

طرح درس: تئوری امواج و جزر و مد پیشرفته (Advanced Wave and Tide Theory)

گروه آموزشی: علوم غیرزیستی، جوی و اقیانوسی

رشته: فیزیک دریا

مقطع: دکتری

تعداد واحد: ۲ واحد نظری

پیش‌نیاز: ندارد

نام مدرس: مریم راهبانی

نحوه ارزشیابی

- ارائه‌های دانشجویان: هر ارائه از ۲۰ نمره محاسبه می‌شود.
- امتحان پایان‌ترم: از ۲۰ نمره محاسبه می‌شود.
- نمره نهایی: میانگین کل نمرات ارائه‌ها و نمره امتحان پایان‌ترم.
- حضور و مشارکت فعال: شرط لازم برای کسب نمره نهایی.
- امتحان میان‌ترم: ندارد.

اهداف کلی درس

۱. بررسی پیشرفته نظریه امواج سطحی با تمرکز بر امواج طیفی و مدل‌های آماری موج.
۲. درک فیزیکی و ریاضی توصیف آماری امواج دریا و رابطه آن با باد و شرایط مرزی.
۳. آشنایی با نظریه‌های طیفی (Spectral Theories) از جمله طیف‌های انرژی موج و انتقال انرژی.
۴. بررسی فرایندهای غیرخطی در تکوین و تحول طیف امواج.
۵. تحلیل برهم‌کنش موج-جریان و اثرات آن در دینامیک ساحلی و اقیانوسی.

۶. ارتقای مهارت پژوهشی دانشجویان از طریق مطالعه و ارائه مقالات علمی روز دنیا در زمینه طیف موج و مدل سازی عددی.

منابع پیشنهادی

۱. Komen, G. J., Cavaleri, L., Donelan, M., Hasselmann, K., Hasselmann, S., & Janssen, P. A. E. M. *Dynamics and Modelling of Ocean Waves*. Cambridge University Press.

۲. Holthuijsen, L. H. *Waves in Oceanic and Coastal Waters*. Cambridge University Press.

۳. Young, I. R. *Wind Generated Ocean Waves*. Elsevier.

۴. Tucker, M. J., & Pitt, E. G. *Waves in Ocean Engineering: Measurement, Analysis, Interpretation*. Elsevier.

۵. مقالات علمی روز (Elsevier, Ocean Modelling, Coastal Engineering, JPO) درباره

طیف موج، مدل های SWAN ، WAVEWATCH III و تئوری های انرژی موج.

ساختار برگزاری جلسات

مدل آموزشی:

- هر هفته یک جلسه دو ساعته برگزار می شود.
- هفته نخست به تدریس استاد اختصاص دارد (مبانی نظری و ریاضی).
- هفته بعد ویژه ارائه های دانشجویان و بحث گروهی پیرامون موضوعات پیشرفته و مقالات تخصصی است.

برنامه هفتگی پیشنهادی

جلسه ۱-۲

- معرفی درس، اهداف و تقسیم موضوعات ارائه.
- مرور مبانی نظری موج‌های تصادفی و طیفی.
- معرفی مفاهیم تابع خودهمبستگی، تابع چگالی طیف (Spectral Density Function) و ویژگی‌های موج آماری.
- ارائه دانشجویان: مرور مقالات مرجع درباره روش‌های آماری موج.

جلسه ۳-۴

- معادلات پایه برای امواج سطحی غیرمنظم؛ مقایسه موج منظم و نامنظم.
- معرفی طیف‌های متداول (Pierson-Moskowitz)، (JONSWAP).
- تفسیر فیزیکی پارامترهای طیفی (α) ، γ ، (σ) .
- ارائه‌های دانشجویان: تحلیل داده‌های واقعی و استخراج طیف موج از سیگنال زمانی.

جلسه ۵-۶

- فرآیند رشد موج بر اثر باد، نظریه فچ (Fetch) و روابط تجربی بین انرژی و باد.
- معادله انتقال انرژی موج (Energy Balance Equation).
- مفاهیم منبع، جذب و انتقال انرژی.
- ارائه دانشجویان: بررسی مدل‌های انرژی موج و مقایسه بین مدل‌های عددی (SWAN)، (WAM).

جلسه ۷-۸

- تئوری‌های غیرخطی در امواج: برهم‌کنش سه‌موجی و چهارموجی.
- پدیده‌های پاشندگی و تمرکز انرژی.
- موج‌های بلند و اثرات برهم‌کنشی.

- ارائه‌های دانشجویان: مرور مقالات درباره موج‌های غیرخطی و موج‌های سونامی طیفی.

جلسه ۹-۱۰

- انتقال انرژی بین نواحی طیفی، شکست موج، و مدل‌سازی تحول طیف در نواحی کم‌عمق.
- تئوری ریلی برای توزیع ارتفاع موج.
- ارائه دانشجویان: مدل‌سازی عددی تحول طیف در ناحیه ساحلی.

جلسه ۱۱-۱۲

- برهم‌کنش موج-جریان و اثرات جریان سطحی و بستر بر طیف انرژی.
- کاربرد در مدل‌سازی عددی جریان‌های جزر و مدی همراه با امواج.
- ارائه دانشجویان: مرور پژوهش‌های ترکیبی موج-جریان در محیط‌های ساحلی.

جلسه ۱۳-۱۴

- موج‌های چندجهتی (Directional Spectra) و روش‌های اندازه‌گیری و بازسازی.
- بررسی روش‌های تبدیل موج‌نگاشت به طیف جهت‌دار.
- ارائه دانشجویان: کاربرد طیف‌های جهت‌دار در پیش‌بینی انرژی موج.

جلسه ۱۵-۱۶

- روندهای پژوهشی نوین در حوزه امواج طیفی (داده‌های ماهواره‌ای، یادگیری ماشین، تحلیل بی‌خطی).
- جمع‌بندی مباحث نظری و کاربردی.
- ارائه‌های پایانی دانشجویان و بحث گروهی نهایی.

نکات اجرایی

- موضوعات ارائه در جلسه اول میان دانشجویان تقسیم می‌شود.
- هر دانشجو موظف است علاوه بر ارائه، خلاصه مقاله یا گزارش تحلیلی (حدود ۵ صفحه) تحویل دهد.
- ارائه‌ها باید شامل تحلیل کمی (با استفاده از داده، مدل یا طیف واقعی) باشند.
- نمره نهایی میانگین نمرات ارائه‌ها و امتحان پایان‌ترم است.
- تمرکز اصلی درس بر درک فیزیکی و تحلیلی امواج طیفی است نه صرفاً محاسبات عددی.