

عنوان درس به فارسی:		اجزاء محدود ۲	
عنوان درس به انگلیسی:		Finite Element Method 2	
نوع درس و واحد			
نظری	پایه	اجزاء محدود ۱	
عملی	تخصصی	ندارد	
نظری-عملی	اختیاری	۳	تعداد واحد:
رساله / پایان نامه		۴۸	تعداد ساعت:

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر:

هدف کلی:

- در درس روش اجزاء محدود ۲، روش اجزاء محدود غیرخطی تدریس می‌شود. هدف این درس آشنائی دانشجویان با حل مسائل غیر خطی شامل تغییر شکل بزرگ مواد هایپر الاستیک و تغییر شکل بزرگ پلاستیک فلزات است. این درس مخصوص دانشجویان ارشد و دکترای گروه طراحی کاربردی تدوین شده است زیرا تحقیقات جدید در زمینه پلیمرها، هیدروژل‌ها و بافت‌ها که دارای تغییر شکل بزرگ هستند، و همچنین در تحقیقات چند فیزیکی و چند مقیاسی استفاده از روش اجزاء محدود غیرخطی ضروری است. همچنین تحلیل تغییر شکل بزرگ پلاستیک فلزات که از مسائل مهم مهندسی در صنایع مختلف است، نیازمند روش اجزاء محدود غیرخطی می‌باشد.

اهداف ویژه:

- انتقال دانش مورد نیاز برای انجام پایان نامه ارشد و دکتری
- توسعه بکارگیری روش اجزاء محدود غیر خطی در مسائل مهندسی در صنایع مختلف
- ایجاد بستر لازم برای پژوهش‌های جدید چند فیزیکی و چند مقیاسی در فناوری‌های دانش بنیان

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱- مقدمه

آشنایی با روش اجزاء محدود غیرخطی- اهمیت و کاربردهای آن در مسائل مهندسی و پژوهش‌های جدید- قابلیت‌ها و محدودیت‌های آن- تاریخچه مختصر روش اجزاء محدود غیرخطی- آشنایی با نرم‌افزارهای تجاری تحلیل اجزاء محدود غیرخطی

۲- فرایند تحلیل اجزاء محدود غیرخطی

مسائل غیرخطی در مکانیک جامدات- غیر خطی هندسی- غیر خطی مادی- غیر خطی شرط مرزی- روش‌های حل معادلات جبری غیرخطی (روش نیوتن رافسون، روش نیوتن رافسون اصلاح شده، روش سکانت)- مراحل تحلیل اجزاء محدود غیرخطی- خطی سازی روابط غیرخطی

۳- اجزاء محدود لاگرانژی و اوپلری یک بعدی

المان‌های لاگرانژی- المان‌های اوپلری- فرمول‌بندی لاگرانژی کلی (معادلات حاکم، فرم ضعیف، گسسته سازی)- فرمول‌بندی لاگرانژی بهنگام (معادلات حاکم، فرم ضعیف، گسسته سازی)

۴- مقدمه‌ای بر مکانیک محیط‌های پیوسته غیرخطی

نگاشت تغییر شکل- معیارهای کرنش- معیارهای تنش- معادلات بقا- معادلات مشخصه غیرخطی- استقلال نسبت به دستگاه مرجع- نرخ‌های عینی- نگاشت‌های جلودان و عقب‌کش- مشتقات لی

۵- المان‌های لاگرانژی

معادلات حاکم-فرم ضعیف و فرم قوی-گسسته سازی اجزاء محدود لاگرانژی بهنگام-فرم ضعیف لاگرانژی کلی-فرمول بندی اجزاء محدود لاگرانژی کلی

۶- تحلیل اجزاء محدود مسائل الاستیک غیرخطی

فرمول بندی لاگرانژی کلی تحلیل الاستیک غیرخطی (معادلات حاکم، فرم ضعیف، گسسته سازی)-فرمول بندی لاگرانژی بهنگام
تحلیل الاستیک غیرخطی (معادلات حاکم، فرم ضعیف، گسسته سازی)-مواد هایپر الاستیک (مدل تئو هوکین، مدل مونی ریولین)-
فرمول بندی اجزاء محدود الاستیک غیرخطی-برنامه نویسی اجزاء محدود هایپر الاستیک غیرخطی

۷- تحلیل اجزاء محدود مسائل الاستیک-پلاستیک

الاستوپلاستیسته کرنش کوچک یک بعدی (معادلات حاکم، فرمول بندی اجزاء محدود)-الاستوپلاستیسته کرنش کوچک سه بعدی (معادلات حاکم، فرمول بندی اجزاء محدود)-الاستوپلاستیسته کرنش کوچک دوران بزرگ (معادلات حاکم، فرمول بندی اجزاء محدود)-الاستوپلاستیسته تغییر شکل بزرگ (معادلات حاکم، فرمول بندی اجزاء محدود)-برنامه نویسی اجزاء محدود الاستوپلاستیک غیرخطی

۸- روش‌ها و پایداری حل

روش‌های صریح-روش‌های ضمنی-روش‌های تحلیل پایداری-پایداری عددی-پایداری مادی

ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

مشارکت دانشجویان در مباحث هنگام تدریس و ارایه سمینار پروژه درسی

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت کلاسی و حل تمرینات، نوشتن برنامه‌های کامپیوتری و انجام پروژه در طول نیم‌سال ۵۰ درصد

آزمون میان و پایان نیم‌سال ۵۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

وایت بورد- کامپیوتر- ویدئو پروژکتور

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

- Nonlinear Finite Elements for Continua and Structures, 2nd ed, T. Belytschko, W.K. Liu, B. Moran, K.I. Elkhodary, Wiley, 2014.
- Introduction to Nonlinear Finite Element Analysis, N.H. Kim, Springer, 2015.
- Nonlinear Finite Element Analysis of Solids and Structures, 2nd ed, R. de Borst, M.A. Crisfield, J.J.C. Remmers, C.V. Verhoosel, Wiley, 2012.