



دانشگاه علوم پزشکی  
و خدمات بهداشتی درمانی بوشهر



جمهوری اسلامی ایران  
وزارت بهداشت درمان و آموزش پزشکی  
دانشگاه‌های کلان منطقه پنج

## برنامه آموزشی رشته بیوشیمی – فیزیک دریایی

(مقطع دکترای تخصصی)

Core Curriculum for  
**Marine Physical Biochemistry**  
(Ph.D. course)



## تعریف

رشته بیوشیمی فیزیک، شاخه‌ای از رشته بیوشیمی است که با نظریه‌ها، تکنیک و متدلوژی‌هایی سروکار دارد که به مطالعه شیمی فیزیک مولکول‌های زیستی و عملکردشان می‌پردازد. همچنین در این شاخه، با رهیافت‌های ریاضی به آنالیز واکنش‌های بیوشیمیایی و همچنین مدل سازی سیستم‌های زیستی، می‌پردازد. این دانش، دیدی پایه‌ایی به ساختار ماکرومولکول‌های زیستی ایجاد می‌کند و در توصیف چگونگی تاثیر ساختار شیمیایی بر روی خواص فیزیکی یک مولکول بزرگ زیستی، نقش مهمی ایفا می‌نماید؛ خواصی که توصیف نسبتاً دقیقی از ساختار این مولکول‌ها در شرایط مختلف (از سطح اتمی تا سطوح تجمع‌های چندین زیرواحدی)، فراهم می‌آورند. برای اندازه‌گیری این خواص، بیوشیمی فیزیک برهم کنش مولکول‌ها را با انواع متفاوت تابش، رفتار آنها در حضور میدان‌های الکتریکی، مغناطیسی و یا گریز از مرکز و نیز برهم کنش با سایرگونه‌ها، مطالعه می‌نماید. یک متخصص در این شاخه از تکنیک‌هایی که در شاخه شیمی فیزیک جهت مطالعه سرعت واکنش‌های شیمیایی استفاده می‌شوند، روش‌هایی که در بررسی برهم کنش مولکول‌ها با انواع تابش و میدان به کار گرفته می‌شوند و همچنین محاسباتی که در تخمین خواص و تعیین ساختار مولکول‌ها مطرح شده‌اند، در بررسی‌های خود در سیستم‌های زیستی می‌تواند بهره‌گیرد.

## فلسفه (ارزش‌ها و باورها)

- تولید علم در گستره‌های علوم زیستی بخصوص در گستره دریایی
- ارتقای دانش ملی در عرصه‌های جدید
- اخلاق زیستی و زیست محیطی و توجه به کرامت انسانی
- گام زدن در مرز ناشناخته‌ها به شیوه‌های میان رشته‌ای
- گسترش زمینه نوآوری و خلاقیت در علوم زیست دریایی
- آموزش مشارکتی و فعالانه مبتنی بر پژوهش
- رهیافت سیستمی به برهم کنش‌های انسان و زیست کره
- ارتقاء سلامت عادلانه انسان‌ها
- نگاه ویژه به اقتصاد دانایی محور

- پافشاری بر انتقال و گسترش فناوری‌های برتر
- باور بر مدیریت دانش
- رشد و توسعه بر پایه توسعه پایدار

### چشم انداز (Vision)

بخش بیوشیمی فیزیک تلاش می‌کند تا به عنوان یک مدل سازمان یافته ملی در تربیت و تحصیل متخصصین حوزه علوم زیست پزشکی دریایی، افراد را جهت رقابت و نقش آفرینی در جهان فناوری محور دانش بنیان در حال تغییر، مهیا سازد. برای دستیابی به این چشم انداز، این بخش با راه اندازی رشته دکتری پژوهش محور در شاخه بیوشیمی- فیزیک دریا (marine physical biochemistry) با تلفیقی از دانش‌های بیوشیمی دریایی و جنبه فیزیکی پدیده‌های زیستی تلاش می‌نماید تا جایگاه مرجع و برتر را در منطقه غرب آسیا در علوم بیوشیمی - فیزیک مولکول‌های زیستی با منشاء دریا، کسب نماید.

### مأموریت (Mission)

برنامه دوره دکتری به نحوی طراحی شده است که دانشجویان را با پایه‌ای محکم از دانش بیوشیمی و مبانی فیزیک جهت تحقیقات میان رشته‌ای بیوشیمی فیزیک - به ویژه در بررسی ویژگی‌های بیوشیمی فیزیکی مولکول‌های زیستی با منشاء دریایی - مجهز نماید. به این منظور، بخش بیوشیمی و بیوشیمی فیزیک مؤلف است درس‌های کلیدی، سمینارها و مهم‌تر از آن برنامه‌های تحقیقاتی هدفمندی که توسط اعضای بخش (هیأت علمی مرتبط به موضوع تحقیقات) در شاخه‌های بیوشیمی ساختاری، بیوشیمی فیزیک و بیوشیمی دریا و... تنظیم می‌شود را در طول چهار نیم سال به دانشجویان ارائه دهد. اساتید راهنما و مشاور دانشجویان در طول دوره آموزش، از سال نخست تا زمانی که دانشجویان به محقق مستقلی تبدیل می‌شوند، مسئولیت مستقیم راهنمایی و هدایت دانشجویان را به عهده خواهند داشت. در طول این دوره آموزش، دانشجویان موظفند توانایی تکنیکی در رشته تخصصی، به علاوه مهارت‌های پایه‌ای حل مسئله و مشارکت در تحقیقات علوم بین رشته‌ای را کسب نمایند. این مهارت‌ها، آنها را جهت ورود به بازار کار با انعطاف پذیری قابل قبولی جهت به کار گیری در دو حوزه صنعت و دانشگاه آماده می‌نماید. در آخر یکی از مهمترین مأموریت‌های بخش و اساتید آن، انتقال ارزش‌های مناسب اخلاق در پژوهش در حوزه کار تحقیقاتی دانشجویان است.



در رشته دکتری تحقیقاتی بیوشیمی فیزیک دریا، تمرکز اصلی بر روی دو گستره است:

زیست شیمی (Chemical Biology)

کشف دارو (Drug Discovery)

این دو گستره به نوعی تعریف شده‌اند که شامل برنامه‌هایی در حوزه بیوشیمی، زیست ساختاری، بیوشیمی - فیزیک، شیمی دارویی، پایه شیمیایی بیماری‌ها و شیمی مواد طبیعی باشند. کشف دارو نه تنها در گستره کشف دارو و هدف، تمرکز دارد بلکه در توصیف و رمز گشایی مکانیسم اثر در سطح مولکولی ترکیبات طبیعی مشتق شده از منابع دریایی (که دارای خواص شناخته شده درمانی هستند) نیز وارد خواهد شد.

### اهداف رشته بیوشیمی فیزیک دریایی (Objectives)

فارغ التحصیلان این رشته قادر خواهند بود با ابزار شیمی فیزیک که در طی دروس نظری در دوره دکتری خود آموخته‌اند، بر روی مدل‌های زیستی، پدیده‌های وابسته بیوشیمیایی را مدل سازی و تفسیر نمایند. مطلوب است که دانشجویان پس از طی این دوره قادر به بکارگیری دانش دینامیک محلول‌ها، ترمودینامیک، سینتیک و طیف سنجی در حل مسایل بیوشیمیایی نظیر پیوند لیگاند با گیرنده باشند. از اهداف این رشته توانایی تفسیر و توضیح چرایی پدیده‌های زیر است:

- رابطه بین ساختار و فعالیت یک پروتئین خاص
- مکانیسم آنزیم‌ها
- تأثیر ساختار پروتئین و فعالیت آن بر روی فلزات متصل، لیگاندها و کروموفورها
- ساختار اصلی پروتئین که توسط طبیعت پیشنهاد شده است.
- روش‌های محاسباتی و هیبریدی مکانیک کوانتومی/مکانیک مولکولی در بررسی مکانیسم‌های مختلف
- تلفیق روش‌های محاسباتی و تجربی

دستیابی این اهداف، به فراهم بودن موارد زیر بستگی دارد:

- سیاستگذاران عرصه‌ها ی آکادمیک که به اهداف مذکور ایمان داشته و سرمایه گذاری‌های

نویس را پذیرا باشند

- تجهیزات و دسترسی به فناوری‌های برتر و پیشرفته برای کاربرد علوم بیوشیمی فیزیک در دو بخش محاسباتی و آزمایشگاهی
- همکاری‌های میان رشته ای
- دیدگاه و تفکر سیستمی در پیوند علوم زیست پزشکی و علوم دریایی، اقیانوس شناسی، زیست زمین شیمی، اکولوژی، فیزیولوژی، بیولوژی ملکولی، بیوانفورماتیک و رشته‌های وابسته دیگر

### حدود دوره آموزشی

چهار سال

### تاریخچه رشته بیوشیمی فیزیک دریایی

دانشمندان حوزه زیست شناسی به طور عام و بیوشیمی به طور خاص، در طول قرن گذشته، تلاش‌های بسیاری جهت تبیین رابطه بین ساختار و عملکرد مولکول‌های زیستی انجام داده‌اند تا درک بهتر چگونگی فرآیندهای بیولوژیکی فراهم شود. این تحقیقات به شکل هدفمندی در حال انجام است تا رازهای دیگر حیات یکی پس از دیگری آشکار شود. پیشرفت‌های اساسی شاخه بیوشیمی با استفاده از تکنیک‌های شیمیایی زیستی حاصل این تلاش در اواسط قرن گذشته است. به عنوان مثال، می‌توان به ابزاری‌هایی که در توسعه علم زیست شناسی مولکولی سودمند واقع شده‌اند، اشاره کرد. با این حال، در دو دهه گذشته، روش‌هایی بر پایه دانش فیزیک و رایانه به عنوان مکمل روش‌های سنتی گذشته مطرح شده‌اند. این تلفیق دانش‌ها منجر به توسعه عمده‌ای در درک پدیده‌های زیستی و ایجاد بینش در سطحی فراتر و در حد مولکول و اتم شده است و در یافتن فرآیندهای که اجازه می‌دهد چگونه یک سلول زنده از عوامل محیطی خطر ساز رها شود و زنده بماند، موثر و مهم قلمداد می‌شوند. به عنوان مثال، مدت‌ها تمرکز عمده پژوهش‌های حوزه زیست شناسی، بر روی تمایز مکانیسم‌های مرتبط با شاخه پروتئوم از ژنوم بوده است. از این رو، نیاز مبرم به مطالعه ساختارهای بسیار منحصر به فرد از مولکول‌های زیستی مانند پروتئین‌ها احساس می‌شود که به درک بیشتر و کامل نقش هر مولکول در زیست شناسی سلولی تاکید دارد.



شاید اولین مطالعات سازمان یافته در این زمینه به سالهای ۱۸۴۰ میلادی توسط گروهی در مدرسه فیزیولوژی برلین باز گردد. از افراد سرشناس این گروه می توان به هرمان وان هلمهولز، جوناس پیتر مولر، ارنست هنریخ وبر و کارل اف دابلیو لادویگ اشاره کرد. البته می توان قدیمی ترین مطالعات بیوفیزیکی را به تحقیقات فیزیکدان ایتالیایی لوییچی گالوانی بر روی بیوالکترونیک در سیستم عصبی در اواسط قرن ۱۷ میلادی نیز مرتبط دانست. با این حال جرقه تشکیل این رشته به عنوان یک زمینه مستقل تحقیقاتی از شاخه های دیگر علم، پس از انتشار کتاب "what is life?" توسط فیزیکدان آلمانی اروین شرودینگر در اوایل قرن بیستم زده شد و در سال ۱۹۵۷ دانشمندان بیوفیزیک انجمنی تحت عنوان جامعه بیوفیزیک تشکیل دادند که امروزه بیش از ۷۰۰۰ نفر عضو در دنیا دارد.

قدیمی ترین مؤسسه بیوشیمی فیزیک در مؤسسه ماکس پلانک شهر گوتینگن (Göttingen) کشور آلمان است. این مؤسسه تنها یکی از موسسات تحقیقاتی از جامعه علمی ماکس پلانک می باشد و ترکیبی از سه رشته علمی کلاسیک فیزیک، شیمی و زیست است که در سال ۱۹۷۱ تاسیس شد و تمرکز اولیه آن بر روی مسایل فیزیکی و شیمیایی بود. اما به تدریج و با گذر زمان، همگام با پیشرفت فناوری و علوم رایانه ای دستخوش تکامل شد؛ بطوری که امروزه گستره وسیعی از علوم زیستی مانند بیولوژی اعصاب، بیوشیمی و بیولوژی مولکولی را شامل می شود.

در حال حاضر در مراکز آکادمیک و تحقیقاتی دنیا، رشته بیوشیمی فیزیک به مباحث زیر چنگ انداخته است:

- بیوشیمی فیزیک نظری و محاسباتی
- زیست شناسی مولکولی
- زیست شناسی ساختاری
- دینامیک در سطوح
- طیف سنجی نوری
- سینتیک بیوشیمیایی
- حرکت مولکولی
- نانو بیوشیمی فیزیک
- بیوترمودینامیک
- کریستالوگرافی اشعه ایکس از پروتئین برای طراحی دارو و مطالعه مکانیسم کاتالیزتی و

## تکامل پروتئین

امروزه رشته بیوشیمی - فیزیک در اکثر دانشگاه‌های مطرح دنیا، به یکی از رشته‌های پر طرفدار در حوزه علوم زیستی مبدل شده است بطوریکه جایزه نوبل شیمی سال ۲۰۱۳ به سه محقق بیوشیمی - فیزیک از دانشگاه‌های کالیفرنیا جنوبی، استنفورد و هاروارد به دلیل تلاش‌های بی‌وقفه شان در توسعه روش‌های چندین مقیاسی (multi-scale) در مطالعات سیستم‌های شیمیایی پیچیده اهدا شد.

به دلیل اهمیت این شاخه و کاربرد هایش، هر ساله چندین مجله تخصصی ISI از جمله:

- Biophysical Chemistry
- Biophysical Journal
- Archives of Biochemistry and Biophysics
- Biochemical and Biophysical Research Communications
- Biochimica et Biophysica Acta
- Journal of Biochemical and Biophysical Methods
- Journal of Biochemistry, Biology and Physics
- Journal of Biochemistry, Biology and Biophysics
- Journal of Chimie Physique

دستاوردهای دانشمندان در زمینه‌های مختلف این رشته را منتشر می‌نمایند. همچنین ناشران معتبری همچون گروه Nature و انجمن شیمی آمریکا، مقاله‌های متعددی در این رشته منتشر می‌کنند که برنقش بسیار کلیدی این علم در طراحی دارو و توسعه تکنیک‌هایی در شناسایی خواص فیزیکی مولکولهای زیستی تاکید دارند.

از طرفی دیگر، دریاها به عنوان یکی از بزرگ ترین منابع ترکیبات دارویی طبیعی در سطح زمین شناخته می‌شوند. وجود ارگانوسم‌ها و موجوداتی که علی رغم سادگی ساختارشان، توانسته‌اند بر ناملایمات و شرایط اقلیمی ناپایدار دریاها و اقیانوس‌ها غلبه کنند و در طول سالیان طولانی حیات زمین، در چنین محیط پر خطری، به حیات خود ادامه دهند، منجر به یافتن راه‌های دیگری به جز محافظت‌های فیزیکی می‌گردد. ترکیبات طبیعی اولیه و ثانویه که توسط این موجودات در بستر دریاها ساخته می‌شوند، به عنوان ابزار شیمیایی محافظت و بقای چنین موجوداتی قلمداد می‌شوند از این رو، دریاها مورد توجه بسیار در گستره کشف و طراحی دارو، قرار گرفته‌اند.

رشته بیوشیمی - فیزیک دریا به عنوان یک زمینه تحقیقاتی میان رشته‌ای می‌تواند در شناسایی ماکرومولکول‌های زیستی دریایی، کشف ترکیبات با خاصیت دارویی از منشاء دریا، استفاده از تکنیک‌های



فیزیک در طراحی دارو و رمزگشایی از مکانیسم‌های مولکولی اثرات زیستی در ترکیبات طبیعی دریایی، نقش بسزایی ایفا نماید در سالهای اخیر، مطالعاتی در زمینه ترکیبات زیستی دریایی در مجلات معتبر علمی منتشر شده است که حاکی از رویکرد جدید دانشمندان این رشته، به سوی گستره مولکولهای زیستی دریایی است و رشته دکتری بیوشیمی دریایی در سالهای اخیر در چند دانشگاه دنیا از جمله دانشگاه علوم و تکنولوژی نروژ (در بخش بیوتکنولوژی) راه اندازی شده است اما با وجود پیشرفت‌های بسیار در رشته بیوشیمی - فیزیک و پتانسیل‌های موجود، هیچگونه دوره آموزشی در رشته بیوشیمی - فیزیک دریا و در سطح جهانی وجود ندارد.

### توانایی دانش آموختگان

- توانایی نشر دانش تولید یافته در زمینه بیوشیمی - فیزیک دریا در مطبوعات و رسانه‌های علوم دارویی، علوم وابسته به بیوشیمی و بیو تکنولوژی
- ارائه مشاوره‌های تخصصی به متخصصین رشته‌های دیگر، به ویژه دانشمندان علوم دارویی و آرایشی، بیوتکنولوژی و صنایع وابسته به علوم زیستی
- کسب مهارت‌های آزمایشگاهی و محاسباتی در پژوهش‌های بنیادی
- توانایی تفکر نقادانه در ترکیب و خلق داده‌های میان رشته‌ای در عرصه‌های علوم زیست پزشکی و اقیانوس شناسی
- توانایی آموزش مفاهیم بیوشیمی فیزیک در مقطع گوناگون آموزشی در رشته‌های علوم پایه و داروسازی

### راهبردهای آموزشی و پژوهشی

- ترکیبی از شیوه‌های آموزشی مبتنی بر کلاس دانشجویی (استاد محوری)
- برگزاری سمینارهای علمی بر پایه دانشجو
- یادگیری گروهی
- آموزش بر پایه رهیافت‌های میان رشته‌ای
- آموزش بر پایه تفکر نقادانه و سیستمی



- شیوه‌هایی بر پایه آزمایشگاه
- کار در گروه‌های کوچک
- کاربرد فناوری‌های جدید آموزش
- آموزش بر پایه پژوهش (Research-based)
- یادگیری به شیوه حل مسئله (PBL)
- یادگیری با پایه مشاهده در فیلدهای پژوهشی
- کار با دانشمندان گستره بیوشیمی فیزیک با محوریت دریا در قالب پروژه‌های بزرگ با کار کوچک (Small works in large jobs)
- یادگیری در قالب گردش آزمایشگاهی (Lab rotation)
- آموزش کارگاهی (Workshop-based)

### دروس نظری در سال اول و دوم دوره دکتری پژوهشی

توجه: دانشجویانی که دارای مدرک کارشناسی ارشد در شاخه‌های بیوشیمی، زیست شناسی و سلولی - مولکولی، شیمی فیزیک و زیست فناوری هستند می‌توانند جهت تحصیل در دوره دکتری پژوهشی بیوشیمی - فیزیک دریا اقدام نمایند. با توجه به رشته دوره کارشناسی ارشد و دروس گذرانده در این دوره؛ دروس پیش نیاز زیر در سال اول<sup>۱</sup> و نیم سال اول دوره دکتری ارائه می‌شود.

- ۱) سیستم‌های بیوشیمیایی - کد درس ۰۱ ( برای متقاضیان دارای مدرک شیمی فیزیک، زیست شناسی، زیست فناوری و سلولی - مولکولی)
- ۲) مدلسازی مولکولی و نظریات شیمی فیزیکی - کد درس ۰۲ (ترمودینامیک، مکانیک مولکولی و مکانیک کوانتومی) (برای متقاضیان دارای مدرک بیوشیمی، زیست شناسی، سلولی - مولکولی و زیست فناوری)

### دروس ارائه شده تا پایان سال اول و دوم دوره دکتری

#### دروس ارائه شده تا پایان سال اول دوره دکتری

- ۱) موضوع مخصوص در علوم زیست مولکولی - کد درس ۱۱ و ۲۱ (سمینارهای ۱ و ۲) - (پاییز

و بهار) (۱ واحد)

- (۲ درس فیزیک پیشرفته در علوم زیستی - کد درس ۱۲ (پاییز) (۲ واحد)  
(۳ بیوشیمی مولکول‌های زیستی دریایی - کد درس ۱۳ (پاییز) (۲ واحد)  
(۴ تکنیک‌های نوین در علوم زیست مولکولی - کد درس ۱۴ (پاییز) (۳ واحد)  
(۵ چرخش آزمایشگاهی (آزمایشگاه‌های بیوشیمی، بیوفیزیک، آزمایشگاه مجازی و آشنایی با نرم‌افزارهای محاسباتی و بیوانفورماتیک) - کد درس ۱۵ (پاییز و بهار) (۲ واحد)

### دروس ارائه شده تا پایان سال دوم دوره دکتری

- (۱ بیوشیمی پیشرفته - کد درس ۲۲ (پاییز) (۲ واحد)  
(۲ ۲-بیوشیمی فیزیک محاسباتی - کد درس ۲۳ (پاییز و بهار) (۳ واحد)  
(۳ تکنیک‌های نوین در بیوشیمی و بیوفیزیک - کد درس ۲۴ (پاییز و بهار سال ۲) (۲ واحد)  
(۴ پروپوزال جهت دریافت گرانت - کد درس ۲۵ (پاییز سال ۲)  
(۵ مدل سازی مولکولی در کامپیوتر - کد درس ۲۶ (پاییز و بهار سال ۲) (۲ واحد)  
(۶ آمادگی امتحان جامع - کد درس ۲۷ (بهار سال ۲)

\* دانشجویان موظفند در پایان هر نیم سال، در قالب یک سمینار نتایج فعالیت‌های تحقیقاتی و مطالعاتی خود را در مقابل اعضای دانشکده ارائه دهند.

\* موضوع سمینار ۱ و ۲ باید در راستای موضوع تحقیقاتی دانشجو باشد.

### سر فصل دروس پیش نیاز

❖ سیستم‌های بیوشیمیایی - کد درس ۰۱

منابع:

- 1) Lehninger Principles of Biochemistry  
by David L. Nelson and Michael M. Cox
- 2) Fundamentals of Biochemistry: Life at the Molecular Level  
by Donald Voet, Judith G. Voet, Charlotte W. Pratt



### 3) Essential Biochemistry by Charlotte W. Pratt, Kathleen Cornely

#### ▪ سرفصل‌های درس

- ۱) سلول و محیط آبی
- ۲) بیوشیمی ساختاری (نوکلئیک اسید، پروتئین و اسید آمینه، مکانیسم آنزیم‌ها و فعالیت کاتالیزوری، سینتیک آنزیم‌ها، غشاها و لیپیدها، ساختار کربوهیدرات‌ها)
- ۳) متابولیسم (خلاصه‌ای از متابولیسم، متابولیسم کربوهیدرات‌ها، چرخه سیتریک اسید، فسفریله شدن اکسیداتیو، فتوسنتز، متابولیسم چربی‌ها، متابولیسم نیتروژن، متابولیسم اسیدهای آمینه، متابولیسم نوکلئوتید و هورمون‌ها)
- ۴) ماکرومولکول‌های اطلاعاتی (سنتز و تعمیر DNA، سنتز و فرایندهای مربوط به RNA، سنتز پروتئین و تصحیحات روی آن)

#### ❖ مدل‌سازی مولکولی و نظریات شیمی فیزیکی - کد درس ۰۲

منابع:

- 1) Physical Chemistry  
by Peter Atkins , Julio de Paula
- 2) Molecular Quantum Mechanics  
by Peter Atkins, Ronald S. Friedman
- 3) Molecular Modeling: Principles and Applications  
by Andrew R. Leach
- 4) Principles of Molecular Mechanics  
by Katsunosuke Machida

#### ▪ سرفصل‌های درس

- ۱) ترمودینامیک (خواص گازها، قانون اول تا سوم ترمودینامیک، تبدیل‌های فازی ماده خالص، مخلوط‌های ساده و تعادل شیمیایی)
- ۲) ساختار (مقدمه‌ای بر نظریه فیزیک کوانتومی، نظریه کوانتومی حرکت، عملگرها، معادله شرودینگر و حل آن در سیستم‌های ساده، اتم هیدروژن و سطوح الکترونی، ساختار مولکولی، طیف‌های ارتعاشی و چرخشی، انتقالات الکترونی، رزونانس مغناطیسی هسته، برهم کنش‌های مولکولی، ماکرومولکول‌ها و خود تجمعی آنان، جامدات)

۳) تغییرات شیمیایی (حرکت مولکولی، سینتیک شیمیایی، دینامیک واکنش‌های شیمیایی، فرایندهای سطحی)

۴) مکانیک مولکولی (سطح انرژی پتانسیل، میدان‌های نیرو مکانیک مولکولی، خواص مولکولی فاز متراکم، مدل‌های مولکول در حلال، محاسبه انرژی)

## سرفصل دروس - سال اول دکتری

### ❖ فیزیک پیشرفته در علوم زیستی کد درس ۱۲

منابع:

- 1) Introduction to polymer physics  
by M. Doi,
- 2) Statistical thermodynamics of surfaces, interfaces and membranes  
by S. Safran,
- 3) Soft Condensed Matter  
by R.A.L. Jones,
- 4) Structured Fluids  
by T. Witten
- 5) Soft Matter Physics: An Introduction  
by M. Kleman, O.D. Lavrentovich
- 6) An Introduction to Systems Biology  
by U. Alon,
- 7) Mathematical Biology  
by James D. Murray
- 8) Nonlinear Dynamics and Chaos  
by Strogatz, Steven.
- 9) Stochastic processes in physics and chemistry  
by Van Kampen
- 10) Introduction to Molecular Biophysics  
by Tuszynski & Kurzynski
- 11) Biophysical Chemistry  
by Cantor & Schimmel:  
Modern Biophysical Chemistry  
by Walla



## Introduction to Protein Structure

by Brand & Tooze

### ▪ سرفصل های درس

- (۱) مواد متراکم نرم زیستی (پلیمرهای زیستی، خود تجمیعی ماکرومولکولها، کلوئیدهای زیستی)
- (۲) نوترون و الکترون
- (۳) طیف سنجی فلورسانس، ماوراء بنفش، تبدیل فوریه، طیف سنجی جذبی، رامان، پراش اشعه ایکس، رزونانس مغناطیسی هسته، پراش نور، قیچی نوری، طیف سنجی ارتعاشی و کاربرد آنها در پروتئین، نوکلئیک اسید و غشاهای زیستی
- (۴) روش های نظری: شبیه سازی دینامیک مولکولی، روش های ترکیبی مکانیک کوانتومی/ مکانیک مولکولی
- (۵) فرایند کریستال شدن و کریستالو گرافی پروتئین

### ❖ بیوشیمی مولکول های زیستی دریایی - کد درس ۱۳

منابع:

- 1) Biochemistry  
by Voet D., Voet J.,
- 2) Molecular Biochemistry and Biochemistry  
by Elliot W., Elliot D.
- 3) An introduction to Marine Biogeochemistry  
by Libes, S.M.,
- 4) Marine Chemistry  
by Horne, R.A.,
- 5) Experimental Marine Biology ,  
by: Richard Mariscal
- 6) Marine proteins and peptide: biological activities and applications  
by Se-Kown-Kim

### ▪ سرفصل های درس

- (۱) مقدمه ای بر بیوشیمی دریا
- (۲) پروتئین و پپتیدهای دریایی



- ۳) فرمون‌های دریایی، وضعیت مطالعات جامعه بیوشیمی در گستره دریا
- ۴) آلودگی در محیط‌های دریایی و اثرات فلزات سنگین بر روی چرخه و متابولیسم‌های زیستی
- ۵) ترکیبات موثر زیستی دریایی: استخراج و شناسایی
- ۶) سم‌های دریایی: شناسایی و آنالیز
- ۷) گوناگونی زیستی ترکیبات ثانویه در ارگانسیم‌های دریایی و نقش‌های شیمیایی آنها

### ❖ تکنیک‌های نوین در علوم زیست مولکولی - کد درس ۱۴

منبع:

Tools and Techniques in Bimolecular Science  
by Aysha Divan and Janice Royds

#### ▪ سرفصل‌های درس

- ۱) کلونینگ ژن
- ۲) PCR
- ۳) موتاسیون DNA
- ۴) توالی یابی DNA
- ۵) اندازه گیری برهمکنش DNA/پروتئین
- ۶) بیان پروتئین نو ترکیب
- ۷) تخلیص پروتئین
- ۸) آنتی بادی‌ها به عنوان یک ابزار تحقیقاتی
- ۹) اندازه گیری برهم کنش پروتئین - پروتئین: روش کیفی
- ۱۰) اندازه گیری برهم کنش پروتئین - پروتئین: روش کمی
- ۱۱) آنالیز ساختاری پروتئین: کریستالوگرافی اشعه X، NMR، AFM و CD
- ۱۲) طیف سنجی جرمی
- ۱۳) آنالیز پروتئوم
- ۱۴) فلوسایتومتری
- ۱۵) مدل‌های ریاضی در تحقیقات زیستی



## ۱۶) مدل‌های حیوانی در تحقیقات زیستی

### سرفصل دروس - سال دوم دکتری

#### ❖ بیوشیمی پیشرفته - کد درس ۲۲

منابع:

- 1) Protein Physics  
by Alexei Finkelstein, Oleg Ptitsyn
- 2) Introduction to Protein Structure  
by Carl Brenden and John Tooze
- 3) Structure and Mechanism in Protein Science  
by Alan Fersht
- 4) Proteins: Structure and Molecular Properties  
by Thomas Creighton

#### ▪ سرفصل‌های درس:

- ۱) نیروها بخش اول: انواع برهم کنش‌های در پروتئین (الکتروستاتیک، وان در والس، هیدروفوب، پیوند هیدروژنی)
- ۲) نیروها بخش دوم: رویکرد مکانیک آماری
- ۳) ترمودینامیک پروتئین‌ها
- ۴) فولدینگ پروتئین
- ۵) پیش بینی ساختار پروتئین
- ۶) RNA و نقش‌های آن در ایجاد پروتئین
- ۷) دینامیک پروتئین‌ها
- ۸) ویروس‌ها
- ۹) طراحی پروتئین
- ۱۰) پروتئین‌های غشایی
- ۱۱) تصحیح پروتئین‌ها
- ۱۲) زیست شیمی
- ۱۳) طراحی دارو بر اساس ساختار

## ❖ بیوشیمی فیزیک محاسباتی - کد درس ۲۳

منابع:

- 1) Principles of Physical Biochemistry  
 by K.E. van Holde, W.C. Johnson, P.S. Ho
- 2) Essentials of Computational Chemistry  
 by Christopher J. Cramer
- 3) Introduction to Computational Chemistry  
 by Frank Jensen

### ▪ سرفصل‌های درس

- (۱) مباحث پایه ایی: تعریف سیستم، معادله دینامیکی و حل آن، جداسازی متغیرها
- (۲) مکانیک کلاسیک: الگوریتم‌ها
- (۳) مکانیک کوانتومی: روش‌های هارتری فاک، نظریه تابعی چگال و روش‌های پسا هارتری فاک
- (۴) روش‌های میدان نیرو
- (۵) متدهای ساختار الکترونی: روش‌های ذره مستقل
- (۶) روش‌های همبستگی الکترونی
- (۷) روش‌های بهینه سازی انرژی: در دو سطح ماکروسکوپی و میکروسکوپی
- (۸) مکانیک آماری و روش‌های حالت گذار
- (۹) روش‌های شبیه سازی مولکولی: کد شده در نرم افزارها از مکانیک کوانتومی تا روش‌های ترکیبی
- (۱۰) روش‌های ریاضی
- (۱۱) آمار و QSAR

## ❖ تکنیک‌های نوین در بیوشیمی و بیوفیزیک - کد درس ۲۴

این درس به صورت منبع آزاد و با تمرکز به روی عناوین کلی زیر ارائه می‌شود:

- (۱) الکتروفیزیولوژی
- (۲) هیدرودینامیک



۳) میکروسکوپ و تصویر برداری

۴) مدل سازی و شبیه سازی کامپیوتری

۵) روش های تک مولکولی

۶) طیف سنجی

۷) ترمودینامیک

در این درس، تکنیک هایی که در مقالات به روز و مجلات معتبر (Q1) گزارش شده اند، مورد بررسی قرار خواهند گرفت.

### ❖ مدل سازی مولکولی در کامپیوتر - کد درس ۲۶

در این درس، دانشجو موظف است با استفاده از نرم افزارهای شیمی محاسباتی یک پروژه مدل سازی آزمایشی را در طی یک سال اجرا و نتایج آن را ارائه می دهد.

### ارزیابی دانشجو

افزون به ارزیابی پایان ترم دروس نظری و آزمایشگاهی به شیوه کتبی چند گزینه ای یا تشریحی، دانشجو موظف است:

۱- در پایان هر ترم از نیمه دوم سال تحصیلی حداقل در یک مقاله چاپ شده در مجلات علمی و پژوهشی - با محوریت موضوع مرتبط به تحقیقات خود (موضوع مخصوص، سمینار ۱، ۲ و موضوع پروپوزال) مشارکت داشته باشد. در پایان هر سال نیز حداقل در یک مقاله تحقیقاتی چاپ شده در مجلات اندکس در ISI با تمرکز بر موضوع تخصصی خود، مشارکت داشته باشد.

۲- پس از اینکه دانشجو، دروس نظری خود را در سال دوم به پایان رساند. جزییات پروپوزال ارائه شده، نتایج اولیه تحقیقات به همراه مفاهیم کلیدی دروس نظری در یک امتحان جامع شفاهی و کتبی توسط افراد متخصص بخش مربوطه و اساتید مدعو از دانشگاه های دیگر کشور، مورد ارزیابی قرار می گیرند. این امتحان در تابستان سال دوم تحصیل و پس از پایان امتحانات دروس نیمسال دوم صورت می گیرد. دانشجو موظف است که به هر کدام از اعضا کمیته یک نسخه از پروپوزال خود، به همراه مقالات چاپ شده ای که در آن مشارکت داشته است را دو هفته قبل از امتحان جامع ارائه دهد. اگر دانشجو

بتواند با نمره بالاتر از ۱۴ این امتحان شفاهی و کتبی را بگذراند مجوز ادامه دوره دکتری و ادامه تحقیقات بر روی پروپوزال خود را خواهد داشت. نکته مهم این است که دانشجو حداکثر پروپوزال خود را تا پایان نیمسال اول (پاییز) به تحصیلات تکمیلی دانشگاه و معاونت پژوهشی ارائه دهد و در نهایت پس از گذراندن امتحان جامع کتبی و شفاهی، دانشجو خواهد توانست عنوان اصلی پایان نامه و استاد راهنمای اصلی خود را انتخاب کند.

فرم امتحان جامع: مفاهیم کلیدی دروس نظری در یک امتحان کتبی مورد سوال قرار خواهند گرفت در حالیکه دفاع از پروپوزال تحقیقاتی به صورت شفاهی خواهد بود و کمیته مدعو تخصصی، دانشجو را بر اساس اصول کلی مرتبط با موضوع، مفاهیم و تکنیک‌های به کار گرفته شده و نه لزوماً حوزه اختصاصی پروپوزال مورد ارزیابی قرار خواهند داد. مقالات به چاپ رسیده نیز با توجه به بخش‌هایی که مرتبط با مشارکت دانشجو بوده‌اند مورد بررسی قرار خواهند گرفت. دانشجو قادر است که تنها دو بار در امتحان جامع شرکت نماید. حداکثر فاصله بین دو امتحان سه ماه خواهد بود. اگر به دلایلی دانشجو نتواند در امتحان دوم با فاصله سه ماه شرکت کند با توجه به نظر بخش و استاد مشاور خود می‌تواند درخواستی جهت برگزاری امتحان جامع دوم به فاصله ۶ ماه ارائه دهد تا توسط کمیته تخصصی تحصیلات تکمیلی دانشگاه مورد بررسی قرار گیرد.

۳- دفاع شفاهی از پایان نامه: دانشجو پس از ارائه حداقل یک مقاله استخراجی از پایان نامه تحقیقاتی خود در مجلات با MIF مساوی و یا بیشتر از ۳ (مجلات Q1) یا حداقل دو مقاله با MIF کمتر از ۳ در مجلات Q2، مجوز دفاع از پایان نامه در مقابل یک کمیته تخصصی که شامل افراد متخصص مرتبط با حوزه تحقیقاتی دانشجو ( درون دانشگاهی یا از دانشگاه‌های دیگر کشور) احراز می‌نماید. دانشجو موظف است که نسخه نهایی پایان نامه و مقاله استخراج شده از آن را حداقل دو هفته قبل از تاریخ دفاع به اعضای کمیته تخصصی ارائه دهد.