنامه‌های آموزشی رشته‌های تحت پوشش شورای عالی برنامه‌ریزی علوم پزشکی

موارد زیر، حداقل موضوعاتی هستند که بایستی در فرایند ارزیابی برنامه‌های آموزشی توسط ارزیابان مورد بررسی قرار گیرند:

\* ضروری است، دوره، فضاها و امکانات آموزشی عمومی مورد نیاز از قبیل: کلاس درس اختصاصی، سالن کنفرانس، قفسه اختصاصی کتاب در گروه، کتابخانه عمومی، مرکز کامپیوتر مجهز به اینترنت با سرعت کافی و نرم افزارهای اختصاصی، وب سایت اختصاصی گروه و سیستم بایگانی آموزشی را در اختیار داشته باشد.

\* ضروری است، گروه آموزشی، فضاهای اختصاصی مورد نیاز، شامل: آزمایشگاه‌های اختصاصی، عرصه‌های بیمارستانی و اجتماعی را براساس مفاد مندرج در برنامه آموزشی در اختیار فراگیران قرار دهد.

\* ضروری است، دپارتمان آموزشی، فضاهای رفاهی و فرهنگی مورد نیاز، شامل: اتاق استادان، اتاق دانشجویان، سلف سرویس، نمازخانه، خوابگاه و امکانات فرهنگی ورزشی را در اختیار برنامه قرار دهد.

\* ضروری است که عرصه‌های آموزشی خارج دپارتمان (دوره‌های چرخشی)، مورد تایید قطعی گروه ارزیابان باشند.

\* ضروری است، جمعیت‌ها و مواد اختصاصی مورد نیاز برای آموزش شامل: بیمار، تخت فعال بیمارستانی، نمونه‌های آزمایشگاهی، نمونه‌های غذایی، دارویی یا آرایشی برحسب نیاز برنامه آموزشی به تعداد کافی و تنوع قابل قبول از نظر ارزیابان در دسترس فراگیران قرار داشته باشد.

\* ضروری است، تجهیزات سرمایه‌ای و مصرفی مورد نیاز مندرج در برنامه در اختیار مجریان برنامه قرار گرفته باشد و کیفیت آن‌ها نیز، مورد تایید گروه ارزیابان باشد.

\* ضروری است، امکانات لازم برای تمرینات آموزشی و انجام پژوهش‌های مرتبط، متناسب با رشته مورد ارزیابی در دسترس هیئت علمی و فراگیران قرار داشته باشد و این امر، مورد تایید ارزیابان قرار گیرد.

\* ضروری است، دپارتمان آموزشی مورد ارزیابی، هیئت علمی مورد نیاز را بر اساس موارد مندرج در برنامه آموزشی و مصوبات شورای گسترش در اختیار داشته باشد و مستندات آن در اختیار گروه ارزیابان قرار گیرد.

\* ضروری است، دپارتمان آموزشی برای تربیت فراگیران دوره، کارکنان دوره دیده مورد نیاز را طبق آنچه در برنامه آموزشی آمده است، در اختیار داشته باشد.

\* ضرورت دارد که برنامه آموزشی (Curriculum) در دسترس تمام مخاطبین قرار گرفته باشد.

\* ضروری است، آیین نامه‌ها، دستورالعمل‌ها، گایدلاین‌ها، قوانین و مقررات آموزشی در دسترس همه مخاطبین قرار داشته باشد و فراگیران در ابتدای دوره، در مورد آنها توجیه شده باشند و مستندات آن در اختیار ارزیابان قرار گیرد.



\* ضروری است که منابع درسی اعم از کتب و مجلات مورد نیاز فراگیران و اعضای هیات علمی، در قفسه کتاب گروه آموزشی در دسترس باشند.

\* ضروری است که فراگیران در طول هفته، طبق تعداد روزهای مندرج در قوانین جاری در محل کار خود حضور فعال داشته، وظایف خود را تحت نظر استادان یا فراگیران ارشد انجام دهند و برنامه هفتگی یا ماهانه گروه در دسترس باشد.

\* ضروری است، محتوای برنامه کلاس های نظری، حداقل در ۸۰٪ موضوعات با جدول دروس مندرج در برنامه آموزشی انطباق داشته باشد.

\* ضروری است، فراگیران، طبق برنامه تنظیمی گروه، در کلیه برنامه های آموزشی و پژوهشی گروه، مانند کنفرانس های درون گروهی، سمینار ها، کارهای عملی، کارهای پژوهشی و آموزش رده های پایین تر حضور فعال داشته باشند و مستندات آن در اختیار ارزیابان قرار داده شود.

\* ضروری است، فرایند مهارت آموزی در دوره، مورد رضایت نسبی فراگیران و تایید ارزیابان قرار گیرد.

\* ضروری است، مقررات پوشش (Dress code) در شروع دوره به فراگیران اطلاع رسانی شود و برای پایش آن، مکانیسم های اجرایی مناسب و مورد تایید ارزیابان در دیپارتمان وجود داشته باشد.

\* ضروری است، فراگیران از کدهای اخلاقی مندرج در کوریکولوم آگاه باشند و به آن عمل نمایند و عمل آنها مورد تایید ارزیابان قرار گیرد.

\* ضروری است، در گروه آموزشی برای کلیه فراگیران کار پوشه آموزشی (Portfolio) تشکیل شود و نتایج ارزیابی ها، گواهی های فعالیت های آموزشی، داخل و خارج از گروه آموزشی، تشویقات، تذکرات و مستندات ضروری دیگر در آن نگهداری شود.

\* ضروری است، فراگیران کارنامی (Log book) قابل قبولی، منطبق با توانمندی های عمومی و اختصاصی مندرج در برنامه مورد ارزیابی در اختیار داشته باشند.

\* ضروری است، فراگیران بر حسب نیمسال تحصیلی، مهارت های مداخله ای اختصاصی لازم را براساس موارد مندرج در برنامه انجام داده باشند و در کارنامی خود ثبت نموده و به امضای استادان ناظر رسانده باشند.

\* ضروری است، کارنما به طور مستمر توسط فراگیران تکمیل و توسط استادان مربوطه پایش و نظارت شود و باز خورد مکتوب لازم به آنها ارائه گردد.

\* ضروری است، فراگیران در طول دوره خود، در برنامه های پژوهشی گروه علمی مشارکت داشته باشند و مستندات آن در دسترس باشند.

\* ضروری است، فراگیران بر حسب سال تحصیلی، واحدهای خارج از گروه آموزشی را (در صورت وجود) گذرانده و از مسئول عرصه مربوطه گواهی دریافت نموده باشند و مستندات آن به رویت گروه ارزیاب رسانده شود.



- \* ضروری است، بین گروه آموزشی اصلی و دیگر گروه های آموزشی همکاری های علمی بین رشته ای از قبل پیش بینی شده و برنامه ریزی شده وجود داشته باشد و مستنداتی که مبین این همکاری ها باشند، در دسترس باشد.
- \* ضروری است، در آموزش های حداقل از ۷۰٪ روش ها و فنون آموزشی مندرج در برنامه، استفاده شود.
- \* ضروری است، فراگیران در طول دوره خود به روش های مندرج در برنامه، مورد ارزیابی قرار گیرند و مستندات آن به گروه ارزیاب ارائه شود.
- \* ضروری است، دانشگاه یا مراکز آموزشی مورد ارزیابی، واجد ملاک های مندرج در برنامه آموزشی باشند.



## فصل پنجم

# ارزشیابی برنامه آموزشی



ارزشیابی برنامه  
(Program Evaluation)

۱. نحوه ارزشیابی تکوینی برنامه

معاونت آموزشی وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی مسئولیت ارزشیابی برنامه را بر عهده دارد که می‌تواند از معاونت آموزشی دانشگاهها و دانشکده‌ها نیز کمک بگیرد. این ارزشیابی می‌تواند با استفاده از ارزیابی عملکرد دانش‌آموختگان در محیط کار، نظر خواهی از آنان در مورد برنامه آموزشی و نیز نظر سنجی از مدرسان در مورد محتوا و شیوه آموزش صورت گیرد.

شرایط ارزشیابی نهایی برنامه:

ارزشیابی برنامه آموزشی می‌تواند بر اساس تقویم وزارت بهداشت؛ درمان و آموزش پزشکی همانند سایر رشته‌های دوره دکتری تخصصی (Ph.D) انجام گیرد. این برنامه در شرایط زیر ارزشیابی خواهد شد:

- ۱- گذشت ۵ سال از اجرای برنامه
- ۲- تغییرات عمده فناوری که نیاز به بازنگری برنامه را مسجل کند
- ۳- تصمیم سیاست‌گذاران اصلی مرتبط با برنامه

شاخص‌های ارزشیابی برنامه:

شاخص:

معیار:

- ★ میزان رضایت دانش‌آموختگان از برنامه: ۷۰ درصد
  - ★ میزان رضایت اعضای هیات علمی از برنامه: ۷۰ درصد
  - ★ میزان رضایت مدیران نظام سلامت از نتایج برنامه: ۷۰ درصد
  - ★ میزان برآورد نیازها و رفع مشکلات سلامت توسط دانش‌آموختگان رشته: طبق نظر گروه ارزیابی کننده
  - ★ کمیت و کیفیت تولیدات فکری و پژوهشی توسط دانش‌آموختگان رشته: طبق نظر گروه ارزیابی کننده
- لازم به توضیح است با توجه به اینکه رشته مورد نظر منحصر به فرد در این مقطع می‌باشد لذا معیارهای موفقیت برنامه در مورد هر شاخص بایستی با میانگین سایر رشته‌های دکترای وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی مقایسه گردد.

شیوه ارزشیابی برنامه:

- نظرسنجی از هیات علمی درگیر برنامه، دستیاران و دانش‌آموختگان با پرسشنامه‌های از قبل تدوین شده
- استفاده از پرسشنامه‌های موجود در واحد ارزشیابی و اعتباربخشی دبیرخانه





متولی ارزشیابی برنامه:

متولی ارزشیابی برنامه، شورای گسترش دانشگاه‌های علوم پزشکی با همکاری گروه تدوین یا بازنگری برنامه و سایر دبیرخانه‌های آموزشی و سایر اعضای هیات علمی می‌باشند.

نحوه بازنگری برنامه:

مراحل بازنگری این برنامه به ترتیب زیر است:

- گردآوری اطلاعات حاصل از نظرسنجی، تحقیقات تطبیقی و عرصه‌ای، پیشنهادات و نظرات صاحب‌نظران
- درخواست از دبیرخانه جهت تشکیل کمیته بازنگری برنامه
- طرح اطلاعات گردآوری شده در کمیته بازنگری برنامه
- بازنگری در قسمت‌های مورد نیاز برنامه و ارائه پیش‌نویس برنامه آموزشی بازنگری شده به دبیرخانه شورای عالی برنامه‌ریزی علوم پزشکی



## ضمائم

## منشور حقوق بیمار در ایران

۱- دریافت مطلوب خدمات سلامت حق بیمار است.

- ارائه خدمات سلامت باید:

۱-۱) شایسته شان و منزلت انسان و با احترام به ارزش‌ها، اعتقادات فرهنگی و مذهبی باشد؛

۱-۲) بر پایه‌ی صداقت، انصاف، ادب و همراه با مهربانی باشد؛

۱-۳) فارغ از هرگونه تبعیض از جمله قومی، فرهنگی، مذهبی، نوع بیماری و جنسیتی باشد؛

۱-۴) بر اساس دانش روز باشد؛

۱-۵) مبتنی بر برتری منافع بیمار باشد؛

۱-۶) در مورد توزیع منابع سلامت مبتنی بر عدالت و اولویت‌های درمانی بیماران باشد؛

۱-۷) مبتنی بر هماهنگی ارکان مراقبت اعم از پیشگیری، تشخیص، درمان و توانبخشی باشد؛

۱-۸) به همراه تامین کلیه امکانات رفاهی پایه و ضروری و به دور از تحمیل درد و رنج و محدودیت‌های غیرضروری باشد؛

۱-۹) توجه ویژه‌ای به حقوق گروه‌های آسیب‌پذیر جامعه از جمله کودکان، زنان باردار، سالمندان، بیماران روانی، زندانیان، معلولان ذهنی و جسمی و افراد بدون سرپرست داشته باشد؛

۱-۱۰) در سریع‌ترین زمان ممکن و با احترام به وقت بیمار باشد؛

۱-۱۱) با در نظر گرفتن متغیرهایی چون زبان، سن و جنس گیرندگان خدمت باشد؛

۱-۱۲) در مراقبت‌های ضروری و فوری (اورژانس)، خدمات بدون توجه به تأمین هزینه‌ی آن صورت گیرد. در موارد غیرفوری (الکتیو) بر اساس ضوابط تعریف شده باشد؛

۱-۱۳) در مراقبت‌های ضروری و فوری (اورژانس)، در صورتی که ارائه خدمات مناسب ممکن نباشد، لازم است پس از ارائه‌ی خدمات ضروری و توضیحات لازم، زمینه انتقال بیمار به واحد مجهز فراهم گردد؛

۱-۱۴) در مراحل پایانی حیات که وضعیت بیماری غیر قابل برگشت و مرگ بیمار قریب الوقوع می‌باشد هدف حفظ آسایش وی می‌باشد. منظور از آسایش، کاهش درد و رنج بیمار، توجه به نیازهای روانی، اجتماعی، معنوی و عاطفی وی و خانواده‌اش در زمان احتضار می‌باشد. بیمار در حال احتضار حق دارد در آخرین لحظات زندگی خویش با فردی که می‌خواهد همراه گردد.

۲- اطلاعات باید به نحو مطلوب و به میزان کافی در اختیار بیمار قرار گیرد.

۲-۱) محتوای اطلاعات باید شامل موارد ذیل باشد:

۲-۲-۱) مفاد منشور حقوق بیمار در زمان پذیرش؛

۲-۲-۲) ضوابط و هزینه‌های قابل پیش‌بینی بیمارستان اعم از خدمات درمانی و غیر درمانی و ضوابط بیمه و معرفی سیستم‌های حمایتی در زمان پذیرش؛

۲-۲-۳) نام، مسؤلیت و رتبه‌ی حرفه‌ای اعضای گروه پزشکی مسئول ارائه مراقبت از جمله پزشک، پرستار و دانشجوی و ارتباط حرفه‌ای آن‌ها با یکدیگر؛

- ۴-۱-۲) روش‌های تشخیصی و درمانی و نقاط ضعف و قوت هر روش و عوارض احتمالی آن، تشخیص بیماری، پیش‌آگهی و عوارض آن و نیز کلیه‌ی اطلاعات تأثیرگذار در روند تصمیم‌گیری بیمار؛
- ۴-۱-۵) نحوه‌ی دسترسی به پزشک معالج و اعضای اصلی گروه پزشکی در طول درمان؛
- ۴-۱-۶) کلیه‌ی اقداماتی که ماهیت پژوهشی دارند.
- ۴-۱-۷) ارائه آموزش‌های ضروری برای استمرار درمان؛
- ۲-۲) نحوه‌ی ارائه اطلاعات باید به صورت ذیل باشد:
- ۴-۲-۱) اطلاعات باید در زمان مناسب و متناسب با شرایط بیمار از جمله اضطراب و درد و ویژگی‌های فردی وی از جمله زبان، تحصیلات و توان درک در اختیار وی قرار گیرد، مگر این‌که:
- تأخیر در شروع درمان به واسطه‌ی ارائه‌ی اطلاعات فوق سبب آسیب به بیمار گردد؛ (در این صورت انتقال اطلاعات پس از اقدام ضروری، در اولین زمان مناسب باید انجام شود).
- بیمار علی‌رغم اطلاع از حق دریافت اطلاعات، از این امر امتناع نماید که در این صورت باید خواست بیمار محترم شمرده شود، مگر این‌که عدم اطلاع بیمار، وی یا سایرین را در معرض خطر جدی قرار دهد؛
- ۴-۲-۲) بیمار می‌تواند به کلیه‌ی اطلاعات ثبت‌شده در پرونده‌ی بالینی خود دسترسی داشته باشد و تصویر آن را دریافت نموده و تصحیح اشتباهات مندرج در آن را درخواست نماید.
- ۳- حق انتخاب و تصمیم‌گیری آزادانه بیمار در دریافت خدمات سلامت باید محترم شمرده شود.
- ۳-۱) محدوده انتخاب و تصمیم‌گیری درباره موارد ذیل می‌باشد:
- ۳-۱-۱) انتخاب پزشک معالج و مرکز ارائه‌کننده‌ی خدمات سلامت در چارچوب ضوابط؛
- ۳-۱-۲) انتخاب و نظر خواهی از پزشک دوم به عنوان مشاور؛
- ۳-۱-۳) شرکت یا عدم شرکت در هر گونه پژوهش، با اطمینان از اینکه تصمیم‌گیری وی تأثیری در تداوم نحوه دریافت خدمات سلامت نخواهد داشت؛
- ۳-۱-۴) قبول یا رد درمان‌های پیشنهادی پس از آگاهی از عوارض احتمالی ناشی از پذیرش یا رد آن مگر در موارد خودکشی یا مواردی که امتناع از درمان شخص دیگری را در معرض خطر جدی قرار می‌دهد؛
- ۳-۱-۵) اعلام نظر قبلی بیمار در مورد اقدامات درمانی آتی در زمانی که بیمار واجد ظرفیت تصمیم‌گیری می‌باشد ثبت و به‌عنوان راهنمای اقدامات پزشکی در زمان فقدان ظرفیت تصمیم‌گیری وی با رعایت موازین قانونی مد نظر ارائه‌کنندگان خدمات سلامت و تصمیم‌گیرنده جایگزین بیمار قرار گیرد.
- ۳-۲) شرایط انتخاب و تصمیم‌گیری شامل موارد ذیل می‌باشد:
- ۳-۲-۱) انتخاب و تصمیم‌گیری بیمار باید آزادانه و آگاهانه، مبتنی بر دریافت اطلاعات کافی و جامع (مذکور در بند دوم) باشد؛
- ۳-۲-۲) پس از ارائه اطلاعات، زمان لازم و کافی به بیمار جهت تصمیم‌گیری و انتخاب داده شود.
- ۴- ارائه خدمات سلامت باید مبتنی بر احترام به حریم خصوصی بیمار (حق خلوت) و رعایت اصل رازداری باشد.
- ۴-۱) رعایت اصل رازداری راجع به کلیه‌ی اطلاعات مربوط به بیمار الزامی است مگر در مواردی که قانون آن را استثنا کرده باشد؛
- ۴-۲) در کلیه‌ی مراحل مراقبت اعم از تشخیصی و درمانی باید به حریم خصوصی بیمار احترام گذاشته شود. ضروری است بدین منظور کلیه‌ی امکانات لازم جهت تضمین حریم خصوصی بیمار فراهم گردد؛

- ۳-۴) فقط بیمار و گروه درمانی و افراد مجاز از طرف بیمار و افرادی که به حکم قانون مجاز تلقی می‌شوند میتوانند به اطلاعات دسترسی داشته باشند؛
- ۴-۴) بیمار حق دارد در مراحل تشخیصی از جمله معاینات، فرد معتمد خود را همراه داشته باشد. همراهی یکی از والدین کودک در تمام مراحل درمان حق کودک می‌باشد مگر اینکه این امر برخلاف ضرورت‌های پزشکی باشد.
- ۵-۵) دسترسی به نظام کارآمد رسیدگی به شکایات حق بیمار است.
- ۱-۵) هر بیمار حق دارد در صورت ادعای نقض حقوق خود که موضوع این منشور است، بدون اختلال در کیفیت دریافت خدمات سلامت به مقامات ذی صلاح شکایت نماید؛
- ۲-۵) بیماران حق دارند از نحوه رسیدگی و نتایج شکایت خود آگاه شوند؛
- ۳-۵) خسارت ناشی از خطای ارائه‌کنندگان خدمات سلامت باید پس از رسیدگی و اثبات مطابق مقررات در کوتاه‌ترین زمان ممکن جبران شود.
- در اجرای مفاد این منشور در صورتی که بیمار به هر دلیلی فاقد ظرفیت تصمیم‌گیری باشد، اعمال کلیه حقوق بیمار- مذکور در این منشور- بر عهده‌ی تصمیم‌گیرنده‌ی قانونی جایگزین خواهد بود. البته چنانچه تصمیم‌گیرنده‌ی جایگزین بر خلاف نظر پزشک، مانع درمان بیمار شود، پزشک می‌تواند از طریق مراجع ذیربط درخواست تجدید نظر در تصمیم‌گیری را بنماید.
- چنانچه بیماری که فاقد ظرفیت کافی برای تصمیم‌گیری است، اما میتواند در بخشی از روند درمان معقولانه تصمیم بگیرد، باید تصمیم او محترم شمرده شود.

## آیین نامه اجرایی پوشش ( Dress Code ) و اخلاق حرفه ای دانشجویان

### در محیط های آزمایشگاهی-بالینی

نحوه پوشش و رفتار تمامی خدمتگزاران در مشاغل علوم پزشکی باید به گونه ای باشد که ضمن حفظ شئون حرفه ای، زمینه را برای ارتباط مناسب و موثر حرفه ای با بیماران، همراهان بیماران، همکاران و اطرافیان در محیط های آموزشی فراهم سازد.

لذا رعایت مقررات زیر برای کلیه عزیزانی که در محیط های آموزشی بالینی و آزمایشگاهی در حال تحصیل یا ارائه خدمت هستند، اخلاقاً الزامی است.

فصل اول: لباس و نحوه پوشش

لباس دانشجویان جهت ورود به محیط های آموزشی به ویژه محیط های بالینی و آزمایشگاهی باید متحد الشکل بوده و شامل مجموعه ویژگیهای زیر باشد:

- ۱- روپوش سفید بلند در حد زانو و غیر چسبان با آستین بلند
  - ۲- روپوش باید دارای آرم دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی مربوطه باشد.
  - ۳- تمامی دکمه های روپوش باید در تمام مدت حضور در محیط های آموزشی بطور کامل بسته باشد.
  - ۴- استفاده از کارت شناسایی معتبر عکس دار حاوی( حرف اول نام، نام خانوادگی، عنوان، نام دانشکده و نام رشته) بر روی پوشش، در ناحیه سینه سمت چپ در تمام مدت حضور در محیط های آموزشی الزامی می باشد.
  - ۵- دانشجویان خانم باید تمامی سر، گردن، نواحی زیر گردن و موها را با پوشش مناسب بپوشانند.
  - ۶- شلوار باید بلند متعارف و ساده و غیر چسبان باشد استفاده از شلوارهای جین پاره و نظایر آن در شان حرف پزشکی نیست.
  - ۷- پوشیدن جوراب ساده که تمامی پا و ساق پا را بپوشاند ضروری است.
  - ۸- پوشیدن جوراب های توری و یا دارای تزیینات ممنوع است.
  - ۹- کفش باید راحت و مناسب بوده، هنگام راه رفتن صدا نداشته باشد.
  - ۱۰- روپوش، لباس و کفش باید راحت، تمیز، مرتب و در حد متعارف باشد و نباید دارای رنگهای تند و زننده نا متعارف باشد.
  - ۱۱- استفاده از نشانه های نامربوط به حرفه پزشکی و آویختن آن به روپوش، شلوار و کفش ممنوع می باشد
  - ۱۲- استفاده و در معرض دید قرار دادن هر گونه انگشتر ( به جز حلقه ازدواج)، دستبند، گردن بند و گوشواره در محیط های آموزشی ممنوع می باشد.
  - ۱۳- استفاده از دمپایی و صندل در محیط های آموزشی بجز اتاق عمل و اتاق زایمان ممنوع می باشد.
- فصل دوم: بهداشت فردی و موازین آرایش در محیط های آموزشی کشور
- ۱- وابستگان به حرف پزشکی الگوهای نظافت و بهداشت فردی هستند، لذا، بدون تردید تمیزی ظاهر و بهداشت در محیط های آموزشی علوم پزشکی از ضروریات است.

## آیین نامه اجرایی پوشش ( Dress Code ) و اخلاق حرفه ای دانشجویان در محیط های آزمایشگاهی-بالینی

۲- ناخن ها باید کوتاه و تمیز باشد آرایش ناخن ها با لاک و برچسب های ناخن در هر شکلی ممنوع است استفاده از ناخن های مصنوعی و ناخن بلند موجب افزایش شانس انتقال عفونت و احتمال آسیب به دیگران و تجهیزات پزشکی می باشد.

۳- آرایش سر و صورت به صورت غیر متعارف و دور از شئون حرفه پزشکی ممنوع می باشد.

۴- نمایان نمودن هرگونه آرایش بصورت تاتو و با استفاده از حلقه یا نگین در بینی یا هر قسمت از دستها و صورت ممنوع است.

۵- استفاده از ادوکلن و عطرها با بوی تند و حساسیت زا در محیط های آموزشی ممنوع است.

فصل سوم: موازین رفتار دانشجویان در محیط های آموزش پزشکی

۱- رعایت اصول اخلاق حرفه ای، تواضع و فروتنی در برخورد با بیماران، همراهان بیماران، استادان، دانشجویان و کارکنان الزامی است.

۲- صحبت کردن در محیط های آموزشی باید به آرامی و با ادب همراه باشد. و هرگونه ایجاد سرو و صدای بلند و یا بر زبان راندن کلمات که در شان حرفه پزشکی نیست، ممنوع است.

۳- استعمال دخانیات در کلیه زمان های حضور فرد در محیط های آموزشی، ممنوع می باشد.

۴- جویدن آدامس و نظایر آن در آزمایشگاهها، سالن کنفرانس ، راند بیماران و در حضور اساتید، کارکنان و بیماران ممنوع می باشد.

۵- در زمان حضور در کلاس ها، آزمایشگاهها و راند بیماران، تلفن همراه باید خاموش بوده و در سایر زمان ها، استفاده از آن به حد ضرورت کاهش یابد.

۶- هرگونه بحث و شوخی در مکانهای عمومی مرتبط نظیر آسانسور، کافی شاپ و رستوران ممنوع می باشد.

فصل چهارم: نظارت بر اجرا و پیگیری موارد تخلف آئین نامه

۱- نظارت بر رعایت اصول این آئین نامه در بیمارستان های آموزشی و سایر محیط های آموزشی علوم پزشکی بالینی بر عهده معاون آموزشی بیمارستان، مدیر گروه، رئیس بخش و کارشناسان آموزشی و دانشجویی واحد مربوطه می باشد.

۲- افرادی که اخلاق حرفه ای و اصول این آئین نامه را رعایت ننمایند ابتدا تذکر داده می شود و در صورت اصرار بر انجام تخلف به شورای انضباطی دانشجویان ارجاع داده می شوند.

### مقررات کار با حیوانات آزمایشگاهی

حیوانات نقش بسیار مهمی در ارتقاء و گسترش تحقیقات علوم پزشکی داشته و مبانی اخلاقی و تعالیم ادیان الهی حکم می‌کند که به رعایت حقوق آنها پایبند باشیم. بر این اساس محققین باید در پژوهش‌هایی که بر روی حیوانات انجام می‌دهند، ملزم به رعایت اصول اخلاقی مربوطه باشند، به همین علت نیز بر اساس مصوبات کمیسیون نشریات، ذکر کد کمیته اخلاق در مقالات پژوهشی ارسالی به نشریات علمی الزامی می‌باشد. ذیلاً به اصول و مقررات کار با حیوانات آزمایشگاهی اشاره می‌شود:

- ۱- فضا و ساختمان نگهداری دارای امکانات لازم برای سلامت حیوانات باشد.
- ۲- قبل از ورود حیوانات، بر اساس نوع و گونه، شرایط لازم برای نگهداری آنها فراهم باشد.
- ۳- قفس‌ها، دیوار، کف و سایر بخش‌های ساختمانی قابل شستشو و قابل ضد عفونی کردن باشند.
- ۴- در فضای بسته شرایط لازم از نظر نور، اکسیژن، رطوبت و دما فراهم شود.
- ۵- در صورت نگهداری در فضای باز، حیوان باید دارای پناهگاه باشد.
- ۶- فضا و قفس با گونه حیوان متناسب باشد.
- ۷- قفس‌ها امکان استراحت حیوان را داشته باشند.
- ۸- در حمل و نقل حیوان، شرایط حرارت و برودت، نور و هوای تنفسی از محل خرید تا محل دائم حیوان فراهم باشد.
- ۹- وسیله نقلیه حمل حیوان، دارای شرایط مناسب بوده و مجوز لازم را داشته باشد.
- ۱۰- سلامت حیوان، توسط فرد تحویل گیرنده کنترل شود.
- ۱۱- قرنطینه حیوان تازه وارد شده، رعایت گردد.
- ۱۲- حیوانات در مجاورت حیوانات شکارچی خود قرار نگیرند.
- ۱۳- قفس‌ها در معرض دید فرد مراقب باشند.
- ۱۴- امکان فرار حیوان از قفس وجود نداشته باشد.
- ۱۵- صداهای اضافی که باعث آزار حیوان می‌شوند از محیط حذف شود.
- ۱۶- امکان آسیب و جراحت حیوان در اثر جابجایی وجود نداشته باشد.
- ۱۷- بستر و محل استراحت حیوان بصورت منظم تمیز گردد.
- ۱۸- فضای نگهداری باید به طور پیوسته شستشو و ضد عفونی شود.
- ۱۹- برای تمیز کردن محیط و سالم سازی وسایل کار، از مواد ضد عفونی کننده استاندارد استفاده شود.
- ۲۰- غذا و آب مصرفی حیوان مناسب و بهداشتی باشد.
- ۲۱- تهویه و تخلیه فضولات به طور پیوسته انجام شود به نحوی که بوی آزار دهنده و امکان آلرژی زایی و انتقال بیماری به کارکنان، همچنین حیوانات آزمایشگاهی وجود نداشته باشد.
- ۲۲- فضای مناسب برای دفع اجساد و لاشه حیوانات وجود داشته باشد.
- ۲۳- فضای کافی، راحت و بهداشتی برای پرسنل اداری، تکنیسین‌ها و مراقبین وجود داشته باشد.
- ۲۴- در پژوهش‌ها از حیوانات بیمار یا دارای شرایط ویژه مثل بارداری و شیردهی استفاده نشود.
- ۲۵- قبل از هرگونه اقدام پژوهشی، فرصت لازم برای سازگاری حیوان با محیط و افراد فراهم باشد.



۲۶- کارکنان باید آموزش کار با حیوانات را دیده باشند.

### شرایط اجرای پژوهش‌های حیوانی

- ✓ گونه خاص حیوانی انتخاب شده برای آزمایش و تحقیق، مناسب باشد.
- ✓ حداقل حیوان مورد نیاز برای صحت آماری و حقیقی پژوهشی مورد استفاده قرار گیرد.
- ✓ امکان استفاده از برنامه‌های جایگزینی بهینه به جای استفاده از حیوان وجود نداشته باشد.
- ✓ در مراحل مختلف تحقیق و در روش اتلاف حیوان پس از تحقیق، حداقل آزار بکار گرفته شود.
- ✓ در کل مدت مطالعه کدهای کار با حیوانات رعایت شود.
- ✓ نتایج باید منجر به ارتقاء سطح سلامت جامعه گردد.