

## درس دینامیک غیرخطی سازه‌ها Dynamic Nonlinear Analysis of Structures

مدرس: دکتر کاوه کرمی

### ادامه درس:

- تحلیل سازه‌ها (استاتیک، دینامیک، مقاومت مصالح، تحلیل سازه‌ها، مهندسی زلزله، پایداری)
- دینامیک سازه‌ها (از دید معادلات تعادل، حرکت و حل این معادلات بدون ورود به ماتریس سختی)
- تحلیل ماتریسی، المان محدود خطی و غیرخطی (از دید المان‌ها و ورود به ماتریس سختی)

### هدف درس:

آشنایی با اصول آنالیز غیرخطی دینامیکی سازه‌ها و کاربرد آن در مسائل دینامیکی و مهندسی زلزله و نیز در حد امکان معرفی تعدادی از نرم‌افزارها (نرم‌افزارهایی که از یک مرکز دانشگاهی یا تحقیقاتی پشتیبانی می‌شوند مناسب‌تر است).  
مباحث این درس از نظر تئوری سنگین است بنابراین کاربرد آن را حتما باید دید تا مطالب آن تفهیم شود.

### Course Outline:

#### **1- Introduction to Nonlinear Static & Dynamic Analysis**

Introduction to nonlinear analysis  
The Total Lagrangian (T.L.) and Updated Lagrangian (U.L.)  
Overview of some material descriptions  
The general approach to nonlinear analysis  
Introduction (to static analysis)  
Introduction (to dynamic analysis)  
General concepts (SDOF, step by step methods)  
Preliminary comments (MDOF, step by step methods)

#### **2- Solution of Nonlinear Equations: Static and Dynamic**

Newton - Raphson schemes

The BFGS method  
Load displacement constraint methods  
Convergence criterion  
Vector & matrix norms

### 3- Numerical Approximation Procedures in Dynamic Analysis

General Comments  
Direct integration methods  
Second central difference formulation  
Integration methods:  
    Houbolt method  
    Euler Gauss method  
    Newmark  $\beta$  method  
    Wilson  $\theta$  method

### 4- Analysis of Direct Integration Methods ( در مهندسی عمران کاربرد بیشتری دارد )

Direct integration approximation & load operators  
Stability analysis  
Accuracy analysis  
Some practical considerations

### 5- Solution of Nonlinear Equations in Dynamic Analysis

Explicit Integrations  
Implicit Integrations  
Solution using mode superposition

(مقایسه روش‌ها با همدیگر، ارزیابی هر روش، بررسی پایداری هر روش. در کل جمع‌بندی فصول قبل است)

### 6- Introduction to Nonlinear Software

---

### **References:**

- [1] Chopra, A.K. (2012) **Dynamics of Structures: Theory and Applications to Earthquake Engineering**, 4th Edn., Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
- [2] Clough, R.W. and Penzien, J. (1995) **Dynamics of Structures**, 3rd Edn., Computers and Structures, Inc., Berkeley, CA (USA).
- [3] Paz, M. (1997) **Structural Dynamics: Theory and Computations**, 4th Edn., Chapman & Hall.
- [4] Roy R. Craig Jr. and Andrew J. Kurdila. (2006) **Fundamentals of structural Dynamics**, 2nd Edn., John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, NJ.
- [5] Worden, K. and Tomlinson G.R. (2001) **Nonlinearity in Structural Dynamics: Detection Identification and Modelling**, IOP Publishing Ltd, Bristol, UK.

- [6] Yang, Y.B. and Kuo, S.R. (1994) **Theory and Analysis of Nonlinear Framed Structures**, Prentice Hall PTR.
- [7] Majid, K.I. (1972) **Non-linear structures; matrix methods of analysis and design by computers**, Wiley-Interscience.
- [8] Meirovitch, L. (2001) **FUNDAMENTALS OF VIBRATIONS**, McGraw-Hill Higher Education.
- [9] Wilson, E.L. (1995) **Three dimensional static and dynamic analysis of structures: A physical approach with emphasis on earthquake engineering**, Computers and Structures, Inc. 1995 University Avenue Berkeley, California 94704 USA.
- [10] Bathe, K. J. (1996) **Finite Element Procedures**, Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
- [11] Zienkiewicz, O.C. and Taylor, R.L. (2000) **The Finite Element Methods: Solid Mechanics** Vol.2, 5th Edn., Butterworth-Heinemann.
- [12] Crisfield, M. A. (1991) **Nonlinear Finite Element Analysis of Solids and Structures**, Essentials, John Wiley & Sons, UK.
- [13] Belytschko, T., Liu, W.K. and Moran, B. (2000) **Nonlinear Finite Elements for Continua and Structures**, Wiley.
- [14] Farshad, M. (1994) **Stability of Structures (Developments in Civil Engineering)**, Elsevier Science Ltd.
- [15] Chen, W.F. and Lui, E.M. (1987) **Structural Stability: Theory and Implementation**, Prentice Hall PTR.
- [16] Timoshenko, S.P. and Gere, G.M. (2012) **Theory of Elastic Stability 2<sup>nd</sup> Edn.**, Dover Publications.
- [17] Chan, S.L. and Chui P.P.T. (2000) **NON-LINEAR STATIC AND CYCLIC ANALYSIS OF STEEL FRAMES WITH SEMI-RIGID CONNECTIONS**, ELSEVIER SCIENCE Ltd.
- [18] Narayanan, R. (1983) **Beams and Beams Columns: Stability and Strength**, Applied Science Publishers.
- [19] Okrouhlik, M. (2012) **Numerical methods in computational mechanics**, Institute of Thermomechanics, Prague.
- [20] Dukkipati, R.V. (2010) **MATLAB an Introduction with applications**, New Age International (P) Ltd., Publishers.

## سیستم ارزشیابی

| نمره | موضوع            |
|------|------------------|
| ۱۰   | امتحان پایان ترم |
| ۵    | تکالیف           |
| ۵    | سمینار           |
| ۲۰   | جمع              |

---

## وبسایت دائلود مباحث درسی

<https://prof.uok.ac.ir/Ka.Karami/Teaching-Experience.html>

---

## نکات قابل توجه

۱. حضور و غیاب در فعالیت کلاسی منظور می گردد.
۲. تکالیف به صورت منظم، گویا و تمیز در تاریخ تعیین شده در کلاس باید تحویل گردد.