



دانشگاه علوم پزشکی  
و خدمات بهداشتی درمانی بوشهر



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

# برنامه آموزشی رشته توکسینولوژی دریایی (مقطع دکترای تخصصی)

Core Curriculum for  
**Marine Toxinology**  
(Ph.D. course)



## تعریف

توکسینولوژی دریایی یک گستره تخصصی علمی است که به صورت ویژه به توکسین‌های زیست‌مندان جانوری، گیاهی و میکروبی می‌پردازد و بر این اساس، شیمی و شیوه عمل توکسین‌ها را نیز در برمی‌گیرد. از این رو توکسینولوژی با بیولوژی ارگانیس‌های تولید کننده سم یا زهر، ساختار و عملکرد دستگاه زهری و نیز کاربرد زهر یا سم و نقش اکولوژیک این ترکیبات سروکار دارد. این شاخه از علم را می‌توان به صورت دانش مواد توکسیک که توسط ارگانیس‌های زنده تولید و انباشت می‌شوند و نیز خصوصیات آنها و اهمیت بیولوژیک این مواد برای ارگانیس‌مربوطه، تعریف نمود. از سوی دیگر از آنجا که این شاخه از علم ترکیب بیوشیمیایی، ژنومیکس و پروتئومیکس توکسین‌ها و ونوم‌ها را در برهم‌کنش با اشکال زندگی (به ویژه انسان)، توسعه ضد سم‌ها و پتانسیل‌های فارماکولوژیک مورد مطالعه قرار می‌دهد، پیوند بسیار ژرفی با بیوشیمی، بیولوژی ملکولی، آناتومی و فارماکولوژی از خود نشان می‌دهد. زیرشاخه توکسینولوژی، توکسینولوژی بالینی است که به درک و مدیریت اثرات پزشکی توکسین‌ها بر انسان می‌پردازد.

## فلسفه (ارزش‌ها و باورها)

- کسب تعالی در پژوهشی‌های پایه در گستره دریا
- ارتقای دانش ملی در عرصه‌های نوین و فناوری‌های برتر
- تشویق پژوهشگران جوان ایرانی
- تشویق و توسعه پژوهش‌های میدانی در گستره علوم دریایی
- توسعه و ارتقاء استانداردهای پژوهش در گستره توکسینولوژی دریایی
- اخلاق در پژوهش و توجه به کرامت انسانی و حقوق زیست‌مندان
- ارتقاء و تبادل دانش بومی و ملی در گستره جهانی
- مشارکت در تولید دانش و ایده در سطح بین‌المللی
- ارتقاء سلامت عادلانه انسان‌ها
- ارتقاء رهیافت‌های ژنومیک، پروتئومیک، ترانس کریپتومیک
- نگاه سیستمی در زنجیره علت و معلولی

- پیوند علوم پایه با علوم کاربردی به ویژه در گستره دارویی
- آموزش مشارکتی و فعالانه به شیوه مبتنی بر پژوهش
- فراهم آوردن زمینه‌های خلاقیت، جستجوگری و ابداعات در دانش توکسینولوژی دریایی

### چشم انداز (Vision)

ما در ۱۰ سال آینده با توجه به رشد زیرساخت‌های موجود از نظر استانداردهای جهانی در گستره آموزش، تولید علم و انجام پژوهش‌های بالینی، پایه ونومیکس از کشورهای مطرح در حوزه خلیج فارس خواهیم شد.

### مأموریت (Mission)

تربیت پژوهشگر و نیروی متخصص PhD در دانش توکسینولوژی دریایی به گونه‌ای که دانش آموختگان این شاخه دانش بتوانند ضمن شناخت بیولوژیک و بیوشیمیایی توکسین‌های دریایی با کاربرد فناوری‌های برتر و به روز، به رهیافتی یکپارچه با ترکیب داده‌های ژنومیک، پروتئومیک و ترانس کریپتومیک (که به ونومیکس Venomics معروف است) دست یابند و از این طریق بتوانند مسیر دستیابی به درمان‌های نوین، محصولات با ارزش افزوده و داروهای جدید را گشایش نمایند. همچنین دانش آموختگان این رشته خواهند توانست ضمن پیشرفت علمی کشور همسنگ با کشورهای درحال توسعه، نسبت به گسترش دانش توکسینولوژی بالینی دریایی نیز اهتمام ورزند.

### اهداف رشته توکسینولوژی دریایی (Objectives)

- ۱) توسعه دانش مرزکن توکسینولوژی دریایی با انجام پژوهش‌های پایه، کاربردی و بالینی
- ۲) شناخت توکسین‌های زیست‌مندان دریایی خلیج فارس و دریایی عمان
- ۳) کاربرد فناوری‌های برتر برای آنالیز با توان عملیاتی بالا ونومها High-throughput analysis
- ۴) رهیافتی یکپارچه (integrated approach) به ونومها با ترکیب داده‌های ژنومیک، پروتئومیک و ترانس کریپتومیک (ونومیکس)
- ۵) توسعه و ارتقاء دانش توکسینولوژی (clinical toxicology)
- ۶) کشف طراحی و تولید داروهای جدید از بسته‌های ونومی و یا توکسینی با منشاء دریا



۷) تربیت نیروی پژوهش و آموزش در سطح دانشگاه‌های کشور

۸) ایجاد محیطی رقابتی و میان رشته‌ای برای گسترش دانش مرز شکن و نومیکس با استانداردهای جهانی

۹) ساخت پادزهرهای ویژه بر علیه توکسین‌ها و ونوم‌هایی با منشاء دریا

### دستیابی این اهداف، به فراهم بودن مواد زیر بستگی دارد:

۱) بستر لازم برای پژوهش‌های بیولوژی دریایی و کاوش‌های زیر سطحی در آب‌های خلیج فارس،

دریای عمان و اقیانوس هند

۲) تجهیزات و ابزارهای نسل جدید توالی یابی (Next-generation)، اسپکتروسکوپی جرمی،

سنتر شیمیایی پیتیدی و تولید پیتیدهای نو ترکیب جهت آنالیز با توان عملیاتی بالا high-

throughput

۳) متخصصین پروتئومیکس و ژنومیکس کارآزموده تا بتوانند بیولوژی ملکولی را با پژوهش‌های

بیوشیمیایی و فارماکولوژیک پیوند دهند.

### طول دورهٔ آموزشی

چهار سال

### تاریخچه و سیر تکاملی توکسینولوژی دریایی

جامعهٔ جهانی توکسینولوژی International Society Of Toxicology در سال ۱۹۶۲ توسط

گروهی از دانشمندان و به ویژه در حوزه بالینی جهت توسعهٔ دانش توکسینولوژی بنیان یافت و اولین

گردهمایی آن در اتلانتیک سیتی آمریکا در سال ۱۹۶۲ برگزار گردید و ژورنال رسمی آن با عنوان

Toxicon در سال ۱۹۶۳ به چاپ رسید. هدف این جامعه ضمن نامگذاری کلاسیک و رسمی توکسین‌های

شناخته شده، توسعهٔ دانش توکسینولوژی بالینی بوده است تا بتواند از این طریق از آسیب‌ها و صدمات

پزشکی در نتیجهٔ گزش‌ها، به ویژه مارگزیدگی جلوگیری کند یا آمار صدمات را کاهش دهد.

تعدادی از کشورها نیز جوامع توکسینولوژی ملی خود را تاسیس نمودند و گردهمایی‌هایی در سطح

ملی سامان دهی کردند. گردهمایی بین المللی نیز هر ۳ سال برگزار می‌شود و همایش‌های موضوعی

منطقه‌ای نیز در بین این فواصل برنامه ریزی می‌شود. افزون بر ژورنال توکسیکون، تعدادی دیگر ژورنال در سطح برجسته جهانی در مورد توکسین‌ها به چاپ می‌رسد.

اخیراً پروژه ونومیکس (Venomics) که یک پروژه چهار ساله اروپایی است توسط کمیسیون اروپا بنیان گذاشته شده است که توسط یک کنسرسیوم از ۸ شریک صنعتی و آکادمیک از پنج کشور دانمارک، پرتغال، اسپانیا، بلژیک و فرانسه با بودجه شش میلیون یورویی در دست اجراست. هدف مرکزی پروژه آثارسازی ترکیبات با منشاء ونوم‌های جانوری برای توسعه داروها و شیوه‌های درمانی جدید است. در این پروژه، از پتانسیل ملکولی ونوم‌ها در یک مقیاس مناسب در اندازه منابع استفاده می‌شود و در حقیقت انجام این پروژه خود یک تغییر پارادایمی در ابزارهای آنالیز است.

زیرا ترکیبی از فناوری‌های امیکس را به کار می‌برد. از آنجا که ۱۷۳ هزار گونه جانوری زهری وجود دارد پیش بینی می‌شود که با منبعی از ۴۰ میلیون پیتید با پتانسیل دارویی روبرو باشیم. این درحالی است که هم اکنون فقط ۳ هزار الی ۴ هزار توکسین توصیف شده‌اند.

با وجود این پتانسیل‌ها، متأسفانه هنوز برنامه جامع برای آموزش توکسینولوژی در سطح جهانی توصیف نشده است و آموزش آن به دوره‌های کوتاه مدت محدود گردیده است که در پژوهشگاه بیماری‌های گرمسیری سوئیس، انیستیتو بوتانتان برزیل، یک دوره کوتاه در پاریس و دوره‌ای ۶ روزه در آدلاید استرالیا ارائه می‌شوند و هرچند که دوره کارشناسی ارشد و دکتری آن در برزیل طراحی گردیده است ولی اطلاعاتی در مورد این دوره‌ها وجود ندارد.

از این بدتر آنکه هیچگونه دوره آموزش برای توکسینولوژی بالینی به استثنای دوره ۶ روزه آدلاید استرالیا، در سطح جهانی وجود ندارد و این درحالی است که وجود یک رشته تخصصی Subspecialty در گستره توکسینولوژی بالینی به شدت احساس می‌شود. هرچند در دوره‌های ذکر شده کوتاه آموزش توکسینولوژی به جانوران دریایی سمی نیز اشاره می‌شود ولی تاکنون در هیچ نقطه دنیا رشته‌ای با عنوان توکسینولوژی دریایی به صورت مستقل وجود ندارد و این درحالی است که جامعه جهانی در نشست‌های گوناگون علمی و در مقالات ژورنال‌های مربوطه به لزوم تدوین این رشته تخصصی اشاره کرده‌اند. در شماره جدید مجله توکسیکون در سال ۲۰۱۳ (۱۳۵۲-۱۳۴۳؛ ۵) به دلیل تغییرات آب و هوایی جهانی و رخدادهای مسمومیت با غذاهای دریایی، زهری شدن با گزش جانوران دریایی و شکوفایی میکروارگانیسم‌های خطرآفرین دریا اشاره شده است که چالش‌های فراوانی را در برابر جامعه جهانی قرار خواهند داد و از این رو به رشته توکسینولوژی دریایی بالینی نیاز روز افزونی احساس می‌شود. تاکنون



پژوهش‌های پایه و بالینی در گستره توکسینولوژی دریایی به جانوران زهرآگین خاصی محدود گردیده است که بیشترین آسیب‌ها را برای انسان ایجاد می‌کنند. تعداد انگشت شماری کتاب پیرامون این جانوران در سطح جهانی به ویژه در آمریکا، برزیل و استرالیا نگارش یافته‌اند و خوشبختانه پژوهش‌هایی همسنگ با این ادبیات پزشکی جهانی نیز از سال ۱۳۸۵ در دانشگاه علوم پزشکی بوشهر انجام گردیده است که حاصل آن چاپ دو کتاب پزشکی دریایی و جانوران زهرآگین خلیج فارس می‌باشد که به زوایای توکسینولوژیک و بالینی نرمتنان و جانوران زهرآگین خلیج فارس پرداخته شده است.

## مهارت و وظایف دانش آموختگان

- ۱) توانایی آموزش مفاهیم توکسینولوژی در مقاطع گوناگون آموزشی در رشته‌های پزشکی و پیراپزشکی و علوم پایه
- ۲) توانایی نشر علم تولید یافته در مطبوعات در شاخه‌های پزشکی
- ۳) رهبری و انجام پژوهش‌های بنیادی و کاربردی در دانشگاه‌ها و مراکز آموزش عالی و پارک علم و فناوری و صنعت دارویی
- ۴) کسب مهارت‌های آزمایشگاهی، انفورماتیک و بالینی در زمینه توکسینولوژی
- ۵) توانایی یکپارچه‌سازی داده‌های ژنومیک، ترانس کریپتومیک و ژنومیک (ونومیکس)
- ۶) مهارت به کارگیری فناوری‌های برتر جهت پژوهش‌های ونومیکس
- ۷) ساخت و طراحی پادزهرها بر علیه ونوم جانوران زهرآگین دریایی
- ۸) مهارت تفکر نقادانه و یکپارچه سازی داده‌های بزرگ برای تولید دانش Big Data to Knowledge
- ۹) شناخت اکولوژیک اکوسیستم‌های دریایی و تغییرات زیست محیطی
- ۱۰) یافت شیوه رهیافت سیستمی در آنالیز داده‌ها
- ۱۱) آشنایی با آنالیز سیستم‌های پیچیده
- ۱۲) آشنایی با رهیافت میان رشته‌ای
- ۱۳) قدرت تحلیل مکانیستیک ونوم‌ها براساس مدل‌های پیچیده حاکم بر بیولوژی سیستمی با ابزارهای بیوانفورماتیک
- ۱۴) توانایی ادراک مکانیسم‌های آسیب زایی و ترمیم پس از ورود سموم و توکسین‌های دریایی

- ۱۵) توانایی آنالیز داده‌های ملکولی، متآنالیز و بررسی سیستماتیک
- ۱۶) کمک به متخصصین بالینی برای شناخت پاتوفیزیولوژیک و ونوم‌ها
- ۱۷) طراحی و تولید داروهای جدید با منشاء توکسین‌های دریایی جهت رویارویی با بیماری‌های دشوار درمان

### درآمدهای مورد انتظار

از دانش آموختگان رشته میکروبیولوژی دریایی موارد ذیل انتظار می‌رود:

- انجام پژوهش‌ها و مطالعات بر روی زیست‌مندان دریایی زهر آگین
- انجام پژوهش‌های ونومیکس
- ترکیب رهیافت‌های فنوارانه مرز شکن جهت آشکارسازی تنوع ونومی
- به کارگیری آنالیز با توان عملیاتی بالا high throughput جهت ایجاد پارادایم جدید در کشف داروهای نوین بر پایه ونوم venom-based drug discovery
- تشکیل بانک زیستی از ونوم‌های دریایی جهت سکوی کشف دارو drug discovery platform
- ساخت پادزرها بر علیه جانوران زهر آگین
- تدوین دستورالعمل‌ها بالینی (guidelines) جهت تشخیص درمان آسیب‌های جانوران زهر آگین

### نقش دانش آموختگان

دانش آموختگان رشته توکسینولوژی دریایی در سطح پژوهش‌های بنیادی در ساختار و عملکرد توکسین‌های دریایی تلاش نموده و با مدد فناوری‌های برتر و دانش‌های امیکس به طراحی پادزرها و داروهای نوین اهتمام ورزیده و در تشخیص و درمان آسیب با زیست‌مندان زهر آگین دریایی به یاری متخصصین بالینی اقدام نموده و در گسترش دانش توکسینولوژی دریایی در سطح بین‌المللی با انجام فعالیت‌های آموزشی و انتشار دانش تولیدی تلاش می‌نمایند.



## راهنمای آموزشی و پژوهشی

- ۱) ترکیبی از شیوه‌های آموزشی مبتنی بر کلاس دانشجو یا (استاد محوری)
- ۲) برگزاری سمینارهای علمی بر پایه دانشجو
- ۳) یادگیری گروهی
- ۴) آموزش بر پایه رهیافت‌های میان رشته‌ای
- ۵) آموزش بر پایه آزمایشگاه
- ۶) شیوه‌های بر پایه آزمایشگاه
- ۷) ترکیبی از میدان‌های پژوهشی در عرصه‌های اکوسیستم‌های دریایی Ecosystem-based
- ۸) آموزش بر پایه رویکردهای مبتنی بر شواهد Evidence-based
- ۹) مشاوره با هم‌تایان
- ۱۰) کار در گروه‌های کوچک
- ۱۱) کار در شرایط سخت آب و هوایی
- ۱۲) آموزش بر پایه بیوانفورماتیک
- ۱۳) کاربرد فناوری‌های جدید آموزشی
- ۱۴) آموزش بر پایه پژوهشی Research-based
- ۱۵) یادگیری به شیوه حل مسئله PB
- ۱۶) یادگیری با پایه مشاهده در فیلدهای بالینی



مدت	محتوا	عرصه آموزش	ردیف
سال اول تا نیمه اول سال دوم	دروس نظری در زمینهٔ بیولوژی ملکولی، ژنتیک مولکولی، بیولوژی سیستمی، آمار زیستی و اپیدمیولوژی پیشرفته، بیولوژی دریایی	دانشکدهٔ پزشکی مراکز تحقیقاتی	۱
سال اول تا نیمه دوم سال دوم	دروس نظری و سمینارهای علمی پیرامون جانوران زهرآگین دریایی، توکسینولوژی بالینی دریایی مدیریت پروژه و سازماندهی پژوهش، مستندسازی و گزارش نویسی	مرکز تحقیقات زیست فناوری دریایی	۲
سال اول و دوم	کارگاه‌های روش تحقیق، مقاله نویسی علمی پیشرفته، کارآزمایی‌های بالینی اخلاق در پژوهش، متآنالیز و بررسی سیستماتیک	مراکز توسعه آموزش پزشکی	۳
سال اول تا چهارم	آشنایی با تدوین، اجرا و آنالیز داده‌های پروژه‌های تحقیقاتی	مراکز تحقیقاتی	۴
سال سوم و چهارم	آشنایی با روش‌های بیولوژی ملکولی و شیوه‌های ژنومیک، پروتئومیک و ونومیکس	مرکز تحقیقات زیست فناوری دریایی	۵
سال اول تا چهارم	مشاهدهٔ سیر بالینی آسیب با جانوران زهرآگین	بیمارستان	۶
سال سوم و چهارم	آشنایی با شیوه‌های نمونه برداری از زیست‌مندان دریایی و شناخت اکوسیستم‌های دریایی و نیز مبانی غواصی	دریا	۷
سال دوم تا چهارم	فارماکولوژی پیشرفته، آشنایی با تکنیک‌های کشت سلول و حیوانات آزمایشگاهی، شیمی تجربه دستگاهی پیشرفته، ونومیکس مقدماتی و پیشرفته، بیوانفورماتیک	آزمایشگاه مرکز تحقیقات زیست فناوری و آزمایشگاه مرکزی دانشگاه	۸

### ارزیابی دانشجو

افزون به ارزیابی پایان هر ترم دروس نظری و آزمایشگاهی (ملکولی - ژنتیکی و شیمی تجزیه و ونومیکس) به شیوهٔ کتبی چند گزینه‌ای یا تشریحی، دانشجو موظف است:

در پایان هر ترم از نیمهٔ دوم سال تحصیلی حداقل در یک مقاله چاپ شده و در مجلات علمی و پژوهشی مشارکت داشته باشد. در پایان هر سال نیز حداقل در یک مقالهٔ تحقیقاتی چاپ شده در مجلات اندکس در ISI مشارکت داشته باشد. حداقل یک مقالهٔ استخراجی از پایان نامهٔ تحقیقاتی خود را در مجلات با IF مساوی و یا بیشتر از ۳ به چاپ برساند.