



جمهوری اسلامی ایران

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری

شورای عالی برنامه ریزی آموزشی

برنامه درسی

رشته اقیانوس شناسی فیزیکی

دوره کارشناسی ارشد ناپوسته

گروه علوم پایه



به استناد آیین نامه واکذاری اختیارات برنامه ریزی درسی مصوب جلسه شماره ۸۸۲ تاریخ ۱۳۹۵/۱۱/۲۳ شورای عالی

برنامه ریزی آموزشی

نام رشته: اقیانوس شناسی فیزیکی

گروه: علوم پایه

دوره تحصیلی: کارشناسی ارشد ناپیوسته

کارگروه تخصصی: -

نوع مصوبه: بازنگری

پیشنهادی دانشگاه: تهران

به استناد آیین نامه واگذاری اختیارات برنامه ریزی درسی مصوب جلسه شماره ۸۸۲ تاریخ ۱۳۹۵/۱۱/۲۳ شورای عالی برنامه ریزی آموزشی، برنامه درسی بازنگری شده دوره کارشناسی ارشد ناپیوسته اقیانوس شناسی فیزیکی طی نامه شماره ۱۳۳/۲۳۰۲۰۷ تاریخ ۱۳۹۶/۰۸/۰۶ از دانشگاه تهران دریافت شد:

ماده یک- این برنامه درسی برای دانشجویانی که از مهر ماه سال ۱۳۹۸ وارد دانشگاه می شوند، قابل اجرا است.

ماده دو- برنامه درسی بازنگری شده دوره کارشناسی ارشد ناپیوسته اقیانوس شناسی فیزیکی در سه فصل: مشخصات کلی، جدول واحدهای درسی و سرفصل دروس تنظیم شده است و برای اجرا به دانشگاه ها ابلاغ می شود.

ماده سه- این برنامه درسی از تاریخ تصویب به مدت ۵ سال قابل اجرا بوده و پس از آن نیاز به بازنگری دارد.

دکتر محمدرضا آهنچیان

دبیر کمیسیون برنامه ریزی آموزشی





دانشگاه تهران

مشخصات کلی، برنامه درسی و سرفصل دروس

دوره : کارشناسی ارشد

رشته : اقیانوس شناسی فیزیکی

موسسه ژئوفیزیک

مصوب جلسه مورخ ۹۶/۴/۲۵ شورای برنامه ریزی، گسترش و نظارت آموزشی دانشگاه

این برنامه بر اساس آیین نامه وزارتی تفویض اختیارات برنامه ریزی درسی به دانشگاههای دارای هیات ممیزه توسط اعضای هیات علمی گروه فیزیک فضا موسسه ژئوفیزیک بازنگری شده و در سیصد و بیست و ششمین جلسه شورای برنامه ریزی، گسترش و نظارت آموزشی دانشگاه مورخ ۹۶/۴/۲۵ به تصویب رسیده است.



مصوبه شورای برنامه ریزی، گسترش و نظارت آموزشی دانشگاه تهران در خصوص برنامه درسی

رشته، اقیانوس شناسی فیزیکی

مقطع : کارشناسی ارشد

برنامه درسی دوره کارشناسی ارشد رشته اقیانوس شناسی فیزیکی که توسط اعضای هیات علمی گروه فیزیک فضا موسسه ژئوفیزیک بازنگری شده است با اکثریت آراء به تصویب رسید.

- این برنامه از تاریخ تصویب لازم الاجرا است.
- برنامه درسی بازنگری شده کارشناسی ارشد رشته اقیانوس شناسی فیزیکی از تاریخ ۹۶/۴/۲۵ جایگزین برنامه درسی دوره کارشناسی ارشد رشته اقیانوس شناسی فیزیکی مصوب جلسه مورخ ۸۸/۳/۲۱ شورای برنامه ریزی آموزش عالی می شود.
- هر نوع تغییر در برنامه مجاز نیست مگر آنکه به تصویب شورای برنامه ریزی، گسترش و نظارت آموزشی دانشگاه برسد.

دبیر شورای برنامه ریزی آموزش دانشگاه
رشته شمیرانی

سید حسین حسینی
معاون آموزشی دانشگاه

رای صادره جلسه مورخ ۹۶/۴/۲۵ شورای برنامه ریزی، گسترش و نظارت آموزشی دانشگاه در مورد بازنگری برنامه درسی رشته اقیانوس شناسی فیزیکی در مقطع کارشناسی ارشد صحیح است، به واحد ذیربط ابلاغ شود.

محمود نیلی احمد آبادی
رئیس دانشگاه تهران



مشخصات کلی برنامه درسی رشته اقیانوس‌شناسی فیزیکی

در مقطع کارشناسی ارشد

Physical oceanography

تعریف رشته

اقیانوس‌شناسی از علوم مختلف نظیر فیزیک دریا، شیمی دریا، زمین‌شناسی دریا، زیست‌شناسی دریا و آلودگی دریا تشکیل می‌شود. فیزیک دریا شاخه‌ای از اقیانوس‌شناسی است که به کاربرد علم فیزیک در شناخت پدیده‌های اقیانوسی می‌پردازد. اقیانوس‌ها و دریاها از مؤلفه‌های اصلی سامانه زمین و سامانه اقلیم هستند که بخش اعظم سطح زمین را در بر گرفته و منبع عمده حیات بر روی سطح زمین به شمار می‌روند. علیرغم پیشرفت‌های صورت گرفته، هنوز دانش بشری از بخش‌های مهمی از اقیانوس ناکافی است. به‌رحال شناخت حداکثری و در حد توان از شرایط اقیانوس‌ها به کمک ابزار در دسترس شامل تجهیزات سنجش‌ازدور، تجهیزات اندازه‌گیری مستقیم پیشرفته و با توزیع مناسب در سطح اقیانوس‌ها و همچنین مدل‌های محاسباتی، می‌تواند کمک قابل توجهی در تعامل مستقیم و غیرمستقیم بشر با تغییرات شرایط اقیانوس‌ها و آثار آن بر زندگی بشر داشته باشد.

سابقه طولانی گروه فیزیک فضای مؤسسه ژئوفیزیک در ارائه رشته هواشناسی در مقطع کارشناسی ارشد و دکتری، ارتباط تنگاتنگ بین رشته‌های هواشناسی و رشته فیزیک دریا و نیازهای گوناگون کشور به این دو رشته، تأسیس و توسعه فعالیت‌های آموزشی و پژوهشی در زمینه فیزیک دریا را تبدیل به امری ضروری کرده است. در این راستا، سابقه فعالیت‌های آموزشی و پژوهشی چند تن از اعضای هیئت‌علمی باسابقه گروه فیزیک دریا در زمینه فیزیک دریا و همچنین جذب همکاران هیئت‌علمی جدید مرتبط با این رشته و علوم دریایی، زمینه‌ساز پیگیری برای دایر نمودن رشته فیزیک دریا در مؤسسه ژئوفیزیک گردید. از دیگر عواملی که ضرورت راه‌اندازی این رشته در مؤسسه ژئوفیزیک دانشگاه تهران را دوچندان نموده و تحقق این موضوع را تسهیل می‌نماید، امکان همکاری میان رشته‌ای با دیگر واحدهای دانشگاه تهران و به‌طور کلی استفاده از امکانات آموزشی و پژوهشی گسترده و بی‌نظیر دانشگاه تهران در سطح کشور است. بر اساس مطالب فوق، تأسیس رشته فیزیک دریا در تاریخ اردیبهشت‌ماه ۹۳ مورد تصویب وزارت علوم، تحقیقات و فناوری قرار گرفت و مؤسسه ژئوفیزیک از سال تحصیلی ۹۴-۱۳۹۳ مبادرت به پذیرش دانشجوی در مقطع کارشناسی ارشد فیزیک دریا نمود. در حال حاضر دانشجویان سومین دوره رشته فیزیک دریا مشغول به تحصیل بوده و دانشجویان اولین دوره در حال فارغ‌التحصیلی هستند.

در ارتباط با برنامه‌ریزی درسی رشته فیزیک دریا، کمیته تحصیلات تکمیلی گروه فیزیک فضای مؤسسه

ژئوفیزیک دانشگاه تهران با استناد به آئین‌نامه شماره ۱۰۸۹/و مورخ ۷۹/۲/۱۰ وزارت علوم، تحقیقات و



فناوری مبنی بر تفویض اختیار برنامه‌ریزی درسی به دانشگاه‌های دارای هیئت ممیزه، برای اولین بار نسبت به تدوین برنامه و سرفصل دروس کارشناسی ارشد فیزیک دریا اقدام نمود که در تاریخ ۱۳۸۹/۱۰/۸ به تصویب رسید.

با توجه به گذشت بیش از ۵ سال از تدوین اولین برنامه و سرفصل دروس رشته فیزیک دریا و هم-چنین تجارب به‌دست‌آمده در طی سه دوره آموزشی، پس از بررسی جامع، برنامه دروس این رشته توسط اعضای هیئت‌علمی مرتبط در گروه فیزیک فضا مورد بازنگری قرار گرفت. برنامه آموزشی بازنگری شده برای دوره کارشناسی ارشد فیزیک دریا شامل مشخصات کلی، جداول دروس همراه با سرفصل‌های دروس الزامی و اختیاری و ترجمه سرفصل دروس به زبان انگلیسی است که در جلسه مورخ ۲ آذر ۹۵ کمیته تحصیلات تکمیلی گروه فیزیک فضا پس از بررسی نهایی به تصویب رسید.

هدف رشته

هدف آن است که بر اساس این برنامه، دانش‌آموختگان فیزیک دریا قادر باشند علاوه بر آمادگی برای تحصیلات در مقطع دکتری، با کسب مهارت‌های علمی و عملی لازم و استفاده از تجارب و مطالعات موجود در این زمینه برای حل مسائل مرتبط با فیزیک دریا به پژوهش و مطالعه بپردازند. نتایج این پژوهش‌ها کاربردهای مهمی در پیش‌بینی و شناخت وضع موجود امواج دریا و جزرومد، جریان‌های دریایی و گردش ترموهالین، فرآیندهای ساحلی (شامل تعامل موج و جریان و رسوب در ساحل) برای استفاده در طراحی سازه‌های آبی، شناسایی و کاربرد منابع انرژی دریا و دیگر موارد گوناگون دارد.

ضرورت و اهمیت رشته

امروزه، با توجه به کاهش روزافزون ذخایر مناطق خشکی نیاز بشر به محیط‌های دریایی روز به روز در حال افزایش است. کشور ایران دارای مرزهای آبی قابل‌ملاحظه‌ای در شمال و جنوب است که فعالیت‌های دریایی را برای توسعه و برقراری امنیت کشور تبدیل به امری ضروری کرده است. فعالیت در محیط‌های دریایی برای استفاده از منابع آبی و امور ترابری و دفاعی نیاز به بهره‌گیری از دانش فیزیک دریا دارد. شناخت فیزیکی عمیق از پدیده‌های دریا و کاربست نتایج تحقیقات در زمینه فیزیک دریا برای رفع تنگنای فعالیت‌های صنعتی و غیرصنعتی دریایی، امروزه بسیار مهم و ضروری به نظر می‌رسد. از جنبه زیست‌محیطی، دریاها و اقیانوس‌ها سهم مهمی در تعیین وضعیت آب‌وهوا و اقلیم مناطق مختلف زمین دارند. بنابراین توسعه شناخت ما از جو، اقلیم و تغییرات آن مستلزم توسعه دانش ما از فیزیک دریا است. در حال حاضر، مدل‌های جفت‌شده جو-اقیانوس از پیشرفته‌ترین ابزارها برای مطالعه



اقلیم و تغییرات آن هستند. با توجه به موارد ذکر شده، وجود دوره کارشناسی ارشد فیزیک دریا اهمیت بسیاری دارد.

نقش و توانایی دانش آموختگان

دانش آموختگان دوره کارشناسی ارشد فیزیک دریا می‌توانند در مراکز پژوهشی و یا نهادهای مختلف نظیر کشتیرانی، بنادر و دریانوردی، سازمان هواشناسی، محیط‌زیست، شیلات، وزارت راه و ترابری، جهاد کشاورزی، دفاع و شرکت‌های خدمات مهندسیین مشاور فعالیت کنند. توانایی این فارغ‌التحصیلان شامل فعالیت‌های آموزشی، همکاری در انجام کارهای تحقیقاتی مربوط به فیزیک دریا، هواشناسی دریایی، سواحل، برهمکنش جو و اقیانوس و انتشار مقالات و کتب در این زمینه‌ها می‌باشد. همچنین این افراد می‌توانند در زمینه‌های مدل‌سازی فیزیکی و عددی برای پیش‌بینی و یا بازتولید پدیده‌های دریایی، تفسیر مشاهدات میدانی و تصاویر ماهواره‌ای محیط‌های دریایی، امور ترابری دریایی، شیلات، طرح‌های صنعتی محیط‌های دریایی و آلودگی محیط‌های دریایی فعالیت کنند.

طول دوره و شکل نظام آموزشی

بر اساس آیین‌نامه آموزشی دوره کارشناسی ارشد ناپیوسته، حداکثر مدت تحصیل در این دوره دو و نیم سال است که زمان لازم برای گذراندن کلیه دروس، سمینار، انجام و دفاع پایان‌نامه را در برمی‌گیرد. در این دوره، هر سال تحصیلی شامل دو نیمسال و هر نیمسال ۱۶ هفته کامل آموزشی است. نظام آموزشی این دوره واحدی است که برای هر واحد درس نظری در هر نیمسال ۱۶ ساعت آموزش و برای هر واحد درس عملی ۳۲ ساعت کار عملی در نظر گرفته شده است. دوره کارشناسی ارشد فیزیک دریا با احتساب سمینار و پایان‌نامه در مجموع شامل ۳۲ واحد است.

دلایل توجیهی مبنی بر عدم رعایت تناسب تعداد واحدهای تخصصی و اختیاری

برنامه دوره کارشناسی ارشد ناپیوسته رشته اقیانوس‌شناسی فیزیکی - فیزیک دریا دارای ماهیت چند رشته‌ای (multidisciplinary) هستند و در آن سعی شده که تقریباً همه جنبه‌های علوم جوی و یا اقیانوسی پوشش داده شود. بنابراین با توجه به محدودیت تعداد واحد و اینکه این دوره ها عمدتاً دارای دوره‌های کارشناسی نیستند، سعی شده است یک سری دروس کمبود از دوره کارشناسی برای داوطلبانی که دارای زمینه فیزیک و ریاضی نیستند به عنوان دروس جبرانی (که توسط دانشکده های فیزیک و ریاضی ارائه می‌شوند) ارائه و دروس اختصاصی عمدتاً مواد درسی این دوره ها را در بر بگیرد. در نتیجه



در بخش دروس اختیاری تنها یک درس سه واحدی، با توجه به علاقه دانشجو و زمینه انجام پایان نامه او، از مجموع چندین درس این جدول، توسط دانشجو انتخاب میشود.

همینطور علامت‌گذاری در قسمت‌های مختلف از جدول ارزیابی در برنامه بازنگری شده رشته اقیانوس‌شناسی فیزیکی - فیزیک دریا در مقطع کارشناسی ارشد ناپیوسته، با هدف توضیح نحوه ارزیابی انجام شده است. برای هر مدرس با تجربه دانشگاهی روشن است که تعیین درصدهای ثابت برای هر قسمت از ارزیابی، مثلاً برای امتحان میان ترم، مشکلات فراوانی را در عمل ایجاد می‌کند. در همین مثال امتحان میان ترم، مدرس باید آزادی عمل برای تصمیم‌گیری در مورد وزن آن در ارزیابی نهایی بر مبنای نتایج تمامی دانشجویان داشته باشد. بنابراین به هیچ وجه قراردادن درصدهای ثابت برای هر قسمت از ارزیابی صلاح نیست، چرا که مانع از حداقل انعطاف‌پذیری لازم برای اجرای برنامه درسی خواهد شد.

مشخصات واحدهای درسی دوره کارشناسی ارشد فیزیک دریا به شرح زیر است:

برنامه درسی دوره کارشناسی ارشد رشته فیزیک دریا، برای فراغت از تحصیل با احتساب سمینار و پایان‌نامه، در مجموع شامل ۳۲ واحد است. این ۳۲ واحد شامل ۲۱ واحد درس الزامی (اصلی) به شرح جدول شماره ۲، ۳ واحد درس اختیاری منتخب از دروس جدول شماره ۳ با موافقت کمیته تحصیلات تکمیلی گروه، ۲ واحد سمینار (تا سقف ۲۵ درصد از نمره نهایی سمینار مربوط به حضور فعال دانشجو در کلیه سمینارها و پایان‌نامه‌هایی است که در طول دوران تحصیل دانشجو توسط گروه اجراکننده این برنامه، تشکیل می‌شود) و در نهایت ۶ واحد پایان‌نامه خواهد بود.

شرایط پذیرش دانشجو

پذیرش دانشجو در رشته فیزیک دریا از طریق آزمون سراسری و مطابق با ضوابط و مقررات وزارت علوم، تحقیقات و فناوری است.



جدول‌های دروس دوره کارشناسی ارشد
رشته اقیانوس‌شناسی فیزیکی



جدول شماره ۱۰ : جدول دروس کمبود
 رشته اقیانوس شناسی فیزیکی

مقطع کارشناسی ارشد

ردیف	نام درس	تعداد واحد			ساعت			پیشنیاز	همنیاز
		نظری	عملی	جمع	نظری	عملی	جمع		
۱	معادلات دیفرانسیلی	۳	-	۳	۴۸	-	۴۸	-	
۲	مکانیک تحلیلی ۱	۳	-	۳	۴۸	-	۴۸	-	
۳	ریاضی فیزیک ۱	۳	-	۳	۴۸	-	۴۸	-	
۴	ریاضیات پیشرفته	۳	-	۳	۴۸	-	۴۸	-	
	جمع کل	۱۲	-	۱۲	۱۹۲	-	۱۹۲	-	



جدول شماره ۲: جدول دروس تخصصی
رشته اقیانوس شناسی فیزیکی

مقطع کارشناسی ارشد

ردیف	نام درس	تعداد واحد			تعداد ساعت		
		نظری	عملی	جمع	نظری	عملی	جمع
۱	دینامیک شاره‌های ژئوفیزیکی	۳	-	۳	۴۸	-	۴۸
۲	اصول فیزیک دریا	۳	-	۳	۴۸	-	۴۸
۳	دینامیک اقیانوس‌ها	۳	-	۳	۴۸	-	۴۸
۴	نظریه امواج و کشند	۳	-	۳	۴۸	-	۴۸
۵	مدل‌سازی عددی اقیانوس I	۲	۱	۳	۲۲	۲۲	۴۴
۶	مدل‌سازی عددی اقیانوس II	۲	۱	۳	۲۲	۲۲	۴۴
۷	تحلیل داده‌ها در اقیانوس‌شناسی	۳	-	۳	۴۸	-	۴۸
جمع		۱۹	۲	۲۱	۲۶۸	۶۴	۳۰۴



جدول شماره ۳ : جدول دروس اختیاری

رشته اقیانوس شناسی فیزیکی

مقطع کارشناسی ارشد

ردیف	نام درس	تعداد واحد			ساعت			پیش نیاز	هم نیاز
		نظری	عملی	جمع	نظری	عملی	جمع		
۱	فرآیندهای ساحلی و مصب	۳	-	۳	۴۸	-	۴۸	اصول فیزیک دریا	نظریه امواج و کشند
۲	هواشناسی دریایی	۳	-	۳	۴۸	-	۴۸	-	-
۳	سنجش از دور اقیانوس	۳	-	۳	۴۸	-	۴۸	اصول فیزیک دریا	-
۴	اکوستیک دریا	۳	-	۳	۴۸	-	۴۸	اصول فیزیک دریا	-
۵	الکترومغناطیس و نور در دریا	۳	-	۳	۴۸	-	۴۸	اصول فیزیک دریا	-
۶	تلاطم در دریا	۳	-	۳	۴۸	-	۴۸	اصول فیزیک دریا	دینامیک اقیانوس ها
۷	برهم کنش هوا-دریا	۳	-	۳	۴۸	-	۴۸	دینامیک شاره های ژئوفیزیکی	دینامیک اقیانوس ها
۸	مدل سازی فیزیکی دریا	۲	۱	۳	۲۲	۲۲	۶۴	دینامیک شاره های ژئوفیزیکی	-
	جمع	۲۳	۱	۲۴	۳۶۸	۲۲	۴۰۰		

دانشجویان رشته مذکور باید ۳ واحد درس اختیاری از دروس جدول شماره ۳ با موافقت کمیته تحصیلات تکمیلی گروه انتخاب نمایند.



سرفصل دروس دوره کارشناسی ارشد

رشته اقیانوس‌شناسی فیزیکی



عنوان درس به فارسی: دینامیک شاره‌های ژئوفیزیکی
عنوان درس به انگلیسی: *Geophysical Fluid Dynamics*

تعداد واحد: ۳

نوع واحد: نظری

نوع درس: تخصصی

تعداد ساعت: ۴۸ ساعت

پیش‌نیاز: -

هم‌نیاز: -

آموزش تکمیلی عملی: دارد ○ ندارد ● سفر علمی ○ کارگاه ○ آزمایشگاه ○ سمینار ○
هدف اصلی درس: آشنایی با مبانی پدیده‌ها و جریان‌های اقیانوسی بزرگ‌مقیاس

سرفصل درس: ۴۸ ساعت نظری

فصل اول - مقدمه

معرفی حرکت شاره‌های بزرگ‌مقیاس ژئوفیزیکی، خواص فیزیکی شاره‌های جو و اقیانوس، هم‌اندازی دینامیکی حرکات بزرگ‌مقیاس جو و اقیانوس (عدد راسبی)، اثر چینه‌بندی چگالی (عدد برگر).

فصل دوم - معادلات حرکت در شاره چرخان

معادلات تکانه در چارچوب چرخان، پیوستگی، انرژی ترمودینامیکی، تحلیل مقیاس معادلات حاکم، اعداد راسبی و اکمن در شاره چرخان، پایداری ایستایی، مقیاس ارتفاع.

فصل سوم - دینامیک تاوایی

تاوایی، مفهوم خط و لوله تاو، معادله تاوایی، کشیده شدگی و کج شدگی لوله تاو و گردش، نقش اثرات کژفشاری در ایجاد گردش، قضیه گردش کلونین، تاوایی پتانسیلی ارتل، باد گرمایی، قضیه تیلور - پرودمن، تاوایی زمینگرد و تابع جریان زمینگرد، تپه‌گتی (*Degeneracy*) فرض زمینگرد.

فصل چهارم - مقدمه‌ای بر نظریه آب کم‌عمق ناوشکسان

مدل آب کم‌عمق، معادلات آب کم‌عمق، تاوایی پتانسیلی، قیده‌های انتگرالی، حرکات کم دامنه در مدل آب کم‌عمق، امواج خطی در مدل آب کم‌عمق: امواج بلند (گرانی)، امواج نختی - گرانی، امواج کلونین، امواج راسبی کوهساری.

فصل پنجم - مدل زمین‌گردوار برای معادلات آب کم‌عمق

تاوایی پتانسیلی زمین‌گردوار، معادله تاوایی پتانسیلی در مناطق استوایی، حل معادله تاوایی پتانسیلی زمین‌گردوار مانا و نامانا، امواج راسبی زمین‌گردوار، سرعت فاز و گروه، انتشار انرژی در امواج راسبی.



روش ارزیابی:

پروژه	آزمون های نهایی	میان ترم	ارزشیابی مستمر
-	آزمون های نوشتاری: ✓	✓	-
	عملکردی: -		

فهرست منابع:

1. Pedlosky, J., 2013. *Geophysical fluid dynamics*. Springer Science & Business Media.
2. Cushman-Roisin, B., 1994: *Introduction to Geophysical Fluid Dynamics*. Prentices Hall, 320 pp.
3. Gill, A. E., 1982: *Atmospheric-Ocean Dynamics*. Academic Press, 662 pp.
4. Salmon, R., 1998: *Lectures on Geophysical Fluid Dynamics*. Oxford University Press, 378pp.

۵. بیدختی، ع، ۱۳۸۳، مبانی دینامیک شاره‌ها، انتشارات دانشگاه تهران ۲۹۰ صفحه

فهرست مطالعات:

1. Pedlosky, J., 2013. *Geophysical fluid dynamics*. Springer Science & Business Media, (chapters 1-4).
3. Gill, A. E., 1982: *Atmospheric-Ocean Dynamics*. Academic Press, 662, pp. (chapters 3, 4).



عنوان درس به فارسی: اصول فیزیک دریا

عنوان درس به انگلیسی: *Principles of Physical Oceanography*

تعداد واحد: ۳

نوع واحد: نظری

نوع درس: تخصصی

تعداد ساعت: ۴۸ ساعت

پیش‌نیاز: -

هم‌نیاز: -

آموزش تکمیلی عملی: ندارد ○ ندارد ● سفر علمی ○ کارگاه ○ آزمایشگاه ○ سمینار ○

هدف اصلی درس: در این درس خواص و فرآیندهای فیزیکی در اقیانوس‌ها مورد بررسی قرار می‌گیرد. تغییرات چگالی، شوری و حرارت از مهم‌ترین خواص فیزیکی آب دریاها و مهم‌ترین فرآیندهای فیزیکی در اقیانوس‌ها شامل امواج، جریان‌های بزرگ‌مقیاس و کشند است.

سرفصل درس: ۴۸ ساعت نظری

فصل اول - مقدمه

معرفی برخی از اصطلاحات فیزیک دریا، تاریخچه و اهمیت آن، روش‌های مطالعه در فیزیک دریا، اشاره‌ای به ابعاد و ساختار اقیانوس‌ها.

فصل دوم - تأثیرات جو بر اقیانوس

سامانه‌های حرکات جوی، لایه‌مرزی جو روی اقیانوس، تنش باد، انتقال توده‌ای (*bulk*) بین جو و اقیانوس.

فصل سوم - بودجه گرمایی در اقیانوس

جمله‌های بودجه گرمایی، روش‌های مستقیم و غیرمستقیم محاسبه شارهای سطحی، توزیع تغییرات سطحی شارهای گرمایی در سطح اقیانوس‌ها، انتقال گرما و آب شیرین در جهت نصف‌النهاری.

فصل چهارم - توزیع کمیت‌های فیزیکی در دریا

معادله حالت برای آب دریا، دمای پتانسیلی، چگالی پتانسیلی در دریا، نمودارهای $T-S$ و کاربردهای آن، توزیع دما، توزیع شوری و توزیع چگالی در اقیانوس‌ها و علل تغییرات آن‌ها، فشار، رسانایی الکتریکی، سرعت، مشخصه‌ها و انتشار صوت در دریا.

فصل پنجم - جریان‌های اقیانوسی

اشاره‌ای به معادلات حاکم بر حرکت اقیانوس، انواع جریان‌های اصلی در اقیانوس‌ها، اشاره‌ای به معادلات پایستاری گرما، شوری و چگالی در اقیانوس، اشاره‌ای به اختلاط در اقیانوس‌ها، پایداری ایستایی و بسامد شناوری و امواج درونی، اشاره‌ای به همرفت پخش دوگانه.

فصل ششم - پاسخ لایه سطحی اقیانوس به وزش باد

حرکات لختی، لایه اکمن (سطحی) اقیانوس، انتقال جرم اکمن، کاربرد نظریه اکمن، گردش لانگمویر.



فصل هفتم - فرآیندهای حاره‌ای

الینو، برهمکنش‌های بزرگ‌مقیاس، مدل‌های فیزیکی پدیده الینو و پیش‌بینی آن.

فصل هشتم - فرآیندهای ساحلی

جزر و مد و اشاره‌ای مقدماتی به امواج دریا و طبقه‌بندی آن‌ها در دریا، مقدمه‌ای بر فرآیندهای ساحلی و مسببها

فصل نهم - نور در دریا

پارامترها و میدان‌های اپتیکی، روشنایی سطح دریا، برهمکنش‌های سطحی: بازتاب، پراکنش و شکست، برهمکنش‌های زیرسطحی: آب دریای خالص، ذرات، پلانکتون‌ها و *Gelbstoffe*، فلورسان و بیولومینسان، رنگ دریا

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهایی	پروژه
-	✓	آزمون های نوشتاری: ✓	-
		عملکردی: -	

فهرست منابع:

1. Stewart, R.H., 2008. *Introduction to Physical Oceanography*.
2. Knauss, J. A., 1997, *Introduction to Physical Oceanography*. Prentice Hall, 309 pp.
3. Apel, J. R., 1987: *Principles of Ocean Physics*. Academic Press, 620 pp.
4. Talley, L. D., G. L. Pickard, W. J. Emery, and J. H. Swift, 2011: *Descriptive Physical Oceanography*. 6th Ed., Academic Press, 615 pp.
5. Open University Course Team, 2004: *Ocean Circulation*. The Open University, 286 pp.

فهرست مطالعات:

1. Stewart, R.H., 2008. *Introduction to Physical Oceanography*. Texas A& M University. (chapters 5-8, 11, 16-17).
2. Knauss, J. A., 1997: *Introduction to Physical Oceanography*. Prentice Hall. (chapters 1-7, 10-12).
3. Apel, J. R., 1987: *Principles of Ocean Physics*. Academic Press. (chapters 1, 3, 5-7, 9)
4. Talley, L. D., G. L. Pickard, W. J. Emery, and J. H. Swift, 2011: *Descriptive Physical Oceanography*. 6th Ed., Academic Press. (chapters 1-3, 7-8).
5. Open University Course Team, 2004: *Ocean Circulation*. The Open University, (chapters 1-4).



عنوان درس به فارسی: دینامیک اقیانوس ها

عنوان درس به انگلیسی: Ocean Dynamics

تعداد واحد: ۳

نوع واحد: نظری

نوع درس: تخصصی

تعداد ساعت: ۴۸ ساعت

پیش‌نیاز: دینامیک شاره‌های ژئوفیزیکی

همین‌یا: -

آموزش تکمیلی عملی: دارد ○ ندارد ● سفر علمی ○ کارگاه ○ آزمایشگاه ○ سمینار ○
هدف اصلی درس: در این درس اصول تئوری دینامیک شاره‌های ژئوفیزیکی به صورت عمیق‌تر مورد بررسی قرار می‌گیرد.

سرفصل درس: ۴۸ ساعت نظری

فصل اول- روابط انرژی و ترمودینامیک

اثرات دما، شوری و فشار، ترمودینامیک آب دریا، معادلات ترمودینامیکی کمکی، معادله رسانش گرما، معادلات حجم ویژه و شوری، معادله حالت، ترکیب معادلات هیدرودینامیک و ترمودینامیک، معادلات انرژی کل.

فصل دوم- امواج و کشتند

حرکت‌های شبه مانا، شناوری و پایداری، امواج سطحی، امواج موئینگی و گرانی خطی، مشخصه‌های پاشندگی امواج سطحی، انرژی موج سطحی، شارش انرژی در امواج سطحی، دینامیک امواج درونی، شاره دولایه‌ای، ناپایداری هلمهولتز، تلاطم.

فصل سوم - ناپایداری‌های دینامیکی و تلاطم

معیارهای ناپایداری، مشخصه‌های ناپایداری (فشارورد و کژفشار)، تلاطم، تنش‌های رینولدز، ضرایب پخش ملکولی و تلاطمی، اختلاط در اقیانوس‌ها.

فصل چهارم - جریان‌ها و گردش‌های اقیانوسی

تنش ناشی از باد و دینامیک لایه اکمن سطحی، نوسانات لختی، ترابرد سوردراپ، مدل‌های استومل و مانک، جریان‌های مرزی غربی، جریان‌های استوایی، امواج راسبی و حرکت شبه‌زمینگرد امواج استوایی و ائتینو، گردش بزرگ مقیاس.

فصل پنجم- مبانی گردش در اقیانوس‌ها

گردش‌های باداوا داشته، گردش‌های گرماوا داشته ترموکلاینی، اثرات اقلیمی جریان بزرگ مقیاس ترموکلاین، جریان‌های ترموهالاینی دریاهای نیمه بسته.



روش ارزیابی:

پروژه	آزمون های نهایی	عیان ترم	ارزشیابی مستمر
-	✓ آزمون های نوشتاری:	✓	-
	عملکردی: -		

فهرست منابع:

1. Pond, S. and Pickard, G.L., 2013: *Introductory Dynamical Oceanography*. Elsevier.
2. Apel, J. R., 1987: *Principles of Ocean Physics*. Academic Press, 620 pp.
3. Gill, A. E., 1982: *Atmosphere–Ocean Dynamics*. Academic Press, 662 pp.
4. Salmon, R., 1998: *Lectures on Geophysical Fluid Dynamics*. Oxford University Press, 378pp.
5. Stern, M. E., 1975: *Ocean Circulation Physics*. Academic Press, 246pp.
6. Pedlosky, J., 1987: *Geophysical Fluid Dynamics*. 2nd Ed., Springer–Verlag, 710pp.
7. Pedlosky, J., 1998: *Ocean Circulation Theory*. Springer–Verlag, 453pp.

فهرست مطالعات:

2. Apel, J. R., 1987: *Principles of Ocean Physics*. Academic Press, 620 pp. (chapters 4, 5).
3. Gill, A. E., 1982: *Atmosphere–Ocean Dynamics*. Academic Press, 662 pp. (chapters 5, 6 and 8).
6. Pedlosky, J., 1998: *Ocean Circulation Theory*. Springer–Verlag, 453pp. (chapters 1, 2 and 3).



عنوان درس به فارسی: نظریه امواج و کشند

عنوان درس به انگلیسی: *The Theory of Waves and Tides*

تعداد واحد: ۳

نوع واحد: نظری

نوع درس: تخصصی

تعداد ساعت: ۴۸ ساعت

پیش‌نیاز: اصول فیزیک دریا

هم‌نیاز: دینامیک اقیانوس‌ها

آموزش تکمیلی عملی: دارد • ندارد ○ سفر علمی • کارگاه ○ آزمایشگاه ○ سمینار ○
هدف اصلی درس: آشنایی با امواج دریایی و انواع آن، مشخصات فیزیکی امواج و عوامل تأثیرگذار بر تغییر مشخصات امواج و همچنین عوامل شکل‌گیری جزرومد و مبانی تئوری آن از اهداف اصلی این درس می‌باشد.

سر فصل درس: ۴۸ ساعت نظری

فصل اول - مقدمه

مشخصه‌های امواج دریا (ارتفاع، پریود، بسامد، بسامد زاویه‌ای، سرعت موج، طول موج، قله و قعر موج)، دسته‌بندی امواج شامل ساده - پیچیده، پیش‌رونده - ایستاده، نوسانی - انتقالی، منظم - نامنظم، کوتاه - بلند، تقسیم‌بندی امواج با توجه به پریود.

فصل دوم - معادلات حاکم

معادله پیوستگی، معادله تکانه (ناویه استوکس - برنولی)، شرایط مرزی، معادله موج سطحی.

فصل سوم - نظریه‌های امواج

نظریه ابری، نظریه استوکس، نظریه نویدال، نظریه موج انفرادی (*Solitary*)، نظریه موج تابع جریان، نظریه موج ایستاده، محدوده کاربرد نظریه‌های مختلف.

فصل چهارم - فرآیندهای نزدیک ساحل

ژرفاکاستگی، شکست، انکسار، تفرق بازتاب.

فصل پنجم - امواج ناشی از باد - امواج نامنظم

تنش سطحی باد، ایجاد امواج، تحلیل آماری، تحلیل طیفی امواج، تحلیل امواج نامنظم، امواج نماینده، تعیین مشخصات موج شاخص با استفاده از روش طیفی، روش *SMB* برای تعیین مشخصات موج شاخص.

فصل ششم - امواج بلند

امواج بلند (سونامی، جزرومد، برکشند طوفان، خیزاب ناشی از باد، نوسان سطح آب در بنادر و حوضچه‌ها)، امواج اقیانوسی (امواج راسبی، امواج داخلی، امواج در بین لایه‌های مختلف).



انواع مدل‌های موج، آشنایی با برخی مدل‌های موج متن‌باز (مانند *Delft 3D, REF/DIF, WW3, SWAN*)، مدل‌های توسعه‌یافته در سطح ملی (*PMO-Dynamics*) و مدل‌های تجاری (مانند *DHI-MIKE21*)، و آشنایی کامل با دست‌کم یک مدل متن‌باز.

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون‌های نهایی	پروژه
✓	✓	✓ آزمون‌های نوشتاری:	✓
		✓ عملکردی:	

فهرست منابع:

1. Dalrymple, R. A., Dean, R. G. (1991). *Water wave mechanics for engineers and scientists*. Prentice-Hall.
2. Goda, Y. (2000): *Random seas and design of maritime structures*, World Scientific Publishing Co., 443p.
3. Komen, G. J., L. Cavaleri, M. Donelan, K. Hasselmann, S. Hasselmann, and P. A. E. Janssen, 1996: *Dynamics and Modelling of Ocean Waves*. Cambridge University Press, 556 pp.
4. Liu, Z., and Frigaard, P., 2001: *Generation and Analysis of Random Waves*, Alborg University, 76 pp.
5. Mei, C., M. Stiassie, M. and D. K. Yue, 2005: *Theory and Applications of Ocean Surface Waves, Parts 1 and 2*, World Scientific Pub., 1136 pp.
6. Ochi, M. K., 2005: *Ocean Waves: The Stochastic Approach*. Cambridge University Press, 332 pp.
7. U. S. Army Corps of Engineers, Coastal Engineering Research Center, 1984: *Shore Protection Manual*. 4th Ed, U.S. Government Printing Office, Washington DC.
8. U. S. Arm Corps of Engineers, 2001: *Coastal Engineering Manual*. On the Web.
9. World Meteorological Organization, 1998: *Guide to wave analysis and forecasting*, 159p.
10. Young, I. R., 1999: *Wind Generated Ocean Waves*. Elsevier, 306 pp.

فهرست مطالعات:

1. Dalrymple, R. A., Dean, R. G. (1991). *Water wave mechanics for engineers and scientists*. Prentice-Hall.
2. Goda, Y. (2000): *Random seas and design of maritime structures*, World Scientific Publishing Co., 443p.
3. Komen, G. J., L. Cavaleri, M. Donelan, K. Hasselmann, S. Hasselmann, and P. A. E. Janssen, 1996: *Dynamics and Modelling of Ocean Waves*. Cambridge University Press, 556 pp.
10. Young, I. R., 1999: *Wind Generated Ocean Waves*. Elsevier, 306 pp.



عنوان درس به فارسی: مدل سازی عددی اقیانوس I

عنوان درس به انگلیسی: Numerical Modeling of the Oceans I

تعداد واحد: ۳

نوع واحد: ۲ واحد نظری و ۱ واحد عملی

نوع درس: تخصصی

تعداد ساعت: ۳۲ ساعت نظری و ۳۲ ساعت عملی

پیش نیاز: -

همنیاز: -

آموزش تکمیلی عملی: دارد ● ندارد ○ سفر علمی ○ کارگاه ● آزمایشگاه ○ سمینار ○

هدف اصلی درس: آموزش زبان برنامه نویسی فرتن جهت تولید برنامه های محاسباتی، آشنایی با اصول روش های محاسباتی و کاربردهای آن.

سرفصل درس: ۳۲ ساعت نظری و ۳۲ ساعت عملی

مقدمه - معرفی مفاهیم مرتبط با مدل سازی عددی

مدل ریاضی، مدل مفهومی، حل تحلیلی، حل عددی، انواع دسته بندی روش های عددی.

فصل اول- برنامه نویسی فرتن و مبانی محاسبات عددی

ثابت ها و متغیرها، چهار عمل اصلی، آرایه ها، حلقه تکرار، دستورهای کنترلی و شرطها، ورودی ها و خروجی ها، تابع و زیرروال؛ حساب عددی و خطاهای محاسباتی، دقت و صحت، خطا در محاسبات علمی.

فصل دوم- دستگاه معادلات خطی

مشخصات ماتریس ها، دترمینان، روش های حل مستقیم حذفی، روش LU ، دستگاه معادلات سه قطری، روش های تکراری.

فصل سوم- درون یابی

درون یابی چندجمله ای، توابع چندجمله ای لاگرانژ، الگوریتم نویل، جداول و توابع چندجمله ای تفاضلی تقسیم شده، اسپلاین های مکعبی، برازش به روش حداقل مربعات.

فصل چهارم- کاربرد روش های درون یابی در مدل سازی اقیانوس

میان یابی اطلاعات در شرایط مرزی، سیستم مختصات جغرافیایی، میان یابی هیدروگرافی، میان یابی میدان باد.

فصل پنجم- انتگرال گیری عددی

انتگرال گیری یک بعدی، روش انتگرال گیری مستقیم به روش چندجمله ای، روش انتگرال گیری نیوتن-کوتس، روش ذوزنقه ای، روش سیمپسون و گوس.



فصل ششم - حل معادلات غیر خطی

روش‌های محاسبه ریشه‌های حقیقی، روش نیمسازي، روش نیوتن رافسون، روش نقطه ثابت، روش قاطع و دستگاه معادلات غیر خطی.

فصل هفتم - حل عددی معادلات دیفرانسیل جزئی

معرفی روش تفاضل متناهی، حل معادلات پواسون، کاربرد روش‌های تکراری.

روش ارزیابی:

پروژه	آزمون‌های نهایی	میان ترم	ارزشیابی مستمر
✓	✓ آزمون‌های نوشتاری:	✓	✓
	عملکردی: -		

فهرست منابع:

1. Chapman, S.J., 2004. *Fortran 90/95 for scientists and engineers*. McGraw-Hill Higher Education.
2. Strikwerda, J.C., 2004. *Finite difference schemes and partial differential equations*. Siam.
3. Kahaner, D., Moler, C. and Nash, S., 1989. *Numerical methods and software*. Englewood Cliffs: Prentice Hall, 1989, 1.
4. Hoffman, J.D. and Frankel, S., 2001. *Numerical methods for engineers and scientists*. CRC press.
5. Iserles, A., 1996: *A First Course in the Numerical analysis of differential equations*. Cambridge University Press.
6. Nyhoff, Larry R., and Sandfird C. Leestma, 1997. *Fortran 90 for Engineers and Scientists*, 1070 pp.
7. Chivers, I.D. and Sleightholme, J., 2006. *Introduction to Programming with FORTRAN*. Springer-Verlag London Limited.
8. Worland, P. B., 1989: *Modern Fortran 77*. Harcourt Brace Jovanoich Inc.
9. Chung T. J., 2002. *Computational Fluid Dynamics*. Cambridge University Press.

فهرست مطالعات:

1. Chapman, S.J., 2004. *Fortran 90/95 for scientists and engineers*. McGraw-Hill Higher Education. Ch. 1.
4. Hoffman, J.D. and Frankel, S., 2001. *Numerical methods for engineers and scientists*. CRC press. Ch. 2, 3, 4, 5, 6, 7.



عنوان درس به فارسی: مدل سازی عددی اقیانوس II

عنوان درس به انگلیسی: *Numerical Modelling of the Atmosphere and Oceans II*

تعداد واحد: ۳

نوع واحد: ۲ واحد نظری و ۱ واحد عملی

نوع درس: تخصصی

تعداد ساعت: ۳۲ ساعت نظری و ۳۲ ساعت عملی

پیش نیاز: مدل سازی عددی جو و اقیانوس I

همیناژ: دینامیک اقیانوس ها

آموزش تکمیلی عملی: دارد ● ندارد ○ سفر علمی ○ کارگاه ● آزمایشگاه ○ سمینار ○

هدف اصلی درس: آشنایی با مبانی روش های تفاضل متناهی و مباحث پایه ای مرتبط با روش های عددی حل معادلات حاکم بر جو و اقیانوس.

سرفصل درس: ۳۲ ساعت نظری و ۳۲ ساعت عملی

فصل اول - مروری بر معادلات حاکم

دستگاه معادلات آب ایستایی (هیدروستاتیک) و ناآب ایستایی، معادلات بسط، معادلات آب کم عمق، معادلات دیفرانسیل پارهای، معادلات هذلولوی مرتبه اول، معادلات مرتبه دوم خطی، معادلات موج در دینامیک شارهای ژئوفیزیکی، شرایط مرزی.

فصل دوم - مبانی روش های تفاضل متناهی

مقدمه ای بر طرح واره های تفاضل متناهی، مفاهیم سازگاری، همگرایی و پایداری عددی، قضیه همگرایی لکس (Lax)، شرط کورانت - فردریکس - لوی ($Courant-Friedrichs-Lewy$).

فصل سوم - طرح واره های تفاضل گیری زمانی

مرتبه درستی، نمادنگاری و حسابان تفاضلی، معادله نوسان، خطای دامنه و تندی فاز، طرح واره های دوترازی تک مرحله ای، روش های چند مرحله ای، طرح واره های سه تراز، مد محاسباتی در روش لب فراگ، پالایه (فیلتر) روبر-اسلین-ویلیامز، طرح واره های مرتبه بالا.

بخش عملی: حل معادله نوسان با طرح واره های زمانی مختلف از قبیل لب فراگ، اویلر، پس سو.

فصل چهارم - تفاضل گیری فضایی در یک بعد

معادلات دیفرانسیلی - تفاضلی، پاشندگی، اتلاف، اتلاف مصنوعی، تفاضل گیری فشرده ($compact$)، ترکیب تفاضل گیری های زمانی و فضایی، رابطه پاشندگی گسسته، روش لکس - وندروف ($Lax-Wendroff$).



بخش عملی: حل معادله موج یکسویه (معادله فرارفت) با ترکیب‌های متنوعی از طرح‌واره‌های زمانی- فضایی از جمله پادجریانسو، لیپ‌فراگ برای بخش زمانی و مرتبه دوم مرکزی برای بخش فضایی، لکس- فردریکس، لکس- وندروف؛ بررسی خطاهای دامنه و فاز، بررسی اتلاف انرژی.

فصل پنجم- تفاضل‌گیری فضایی در بیش از یک بعد

دستگاه‌های معادلات در یک و چند بعد، جداسازی به گام‌های کسری، معادله پخش، معادله فرارفت-پخش، معادلات خطی با ضرایب متغیر، خطای الیاسینگ (دگرنامی)، ناپایداری غیرخطی.

بخش عملی: فرارفت غیرخطی، معادله برگرز (*Burgers*) و حل عددی آن، مدل تاوایی فشارورد و حل عددی آن، خطای دگرنامی، ناپایداری غیرخطی، جاکوبی آراکاوا (*Arakawa*).

فصل ششم- مدل‌های بسیط

مدل بسیط فشارورد (معادلات آب کم‌عمق)، شبکه‌های آراکاوا، تفاضل‌گیری قائم.

روش ارزیابی:

پروژه	آزمون‌های نهایی	میان ترم	ارزشیابی مستمر
✓	✓ آزمون‌های نوشتاری: عملکردی: -	✓	-

فهرست منابع:

1. Durrant, D. R., 2010: *Numerical Methods for Fluid Dynamics with Applications to Geophysics. Second Ed., Springer- Verlag New York, Inc., 516 pp.*
2. Durrant, D. R., 1999: *Numerical Methods for Wave Equations in Geophysical Fluid Dynamics. Springer-Verlag New York, Inc., 465 pp.*
3. Strikwerda, J. C., 2004: *Finite Difference Schemes and Partial Differential Equations. Second Ed., SIAM, 435 pp.*
4. Kampf, J., 2009: *Ocean Modelling for Beginners, Springer, 175pp.*
5. Kampf, J., 2010: *Advanced Ocean Modelling, Springer, 181pp.*
6. Vreugdenhil C. B., 1994: *Numerical Methods for Shallow Water Flow, Kluwer Academic Publishers, 261 pp.*
7. Kantha L. H., Clayson C. A., 2000: *Numerical Models of Oceans and Oceanic Processes, Academic Press, 940pp.*
8. Haidvogel, D.B., Beckmann, A., 2000: *Numerical Ocean Circulation Modeling, Imperial College Press, 320pp.*
9. Miller, R. N., 2007: *Numerical Modeling of Ocean Circulation, Cambridge University Press, 242 pp.*
10. Chung T. J., 2002: *Computational Fluid Dynamics, Cambridge University Press, 1012 pp.*
11. Haltiner, G. J., and R. T. Williams, 1980: *Numerical Prediction and Dynamic*



Meteorology. John Wiley&Sons, 477 pp.

12. Mesinger, F., and A. Arakawa, 1976: *Numerical Methods Used in Atmospheric Models. GARP Publication Series No. 17, Vol. 1, 64 pp.*
13. Iserles, A., 1996: *A First Course in the Numerical Analysis of Differential Equations. Cambridge University Press, 378 pp.*

فهرست مطالعات:

1. Durran, D. R., 2010: *Numerical Methods for Fluid Dynamics with Applications to Geophysics. Second Ed., Springer-Verlag New York, Inc., 516 pp.*
2. Durran, D. R., 1999: *Numerical Methods for Wave Equations in Geophysical Fluid Dynamics. Springer-Verlag New York, Inc., 465 pp.*
3. Strikwerda, J. C., 2004: *Finite Difference Schemes and Partial Differential Equations. Second Ed., SIAM, 435 pp.*
13. Iserles, A., 1996: *A First Course in the Numerical Analysis of Differential Equations. Cambridge University Press, 378 pp.*
4. Kampf, J., 2009: *Ocean Modelling for Beginners, Springer, 175pp.*
6. Vreugdenhil C. B., 1994: *Numerical Methods for Shallow Water Flow, Kluwer Academic Publishers, 261 pp.*
9. Miller, R. N., 2007: *Numerical Modeling of Ocean Circulation, Cambridge University Press, 242 pp.*



عنوان درس به فارسی: تحلیل داده‌ها در اقیانوس‌شناسی
عنوان درس به انگلیسی: *Oceanographic Data Analysis*

تعداد واحد: ۳

نوع واحد: نظری

نوع درس: تخصصی

تعداد ساعت: ۴۸ ساعت نظری

پیش‌نیاز: اصول فیزیک دریا

همنیاز: -

آموزش تکمیلی عملی: دارد ● ندارد ○ سفر علمی ● کارگاه ○ آزمایشگاه ○ سمینار ○
هدف اصلی درس: آشنایی با انواع داده‌های کاربردی در اقیانوس‌شناسی و روش‌های تحلیل داده‌ها مذکور.

سرفصل درس: ۴۸ ساعت نظری

فصل اول- داده‌های اقیانوسی

روش‌ها، تجهیزات و الزامات نمونه‌برداری، اندازه‌گیری‌های دما، شوری، عمق یا فشار، تراز دریا، باد، موج، بارش، ردیاب‌های فیزیکی و شیمیایی، آشنایی عمومی با پارامترهای کیفی و بیولوژی آب.

فصل دوم- پردازش و نمایش داده‌ها

مقدمه، کالیبراسیون، درون‌یابی، روش‌های نمایش داده‌ها، آشنایی با فرمت‌های مرسوم ثبت و ذخیره‌سازی داده ها.

فصل سوم- روش‌های آماری

مقدمه، توزیع‌های نمونه، احتمال، گشتاورها و امید ریاضی، توابع چگالی احتمال، قضیه حد مرکزی، روش‌های برآورد، بازه اعتماد، آزمون نیکویی برازش، انتخاب اندازه نمونه، همبستگی و رگرسیون، آزمون فرضیه، درجه آزادی، روش‌های تشخیص و تصحیح خطاها، کوواریانس.

فصل چهارم- تحلیل مکانی میدان‌های داده

تحلیل عینی، توابع متعامد تجربی، تحلیل مدهای پهن‌بند، روش‌های معکوس.

فصل پنجم- تحلیل سری‌های زمانی

مفاهیم پایه، فرایندهای تصادفی، توابع همبستگی، تحلیل فوریه، تحلیل هارمونیک، تحلیل طیفی، تحلیل موجک، پالایه‌های رقومی.

فصل ششم- شواهد مورفولوژیک و تحلیل تغییرات مورفودینامیکی

ملاحظات مربوط به بازدید میدانی، آشنایی با مطالعه شواهد محلی، تحلیل رسوبات، تحلیل اجزا ساختاری رسوبات، تحلیل تفسیرات خط ساحل، برآورد نرخ انتقال رسوب.



فصل هفتم - آشنایی با داده‌های اقیانوسی حاصل از سنجش ازدور
 آشنایی با سنسورهای موجود، داده‌های قابل دستیابی، و تحلیل داده‌های اقیانوسی حاصل از سنجش ازدور.

روش ارزیابی:

پروژه	آزمون های نهایی	میان ترم	ارزشیابی مستمر
✓	✓ آزمون های نوشتاری:	✓	✓
	✓ عملکردی:		

فهرست منابع:

1. Bendat, Julius S., and Allan G. Piersol, 1986. *Random Data – analysis and measurement procedures*, 2nd edition, John Wiley & Sons, 1986. ISBN: 0-471-04000-2.
2. Bevington, Philip R., and D. Keith Robinson, 2003, *Data Reduction and error Analysis for physical sciences*, 3rd edition, Mc Graw Hill. ISBN: 0-07-247227-8.
3. Cartwright, M., 1990: *Fourier Methods for Mathematicians, Scientists and Engineers*. Ellis Harwood, 326 pp.
4. Emery, William J., and Richard E. Thomson, 2004, *Data Analysis Methods in Physical Oceanography*, 2nd edition, Elsevier. ISBN: 0-444-50757-4 [paperback], or 0-444-50756-6 [hardbound].
5. Hearn, G. E. and A. V. Metcalfe, 2004: *Spectral Analysis in Engineering*, University of Newcastle upon Tyne, 307pp.
6. Jenkins, M. G., and D. G. Watts, 1986: *Spectral Analysis and Its Application*. Holden Day Inc. Series in time series analysis, Oakland California, 525pp.
7. Koopmans, L. H., 1995: *The Spectral Analysis of Time series*. Second Edition, Academic Press, 366 pp.
8. von Storch, H. and F.W. Zwiers, 2004: *Statistical Analysis in Climate Research*. Cambridge University Press, 484pp.

فهرست مطالعات:

1. Bendat, Julius S., and Allan G. Piersol, 1986. *Random Data – analysis and measurement procedures*, 2nd edition, John Wiley & Sons, 1986. ISBN: 0-471-04000-2.
2. Bevington, Philip R., and D. Keith Robinson, 2003, *Data Reduction and error Analysis for physical sciences*, 3rd edition, Mc Graw Hill. ISBN: 0-07-247227-8.
4. Emery, William J., and Richard E. Thomson, 2004, *Data Analysis Methods in Physical Oceanography*, 2nd edition, Elsevier. ISBN: 0-444-50757-4 [paperback], or 0-444-50756-6 [hardbound].



عنوان درس به فارسی: فرآیندهای ساحلی و مصب

عنوان درس به انگلیسی: *Coastal and Estuaries Processes*

تعداد واحد: ۳

نوع واحد: نظری

نوع درس: اختیاری

تعداد ساعت: ۴۸ ساعت نظری

پیش‌نیاز: اصول فیزیک دریا

هم‌نیاز: نظریه امواج و کشند

آموزش تکمیلی عملی: دارد ● ندارد ○ سفر علمی ● کارگاه ○ آزمایشگاه ○ سمینار ○

هدف اصلی درس: آشنایی با فرآیندهای مهم ساحلی که محل ارتباط اقیانوس‌ها و خشکی هستند مهم‌ترین هدف این درس است. این فرایندها عمدتاً در اثر تعامل رسوب، موج و جریان رخ می‌دهد. بعلاوه آشنایی با خورها که از بدنه‌های آبی مهم متصل به دریاها هستند از اهداف دیگر این درس است.

سرفصل درس: ۴۸ ساعت نظری

فصل اول - مقدمه‌ای بر فرآیندهای ساحلی

منطقه ساحلی، نیمرخ ساحل، عوامل مؤثر بر فرآیندهای سواحل.

فصل دوم - انواع جریان‌های ساحلی

جریان‌های موانی با ساحل، جریان‌های عمود بر ساحل، جریان‌های جزرومندی، تنش‌های ناشی از امواج و جریان‌ها در ساحل، جریان‌های ناشی از باد.

فصل سوم - انتقال رسوب در سواحل

مشخصات و دانه‌بندی رسوبات ساحلی، انتقال رسوبات چسبنده و غیرچسبنده، انتقال رسوب معلق و رسوب بستر، ویژگی انتقال رسوب در سواحل، انتقال رسوب در امتداد ساحل، انتقال رسوب در مقطع عمود بر ساحل، تغذیه رسوب ساحلی، تغییرات خط ساحل، خلیج‌های امکا شکل.

فصل چهارم - خورها و مصب‌ها

پدیده تداخل جریان‌های آب شور و شیرین در مصب‌ها، انواع خورها، تعادل دینامیکی عمودی و افقی در خورها، اثر جزرومد در خورها، دلتاها، گردش جریان در خورها و مصب‌ها، فرآیندهای رسوبی در مصب‌ها.

فصل پنجم - مدل‌سازی فرآیندهای ساحلی

مدل‌سازی عددی فرآیندهای ساحلی و مصب و روش‌های آن، مدل‌سازی آزمایشگاهی هیدرودینامیک سواحل و فرآیندهای ساحلی، انجام بازدید میدانی - در صورت فراهم بودن امکان لازم بازدید از یک منطقه ساحلی مناسب و تجهیزات پایش میدانی در سواحل.



پروژه	آزمون های نهایی	میان ترم	ارزشیابی مستمر
✓	✓ آزمون های نوشتاری: عملکردی: -	✓	-

فهرست منابع:

1. US Army Corps Of Engineers, 2002: Coastal engineering manual. Engineer Manual 1110 (Part IV)
2. Coastal Engineering Research Center. 1984: Shore protection manual Department of the Army, Waterways Experiment Station 1.
3. Seminara, Giovanni, and Paolo Blondeaux. 2001: River, coastal and estuarine morphodynamics. Springer Science & Business Media.
4. Dyer, K. R., 1997: Estuaries, a physical Introduction. 2nd edition.
5. Van Leussen, W., and J. Dronkers. 1988: Physical processes in estuaries. Springer Berlin Heidelberg, 1988.
6. Kamphuis, J.W., 2010: Introduction to coastal engineering and management (Vol. 30). World Scientific.
7. Dean, R.G. and Dalrymple, R.A., 2004: Coastal processes with engineering applications. Cambridge University Press.
8. Reeve, D., Chadwick, A. and Fleming, C., 2004: Coastal engineering: processes, theory and design practice. CRC Press.
9. Massie, W.W., 1976: Coastal Engineering. Volume 1: Introduction. TU Delft, Section Hydraulic Engineering.
10. Benassai, G., 2006. Introduction to coastal dynamics and shoreline protection. Wit Press.
11. Van de Graaff, J., 2009: Coastal morphology and coastal protection. TU Delft, Section Hydraulic Engineering.
12. Van Rijn, L., 1993: Principles of Sediment Transport in Rivers. Estuaries, and Coastal Seas, Aqua Publications, Delft Hydraulics, the Netherlands.

فهرست مطالعات:

1. US Army Corps Of Engineers, 2002: Coastal engineering manual. Engineer Manual 1110 (Part IV). (chapters 1 and 2).
2. Coastal Engineering Research Center. 1984: Shore protection manual Department of the Army, Waterways Experiment Station 1. (chapters 1 and 2).
5. Van Leussen, W., and J. Dronkers. 1988: Physical processes in estuaries. Springer Berlin Heidelberg, 1988. (chapter 4).
11. Van de Graaff, J., 2009: Coastal morphology and coastal protection. TU Delft, Section Hydraulic Engineering. (chapters 1, 2 and 3).
12. Van Rijn, L., 1993: Principles of Sediment Transport in Rivers. Estuaries, and Coastal Seas, Aqua Publications, Delft Hydraulics, the Netherlands. (chapter 3).



عنوان درس به فارسی: هواشناسی دریایی

عنوان درس به انگلیسی: *Marine Meteorology*

تعداد واحد: ۳

نوع واحد: نظری

نوع درس: اختیاری

تعداد ساعت: ۴۸ ساعت نظری

پیش‌نیاز: -

هم‌نیاز: -

آموزش تکمیلی عملی: دارد ○ ندارد ● سفر علمی ○ کارگاه ○ آزمایشگاه ○ سمینار ○

هدف اصلی درس: آشنایی با مفاهیم بنیادی، پدیده‌ها و گردش‌های جوی مرتبط با اقیانوس‌ها و دریاها به منظور شناخت برهمکنش‌های خشکی-دریا و هوا-دریا و در صورت امکان شبیه‌سازی و پیش‌بینی آن‌ها.

سرفصل درس: ۴۸ ساعت نظری

فصل اول- ترکیبات و ساختار جو

عناصر تشکیل دهنده جو در نزدیکی سطح زمین؛ تغییرات عناصر تشکیل دهنده جو با زمان، فصل و محل؛ ساختار قائم جو.

فصل دوم- تابش خورشیدی و بودجه جهانی انرژی

تابش خورشید و تغییرات آن با زمان، تابش خورشیدی در نزدیکی سطح زمین و توزیع زمانی-مکانی آن، توازن انرژی تابشی در سامانه زمین، اثر ترکیب جو بر بودجه گرمایی.

فصل سوم- چرخه آب‌شناختی

تبخیر، نقش بخار آب در توزیع انرژی جو و شکل‌گیری پدیده‌های جوی، ابر و بارش.

فصل چهارم- پایداری جوی و نقش آن در شکل‌گیری پدیده‌های جوی

توزیع دما در جو، تغییرات دما با ارتفاع، تغییرات دما با ارتفاع در یک فرایند بی‌دررو، اثر بخار آب بر تغییرات دما با ارتفاع در یک فرایند بی‌دررو با و بدون تغییر فاز آب، بررسی پایداری ایستایی جو با استفاده از ساختار دمایی در راستای قائم، پایداری دینامیکی.

فصل پنجم - فشار جوی و باد در مقیاس جهانی

توزیع مکانی فشار جوی، الگوهای فشاری دائمی، الگوهای فشاری گذرا، چرخندها و واچرخندها، باد، عوامل ایجاد جریان باد در جو، الگوهای دائمی باد، الگوهای فصلی جریان هوا، تغییرات باد در راستای قائم، رود بادها.

فصل ششم- سامانه‌های همدیدی عرض‌های میانی

توده‌های هوا و دسته‌بندی و شکل‌گیری آن‌ها، تغییرات توده‌های هوا و فرایندهای مؤثر در آن، جبهه و انواع جبهه‌های جوی، جبهه‌زایی.



فصل هفتم - مناطق حاره‌ای

توزیع فشار در منطقه حاره، ساختار جریان باد در منطقه حاره، اغتشاش‌های حاره‌ای، منطقه همگرایی درون حاره‌ای، گردش واکر، انینو-نوسان جنوبی (اتسو) و ویژگی‌های آن، پدیده‌های فرین در منطقه حاره و چگونگی توزیع آن‌ها.

فصل هشتم - لایه‌مرزی سیاره‌ای دریایی

تعریف لایه‌مرزی سیاره‌ای و تقسیم‌بندی آن؛ لایه سطحی؛ لایه اکمن؛ ساختار جریان باد در لایه‌مرزی؛ شارهای تکانه، گرمای محسوس و گرمای نهان؛ تنش سطحی و ضریب کشال.

فصل نهم - برهمکنش‌های دریا - خشکی و دریا - هوا

نسیم دریا - خشکی، فراچاهش در مناطق ساحلی، شکل‌گیری مه در حوالی ساحل، رودباد در مناطق ساحلی، گردش‌های سطحی.

فصل دهم - آشنایی با شبکه دیدبانی همدیدی و تحلیل نقشه‌های وضع هوا

شبکه‌های دیدبانی همدیدی جوی و دریایی، نقشه‌های وضع هوا و الگوهای همدیدی، اصول تحلیل نقشه‌های وضع هوا.

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهایی	پروژه
-	✓	آزمون های نوشتاری: ✓	-
		عملکردی: -	

فهرست منابع:

1. Ahrens, C. D., 2013: *Meteorology today*. 10th Ed., Brooks/Cole, Cengage Learning, 642 pp.
2. Barry, R. G., and R. J. Chorley, 2014: *Atmosphere, Weather & Climate*. 8th Ed, Methuen, London, U. K., 412 pp.
3. Bigg, G. R., 2003: *The Oceans and Climate*. Cambridge University Press, 278 pp.
4. Hsu, S. A. 1988: *Coastal Meteorology*. Academic Press, 263 pp.
5. Roll, H. U. 1965: *Physics of the Marine Atmosphere*. Academic Press, 441 pp.
6. Subramaniam, H., 2002: *Marine Meteorology*. Vijaya Pub., Bombay, India, 262 pp.

فهرست مطالعات:

1. Ahrens, C. D., 2013: *Meteorology today*. 10th Ed., Brooks/Cole, Cengage Learning, (chapters 1, 2, 4, 6, 8, 10 and 11).
2. Barry, R. G., and R. J. Chorley, 2014: *Atmosphere, Weather & Climate*. 8th Ed, Methuen, London, U. K., (chapters 1-5, 8 and 11).
3. Bigg, G. R., 2003: *The Oceans and Climate*. Cambridge University Press, Ch. 1, 2, 5.
4. Hsu, S. A. 1988: *Coastal Meteorology*. Academic Press, (chapters 2, 5-7).



عنوان درس به فارسی: سنجش از دور اقیانوس

عنوان درس به انگلیسی: *Ocean Remote Sensing*

تعداد واحد: ۳

نوع واحد: نظری

نوع درس: اختیاری

تعداد ساعت: ۴۸ ساعت نظری

پیش‌نیاز: اصول فیزیک دریا

همین‌باز: -

آموزش تکمیلی عملی: دارد ○ ندارد ● سفر علمی ○ کارگاه ○ آزمایشگاه ○ سمینار ○

هدف اصلی درس: آشنایی با اصول سنجش‌از‌دور، انواع داده‌های ماهواره‌ای، نحوه تحلیل و کاربرد داده‌های ماهواره‌ای.

سرفصل درس: ۴۸ ساعت نظری

فصل اول - مبانی

مکانیک مدار، هندسه اندازه‌گیری و کاوش، تعریف سنجش‌از‌دور.

فصل دوم - ماهواره‌ها

انواع ماهواره‌ها و نحوه قرارگرفتن ماهواره‌ها در اطراف زمین، آشنایی با ماهواره‌های کاربردی در اقیانوس‌شناسی.

فصل سوم - تصویربرداری

روش‌های تصویربرداری، قلبش، کاربرد ماهواره‌ها در شناخت پدیده‌های سطحی اقیانوس (امواج، جریان‌ها، ارتفاع سطح دریا، دمای سطح دریا و ...).

فصل چهارم - تابش الکترومغناطیسی

تابش الکترومغناطیسی، تابش از جسم بازتابنده کامل، معادله انتقال تابش، خواص و ویژگی‌های جو از دیدگاه انتقال تابش، جذب، گسیل مولکولی، پراکندگی، تضعیف تابش توسط جو، بازتاب، انتقال و جذب در فصل مشترک اقیانوس و جو.

فصل پنجم - فنون سنجش از راه دور دریا

رنگ آب اقیانوس، مشاهده تابش‌های فروسرخ از دمای سطح دریا، روش تحلیل داده‌ها و تشکیل تصاویر ماهواره‌ای، مقدمه‌ای بر تصویربرداری ریزموج (میکروویو)، مقدمه‌ای بر رادار و نحوه تصویربرداری رادار، نظریه و فن *Synthetic Aperture Radar (SAR)*، ارتفاع‌سنج راداری، پراکنش‌سنج راداری، ارتفاع‌سنجی توسط ماهواره‌ها نظیر *TOPEX/POSEIDON*.

فصل ششم - آشنایی با دورسنجی عملیاتی

آشنایی با منابع موجود و نحوه داتلود و زمین مرجع کردن تصاویر، پردازش تصاویر به جهت دستیابی به داده‌های *SST* و کلروفیل-*a* و ... آشنایی با داده‌های دورسنجی موجود از باد و موج بر روی اقیانوس‌ها و نحوه دستیابی و تحلیل اطلاعات.



پروژه	آزمون های نهایی	میان ترم	ارزشیابی مستمر
✓	✓ آزمون های نوشتاری:	✓	✓
	عملکردی: -		

فهرست منابع:

1. Cherny, I. V., and V. Y. Raizer, 1998: *Passive Microwave Remote Sensing of Oceans*. John Wiley and Sons, 204 pp.
2. Comiso, J., 2010: *Polar Oceans from Space*. Springer, 430 pp.
3. Elachi, C., van Zyl, J., 2006: *Introduction to the Physics and Techniques of Remote Sensing*. Wiley Series, 2nd Edition, 552 p.
4. Martin, S., 2004: *An Introduction to Ocean Remote Sensing*. Cambridge University Press, 454 pp.
5. Robinson, I. S., 2004: *Measuring the Oceans from Space: The principles and methods of satellite oceanography*. Springer, 669 pp.

فهرست مطالعات:

4. Martin, S., 2004: *An Introduction to Ocean Remote Sensing*. Cambridge University Press, 454 pp.
5. Robinson, I. S., 2004: *Measuring the Oceans from Space: The principles and methods of satellite oceanography*. Springer, 669 pp.



عنوان درس به فارسی: آکوستیک دریا
عنوان درس به انگلیسی: *Ocean Acoustics*

تعداد واحد: ۳

نوع واحد: نظری

نوع درس: اختیاری

تعداد ساعت: ۴۸ ساعت نظری

پیش‌نیاز: اصول فیزیک دریا

هم‌نیاز: -

آموزش تکمیلی عملی: دارد ○ ندارد ● سفر علمی ○ کارگاه ○ آزمایشگاه ○ سمینار ○
هدف اصلی درس: آشنایی با چگونگی انتقال امواج صوتی در محیط آبی اقیانوس‌ها و عوامل مؤثر بر آن.

سرفصل درس: ۴۸ ساعت نظری

فصل اول - مقدمه

سرعت صوت در دریا، نیمرخ‌های نمونه سرعت صوت در اقیانوس، کانال‌های صوتی، نکاتی درباره اثر تغییر حالت اقیانوس بر سرعت صوت، انتشار و جذب صوت در اقیانوس.

فصل دوم - نظریه پرتو میدان صوت در دریا

معادله موج صوتی، معادله هلمهولتز، شکست پرتو صوتی، انتشار افقی صوت، شدت صوت، قانون اسنل برای انتشار وابسته به برد (*range-dependent*)، توموگرافی صوتی اقیانوس.

فصل سوم - بازتاب امواج صوتی در سطح و کف دریا

ضرایب بازتاب و انتشار در سطح و کف دریا (شامل سطوح مایع و جامد)، بازتاب از محیط لایه‌ای.

فصل چهارم - چشمه‌های صوتی

میدان صوت چشمه‌های زیرآبی، نمایش موجی و پرتوی، الگوی جهتی، توان انتشار، بسط موج کروی به امواج بازتابی و جانبی.

فصل پنجم - انتشار موج صوتی در دریا

انتشار صوت در آب‌های کم‌عمق، نمایش پرتوی میدان صوت در یک لایه، مدهای بهنجار موج در یک لایه و دو لایه، کانال صوتی زیرآبی (به دام افتادگی)، نظریه پرتو در کانال صوتی، زمان انتشار، مناطق همگرایی، میدان چشمه نقطه‌ای در کانال صوتی، موجبرخطی، مدهای بهنجار در تقریب *WKB*.

فصل ششم - موجبرهای وابسته به محدوده

مدهای بهنجار موج در محیط چینه‌بندی شده، ناوردایی پرتو و شرایط آن، مثال‌های پرتو در محیط‌های دریایی.



فصل هفتم- پراکندگی و جذب صوت در دریا

پارامتر ریلی، پراکنش در سطوح ناهموار، ضریب پراکندگی برای سطح اقیانوس، ضریب پراکندگی برای امواج با بسامد بالا، طیف انرژی، پراکندگی صوت در محیط ناهمگن، پراکندگی حجمی، اتلاف صوت با بسامد پایین در کانال صوتی، اثرات امواج درونی بر پراکندگی، جذب و پراکندگی توسط حباب.

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهایی	پروژه
-	✓	✓ آزمون های نوشتاری:	-
		عملکردی: -	

فهرست منابع:

۱. مبانی آکوستیک، لارنس ئی، کنیولر، استین آر، فرای، ترجمه دکتر ضیاءالدین اسماعیل بیگی و دکتر مهدی بردش، موسسه انتشارات امیرکبیر، ۱۳۸۲
1. Brekhovskikh L., and Y. U. Lysanov, 2003: *Fundamentals of Ocean Acoustics*. 3rd Ed., Springer Verlag.
2. Clay C., and H. Medwin, 1989: *Acoustical Oceanography, Principles and Applications*. John Wiley and Sons.
3. Tolstoy I., and C. Clay, 1987: *Ocean Acoustics, Theory and Experiment in Underwater Sound*, American Institute of Physics.
4. Flatte, S., R. Dashen, W. Munk, K. Watson and F. Zachariasen, 1979: *Sound Transmission through a Fluctuating Ocean*. Cambridge University Press.
5. Etter, P. C., 2003: *Underwater Acoustic Modeling and Simulation*. 3rd Ed., Spom press.
6. Apel, J. R., 1997: *Principles of Ocean Physics*. Cambridge University Press, 631 pp.
7. Jensen, F. B., W. A. Kuperman, M. B. Porter, and H. Schmidt, 1997: *Computational Ocean Acoustics*. American Institute of Physics, 578 pp.
8. Lurton, X., 2011: *Underwater Acoustics: An Introduction*. Springer, 356 pp.

فهرست مطالعات:

1. Brekhovskikh L., and Y. U. Lysanov, 2003: *Fundamentals of Ocean Acoustics*. 3rd Ed., Springer Verlag. (chapters 1-5).
5. Etter, P. C., 2003: *Underwater Acoustic Modeling and Simulation*. 3rd Ed., Spom press, (chapters 2-5).
6. Apel, J. R., 1997: *Principles of Ocean Physics*. Cambridge University Press, 631 pp. (chapters 7, 8).



عنوان درس به فارسی: الکترومغناطیس و نور در دریا

عنوان درس به انگلیسی: *Electromagnetics and Optics of the Sea*

تعداد واحد: ۳

نوع واحد: نظری

نوع درس: اختیاری

تعداد ساعت: ۴۸ ساعت نظری

پیش‌نیاز: اصول فیزیک دریا

همین‌یا: -

آموزش تکمیلی عملی: دارد ○ ندارد ● سفر علمی ○ کارگاه ○ آزمایشگاه ○ سمینار ○

هدف اصلی درس: آشنایی با خواص الکترومغناطیسی نور در دریا و کاربردهای آن.

سرفصل درس: ۴۸ ساعت نظری

فصل اول - خواص الکترومغناطیسی نور

خصوصیات الکترومغناطیسی نور، پراکنش، قطبش، تبدیل فوریه و کاربرد آن در اپتیک.

فصل دوم - نور در دریا

خصوصیات اپتیکی آب دریا، تضعیف تابش نور، تابش نور روی سطح دریا، بازتاب و شکست نور در سطح دریا، نظریه انتقال تابش در

دریا.

فصل سوم - معادلات الکترومغناطیسی

معادلات ماکسول، انرژی الکترومغناطیسی، معادلات موج، کاربرد معادلات ماکسول، شرایط مرزی، میدان‌های الکترواستاتیک،

مگنوستاتیک، میدان‌های متغیر با زمان، پتانسیل‌های متغیر با زمان.

فصل چهارم - انتشار امواج الکترومغناطیسی در دریا

دسته‌بندی مسائل الکترومغناطیسی، انتشار امواج الکترومغناطیسی در شاره‌ها، معادلات امواج الکترومغناطیسی در آب دریا، کاربرد

الکترومغناطیس در دریا

فصل پنجم - فنون تصویربرداری در زیر دریا و مدل‌های انتشار

فنون تصویربرداری زیر آب، وضوح در دریا، رنگ دریا، کاربرد نور در اقیانوس‌شناسی فیزیکی و آشنایی با دستگاه‌های تصویربرداری

در دریا، آشنایی با مدل‌های انتشار، آشنایی با دستگاه‌های اندازه‌گیری امواج الکترومغناطیسی در دریا و آزمایشگاه



روش ارزیابی:

پروژه	آزمون های نهایی	میان ترم	ارزشیابی مستمر
-	آزمون های نوشتاری: ✓	✓	-
	عملکردی: -		

فهرست منابع:

1. *Apel, J. R., 1997: Principles of Ocean Physics. Cambridge University Press, 631 pp.*
2. *Wozniak, B. and Dera, J., 2007, Light absorption in sea water, Springer, 452 pp.*
3. *Kong, J. A., 1986: Electromagnetic Wave Theory. John Wiley and Sons.*
4. *Sadiku, M. N. O., 1989: Elements of Electromagnetism, Holt, Rinehart and Winston pub.*
5. *Sadiku M. N. O., 1992: Numerical Techniques in Electromagnetism, CRC press.*
6. *Jerlov, N. G., 1990: Marine Optics. Elsevier.*
7. *Duffieux, P. M., 1983: The Fourier Transform and its Applications to Optics. John Wiley and Sons.*
8. *Jenkins, A., 1985: Fundamentals of Optics, Francis and Harvey E. White, MC Graw-Hill.*
9. *Tyler, J. E., 1980: Light in the Sea, Dowden, Hutchinson & Ross Inc.*

فهرست مطالعات:

1. *Apel, J. R., 1997: Principles of Ocean Physics. Cambridge University Press, 631 pp. (chapters 8 and 9).*
2. *Wozniak, B. and Dera, J., 2007, Light absorption in sea water, Springer, 452 pp. (chapters, 1-5).*
6. *Jerlov, N. G., 1990: Marine Optics. Elsevier.*



عنوان درس به فارسی: تلاطم در دریا

عنوان درس به انگلیسی: *Turbulence in the Oceans*

تعداد واحد: ۳

نوع واحد: نظری

نوع درس: اختیاری

تعداد ساعت: ۴۸ ساعت نظری

پیش‌نیاز: اصول فیزیک دریا

هم‌نیاز: دینامیک اقیانوس‌ها

آموزش تکمیلی عملی: دارد ○ ندارد ● سفر علمی ○ کارگاه ○ آزمایشگاه ○ سمینار ○
هدف اصلی درس: آشنایی با مبانی تلاطم، چگونگی ایجاد تلاطم و تاثیر آن بر الگوی جریان‌های دریایی.

سرفصل درس: ۴۸ ساعت نظری

فصل اول - مقدمه

برخی خواص آماری تلاطم، انواع تلاطم، سازوکارهای ایجاد تلاطم، اثرات چینه‌بندی و چرخش بر تلاطم، تلاطم دو و سه‌بعدی.

فصل دوم - معادلات حاکم بر تلاطم

معادلات میانگین‌گیری شده، معادلات پیش‌یابی، واریانس و شارهای تلاطمی، معادله انرژی جنبشی تلاطمی، عدد ریچاردسون شاری.

فصل سوم - اثرات چینه‌بندی چگالی بر تلاطم

عدد ریچاردسون شاری، نظریه همانندی مونین - ایکوف، وابستگی ضرایب پخش پیچکی به عدد ریچاردسون.

فصل چهارم - مدل‌های بستر تلاطم

مدل‌های بستر مرتبه ۱، مدل‌های بستر مرتبه $1/5 (K - \varepsilon)$ و مدل‌های بستر مرتبه ۲ و بالاتر.

فصل پنجم - فرآیندهای ایجاد تلاطم در دریا

فرآیندهای شکست امواج نظمی، برش مکانیکی و همرفتی، عدد ریچاردسون در دریا، شکست امواج درونی، نقش تلاطم در اختلاط، نمونه ضرایب پخش پیچکی قائم و افقی در دریا، مدل‌های بستر تلاطم برای مدل‌های گردش اقیانوس.

فصل ششم - همرفت پخش دوگانه

ضرایب پخش در همرفت پخش دوگانه، مقایسه پخش تلاطمی با پخش توسط همرفت پخش دوگانه در دریا.



روش ارزیابی:

پروژه	آزمون های نهایی	میان ترم	ارزشیابی مستمر
-	✓ آزمون های نوشتاری:	✓	-
	عملکردی: -		

فهرست منابع:

1. Monin, A. S., and P. V. Ozmidov, 1985: *Turbulence in the Ocean*. Translation Editor: H. Tennekes, D. Redel pup. 254 pp.
2. Kantha L. H., and C. A. Clayson, 2000: *Small Scale Processes in GFD*. Academic Press, 884 pp.
3. Tennekes, H., and J. L. Lumley, 1982: *A First Course in Turbulence*. 2nd Ed, MIT Press, 300 pp.
4. Baumert, H. Z., H. J. Simpson, and J. Sunder Mann, 2005: *Marine Turbulence*. Cambridge University Press, 630 pp.
5. Salmon, R., 1998: *Lectures on Geophysical Fluid Dynamics*. Oxford University Press, 378pp.
6. Tritton, D. J., 1988: *Physical Fluid Dynamics*. 2nd Ed., Oxford University Press, 519pp.
7. Thorpe, S. A., 2007: *An Introduction to Ocean Turbulence*. Cambridge University Press, 264 pp.

فهرست مطالعات:

1. Monin, A. S., and P. V. Ozmidov, 1985: *Turbulence in the Ocean*. Translation Editor: H. Tennekes, D. Redel pup. 254 pp. (chapters 1-5).
3. Tennekes, H., and J. L. Lumley, 1982: *A First Course in Turbulence*. 2nd Ed, MIT Press, 300 pp. (chapters 1-3).
4. Baumert, H. Z., H. J. Simpson, and J. Sunder Mann, 2005: *Marine Turbulence*. Cambridge University Press, 630 pp. (chapters 1-6).
7. Thorpe, S. A., 2007: *An Introduction to Ocean Turbulence*. Cambridge University Press, 264 pp. (chapters 1, 3, 4).



عنوان درس به فارسی: برهمکنش هوا - دریا
عنوان درس به انگلیسی: *Air-Sea Interaction*

تعداد واحد: ۳

نوع واحد: نظری

نوع درس: اختیاری

تعداد ساعت: ۴۸ ساعت نظری

پیش‌نیاز: دینامیک شارهای ژئوفیزیکی

هم‌نیاز: دینامیک اقیانوس‌ها

آموزش تکمیلی عملی: دارد ○ ندارد ● سفر علمی ○ کارگاه ○ آزمایشگاه ○ سمینار ○

هدف اصلی درس: شناخت پدیده‌های ناشی از تأثیرگذاری مقابل آب‌وهوا بر یکدیگر در اقیانوس‌ها.

سرفصل درس: ۴۸ ساعت نظری

فصل اول - مقدمه

لایه مرزی سطح دریا، شارهای سطحی، شرایط مرزی در سطح دریا، بودجه انرژی نزدیک سطح.

فصل دوم - روش انتقال

روش‌های انتقال توده‌ای بین جو و اقیانوس، ناهمواری سطح دریا (قانون چارنوک)، قانون‌های نگارتمی، نمایه‌های قائم باد و دما در لایه سطحی.

فصل سوم - شارهای تلاطمی در لایه سطحی جو و روی اقیانوس

اثر پایداری روی انتقال و شارهای سطحی، روش‌های پارامترسازی انتقال، اشاره‌ای به نظریه همانندی مونین - اِیکوف.

فصل چهارم - لایه آمیخته اقیانوس

مشاهدات لایه آمیخته اقیانوس، تغییرات عمق لایه آمیخته، عوامل واداشت تغییر عمق لایه آمیخته اقیانوس.

فصل پنجم - مدل‌های تخمین عمق لایه آمیخته

مدل‌های تلاطمی لایه آمیخته، مدل‌های ابعادی، مدل‌های فیزیکی لایه آمیخته اقیانوس.

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون‌های نهایی	پروژه
-	✓	آزمون‌های نوشتاری: ✓	-
		عملکردی: -	



فهرست منابع:

1. Casandy, G. T., 2001: *Air-sea Interaction: Laws and Mechanisms*. Cambridge University Press, 248 pp.
2. Hsu .S. A., 1988: *Coastal Meteorology*. Academic Press, 263 pp.
3. Jones, I. S. F., and Y. Toba (Eds.), 2008: *Wind Stress over the Ocean*. Cambridge University Press, 328 pp.

فهرست مطالعات:

1. Casandy, G. T., 2001: *Air-sea Interaction: Laws and Mechanisms*. Cambridge University Press, 248 pp. (chapters 1-5).
3. Jones, I. S. F., and Y. Toba (Eds.), 2008: *Wind Stress over the Ocean*. Cambridge University Press, 328 pp. (chapters 1-3).



عنوان درس به فارسی: مدل سازی فیزیکی دریا

عنوان درس به انگلیسی: *Physical Modeling of the Sea*

تعداد واحد: ۳

نوع واحد: ۲ واحد نظری و ۱ واحد عملی

نوع درس: اختیاری

تعداد ساعت: ۳۲ ساعت نظری و ۳۲ ساعت عملی

پیش نیاز: دینامیک شماره های ژئوفیزیکی

همینا: -

آموزش تکمیلی عملی: دارد • ندارد ○ سفر علمی • کارگاه ○ آزمایشگاه • سمینار ○

هدف اصلی درس: آشنایی با مدل سازی آزمایشگاهی و طراحی شرایط آزمایشگاهی.

سرفصل درس: ۳۲ ساعت نظری و ۳۲ ساعت عملی

فصل اول - مقدمه

مبانی مدل سازی فیزیکی، همانندی هندسی، همانندی دینامیکی، اعداد بی بعد مهم در اقیانوس شناسی شامل اعداد رینولدز، فرود (سطحی و درونی)، ریلی، راسبی، اکمن.

فصل دوم - مقدمه بر تحلیل ابعادی

همگنی ابعادی در روابط فیزیکی، قضیه پی (باکینگهام).

فصل سوم - مبانی روش های شبیه سازی فیزیکی

تعیین معیارهای همانندی هندسی، دینامیکی و سیستماتیک.

فصل چهارم - نمونه هایی از مدل سازی فیزیکی در اقیانوس شناسی

مدل امواج ساحلی، مدل نحوه برهمکنش و شکست امواج بر ساحل، شبیه سازی خورها و مصب ها، شبیه سازی در شاردهای چرخان، مدل جریان از روی موانع.

فصل پنجم - قسمت عملی

انجام برخی از مدل های فیزیکی اقیانوس شناسی در آزمایشگاه.

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهایی	پروژه
-	✓	✓ آزمون های نوشتاری:	✓
		عملکردی: -	



فهرست منابع:

1. Hughes, S. A., 1993: *Physical Models and Laboratory Techniques in Coastal Engineering*. World Scientific, 568 pp.
2. Elder, J. A. and J. Williams, 1996: *Fluid Physics for Oceanographers and Physicists*. Butterworth – Heinemann, 395 pp.
3. Prandtl, L., and Q. G. Tietjens, 1934: *Applied Hydro and Aeromechanics*. Mc Grow–Hill, NY, 311 pp.

فهرست مطالعات:

1. Hughes, S. A., 1993: *Physical Models and Laboratory Techniques in Coastal Engineering*. World Scientific, 568 pp. (chapters 1-6).
2. Elder, J. A. and J. Williams, 1996: *Fluid Physics for Oceanographers and Physicists*. Butterworth – Heinemann, 395 pp. (chapters 2, 3 and 4).

