

# Unit 1

## Failure by Elastic Deflections



**جزوه درس زبان تخصصی مهندسی عمران (کاردانی و کارشناسی)**

**استاد: عبدالمتین ستایش**

برای ارسال نظرات و پیشنهادات به سایت شخصی اینجانب رجوع نموده و یا نظرات و یا پیشنهادات خود را به آدرس  
پست الکترونیک زیر ارسال نمایید:

**Website: [www.ams.ir](http://www.ams.ir), Email: [a\\_matin\\_s@yahoo.com](mailto:a_matin_s@yahoo.com)**



**آخرین ویرایش: فروردین ۹۰**

### شکست در اثر تغییر شکل الاستیک

حداکثر باری که می توان به یک عضو بدون ایجاد وقفه در عملکرد آن اعمال نمود می تواند تابع کرنش الاستیک مجاز یا تغییر شکل عضو باشد. تغییر شکل الاستیکی که می تواند باعث آسیب دیدن عضو شود می تواند تحت شرایط زیر به وقوع بپیوندد:

(الف) تغییر شکل در اثر شرایط تعادل پایدار به طور مثال تغییر طول یک عضو کششی، پیچش یک میله و خیز تیر مخصوصاً تحت بارگذاری تدریجی (یا بارگذاری استاتیکی)

(ب) کمانش یا تغییر شکل ناگهانی به همراه ناگهانی به همراه تعادل ناپایدار که اغلب منجر به فروریختن کلی عضو می شود. این نوع شکست به طور مثال زمانی رخ می دهد که بار محوری تدریجی اعمال شده به یک ستون خیلی لاغر از بار بحرانی اویلر فراتر رود و یا هنگامی که فشار خارجی سیالی که به یک پوسته استوانه ای یا لوله جدار نازک وارد می شود با رسیدن به یک مقدار بحرانی باعث فروریختن آن شود.

(پ) تغییر شکل های الاستیکی که دامنه ارتعاش یک عضو هستند اغلب منجر به شکست عضو می شوند. این شکست در اثر صدای دلخراش، نیروی تکان دهنده، برخورد بخش های متحرک با بخش های ساکن و غیره که در اثر ارتعاش بوجود می آیند پدیدار می شوند.

هنگامی که عضوی در اثر تغییر شکل الاستیک گسیخته می شود، معادلات اصلی طراحی همانهایی هستند که بار و تغییر شکل را به یکدیگر ارتباط می دهند. به طور مثال معادلات مربوط به سه عضو بند (الف) عبارتند از:  $e = PL/(AE)$ ،  $\theta = TL/(GJ)$  و  $\delta = \alpha[WL^3/(EI)]$  که در آن  $\alpha$  ثابتی است که برای یک تیر مشخص و موقعیت مشخص بستگی به نوع تکیه گاه ها و نوع بارگذاری دارد. بایستی متذکر شد که این معادلات حاوی ویژگی های مهم مصالح که در تغییر شکل الاستیک دخالت دارد می باشد یعنی مدول الاستیسیته  $E$  (که بعضی مواقع به آن سختی می گویند) یا  $G = E/[2(1+\nu)]$ . تنش های بوجود آمده در اثر بارگذاری کمیت های مهمی نیستند. به عبارت دیگر تنش ها، بارهایی را که می توان بدون ایجاد آسیب سازه ای به عضو وارد نمود را محدود نمی نمایند و بنابراین خصوصیات مقاومتی مصالح (یعنی تنش تسلیم) در درجه اول اهمیت قرار ندارند. به عبارت دیگر اگر عضوی با ابعاد مشخص قادر به انجام عملکرد باربری اش در اثر تغییر شکل الاستیک بیش از حد نباشد، ظرفیت باربری آن را نمی توان با استفاده از مصالحی قوی تر افزایش داد بلکه باید آن را با استفاده از مصالحی با مدول الاستیسیته بالاتر، سخت تر نمود و یا شکل و ابعاد مقطع را تغییر داد. اما به عنوان یک قاعده کلی، موثر ترین روش برای کاهش تغییر شکل عضو، تغییر مقطع یا افزایش ابعاد مقطع عرضی آن به جای سخت تر کردن مصالح عضو است. علاوه بر این در صورتی که عضو فولادی باشد، سختی آن را نمی توان با جایگزینی آن با مصالحی دیگر به میزان زیادی افزایش داد چون فولاد یکی از سخت ترین مصالح ساختمانی موجود است.

## Part I. Comprehension Exercises

**A. در برابر عبارات صحیح "T" و در برابر عبارات غلط "F" قرار دهید. برای پاسخ خود دلیل بیاورید.**

- .....T..... ۱. در صورتی که عضوی کشیده شود، ممکن است در اثر تغییر شکل الاستیک متحمل شکست شود.  
 .....F..... ۲. تغییر شکل های الاستیک، دامنه ارتعاش یک عضو هستند.  
 .....F..... ۳. شکست در اثر کمانش، جزو شکست های الاستیک محسوب نمی شود.  
 .....T..... ۴. تغییر شکل مقطع عرضی، بهترین راه کاهش تغییر شکل می باشد.  
 .....T..... ۵. با قوی کردن یک مصالح، نمی توان تغییر شکل ها را کاهش داد.

**B. از بین a، b، c و d کاملترین گزینه را انتخاب نمایید.**

۱. یک عضو پایدار .....d.....  
 a. ممکن نیست در اثر تغییر شکل های بیش از حد متحمل شکست شود.  
 b. ممکن است قبل از شکست متحمل کمانش شود.  
 c. ممکن است در صورتی که بار محوری در انتهای آن وارد شود، ناپایدار شود.  
 d. ممکن است در اثر تغییر شکل الاستیک بیش از حد متحمل شکست شود.
۲. هنگامی که شیئی با یک عضو در حال سکون بر خود می نماید، .....b.....  
 a. عضو کمانش خواهد کرد.  
 b. عضو ممکن است در اثر ارتعاشات متحمل شکست شود.  
 c. تنش های ایجاد شده در اثر برخورد دارای اهمیت نیستند.  
 d. عضو ترک خواهد خورد.
۳. وقتی که کسی از شکست در اثر تغییر شکل الاستیک صحبت می کند، نگران .....d..... است.  
 a. تغییر شکل محوری و خمشی  
 b. تغییر شکل پیچشی  
 c. تنها تغییر شکل خمشی  
 d. مقاومت
۴. با در نظر گرفتن یک عضو فولادی، مولف معتقد است که .....c.....  
 a. مقاومت عضو همواره عامل اصلی شکست است.  
 b. اگر مدول الاستیسته عضو بیشتر شود، عضو سخت تر خواهد شد.  
 c. اگر ابعاد مقطع عرضی افزایش یابد، عضو سخت تر خواهد شد.  
 d. عضو های سخت تر، قوی تر هستند.

۵. هنگامی که عضوی در اثر تغییر شکل الاستیک متحمل شکست می شود، ظرفیت باربری آن افزایش خواهد یافت .....b.....
- a. اگر با مصالحی قوی تر جایگزین شود (نقطه تسلیم بالاتر).
- b. اگر مصالحی سخت تر با مدول الاستیسیته بالاتر به کار برده شود.
- c. اگر از فولاد ساخته شود.
- d. اگر وزنش تغییر یابد.
- C. به سوالات زیر به صورت شفاهی پاسخ دهید. (حذف)

## Part II. Language Practices

### ۱. از بین a، b، c و d کاملترین گزینه را انتخاب نمایید.

۱. ....c..... یک عضو به عنوان قابلیت آن برای جذب انرژی تعریف می شود.
- a. الاستیسته
- b. انقطاع
- c. طاقت
- d. جهندگی
۲. اگر .....d..... یک تیر فولادی دو سر ساده در وسط دهانه بالا باشد، عاقلانه تر است که از مقطعی بزرگتر استفاده نماییم.
- a. الاستیسیته
- b. تنش
- c. طاقت
- d. خیز
۳. در طی سالها، حداقل شش .....a..... شکست پیشنهاد شده اند.
- a. ضابطه
- b. پیشنهاد
- c. ویژگی
- d. واقعیت

۴. شواهد تجربی نشان داده اند که بعضی مصالح در اثر .....**d**..... بیش از حد متحمل شکست می شوند.

- a. طاقت
- b. الاستیسیته
- c. قابلیت فشردگی
- d. تنش برشی

۵. رویکرد منطقی .....**a**..... لازم می دارد که حالت عمومی شکست تحت شرایط خدمت دهی مفروض، محاسبه شود.

- a. طراحی
- b. طرح
- c. شکست
- d. انقطاع

## ۲. جاهای خالی را با شکل مناسب کلمات داده شده پر کنید.

### 1. Fail

- a. Glass ...**Fails**... in a brittle manner.
- b. The ...**Failure**...of steel members is initiated by yielding.

۱. شکستن

(الف) شیشه با رفتاری ترد می شکند.

(ب) شکست عضو فولادی با تسلیم آغاز می شود.

### 2. Plastic

- a. The ...**Plasticity** ... index is a measure of the soil's strength
- b. In general, ...**Plastics** ...have nonlinear stress-strain relationships.

۲. پلاستیک

(الف) شاخص پلاستیسیته معیاری از مقاومت خاک است.

(ب) به طور کلی، پلاستیک ها دارای روابط غیر خطی تنش- کرنش هستند.

### 3. Stable

- a. The study of the ... **Stability**.... of structural members is very complicated.
- b. A column may become ... **unstable** ... if the axial load is increased substantially.

۳. پایدار

(الف) مطالعه پایداری عضو های سازه ای بسیار دشوار است.

(ب) یک ستون ممکن است در صورتی که بار محوری به میزان قابل توجهی افزایش یابد، ناپایدار گردد.

## 4. Ductile

- a. Steel is classified as a ... **Ductile** ... material.
- b. The ...**Ductility** ... of steel is inversely proportional to its strength.

۴. شکل پذیر

فولاد به عنوان یکی از شکل پذیرترین مصالح طبقه بندی می شود.  
شکل پذیری فولاد نسبت عکس با مقاومت آن دارد.

## 5. Stiff

- a. The ... **Stiffness** ... of a member increases as it is shortened.
- b. By ... **Stiffening** ... a member, its deformation decreases.

سخت

(الف) با کوتاه شدن عضو، سختی آن افزایش می یابد.  
(ب) با سخت کردن یک عضو، تغییر شکل آن کاهش می یابد.

## C. جاهای خالی را با کلمات داده شده پر نمایید.

به ترتیب:

Yielding, failure, axially, columns, inplane, modes, metal, recrystallization

ترجمه متن به عنوان تمرین به دانشجو واگذار می شود.

## D. جملات زیر را به شکل یک پارگراف مرتب نمایید. حروف مربوطه را در جدول داده شده قرار دهید.

b	c	e	d	a
---	---	---	---	---

Section Two:

Further Reading

## حالت های گسیختگی

هنگامی که یک عضو سازه ای در معرض بارگذاری قرار می گیرد، واکنش آن نه تنها به نوع مصالحی که عضو از آن ساخته شده است بستگی دارد، بلکه به شرایط محیطی و شیوه بارگذاری نیز وابسته است. بسته به اینکه عضو چگونه بارگذاری شده است، ممکن است در اثر تغییر شکل بیش از اندازه که باعث می شود عضو قادر به انجام عملکرد طراحی اش نباشد متحمل شکست شود. همچنین ممکن است در اثر تغییر شکل پلاستیک (تسلیم) که می تواند باعث ایجاد تغییر شکل دائمی نامطلوب شود، متحمل شکست شود. همچنین عضو ممکن است در اثر انقطاع متحمل شکست شود که بسته به مصالح و طبیعت بارگذاری می تواند از نوع شکل پذیر به همراه تغییر شکل پلاستیک قابل توجه و یا از نوع ترد با تغییر شکل پلاستیک اندک و

یا بدون تغییر شکل پلاستیک باشد. مصالحی همچون شیشه، سرامیک، سنگ، بتن غیر مسلح و چدن نمونه هایی از مصالحی (مصالح ترد) هستند که تحت شرایط محیط عادی و بارگذاری کششی آرام به صورت ترد متحمل شکست می شوند. در بارگذاری فشاری تک محوره نیز این مصالح به صورت ترد می شکنند اما طبیعت شکست با حالت شکست مربوط به کشش کاملاً متفاوت است. بسته به عواملی همچون محیط، آهنگ بارگذاری، طبیعت بارگذاری و وجود ترک یا درز فلزات سازه ای می توانند به صورت ترد یا شکل پذیر منقطع شوند.

یکی از انواع بارگذاری که می تواند منجر به شکستگی یا انقطاع ترد فلزات شکل پذیر شود، بارگذاری تکرار شونده است. به طور مثال اگر یک میله دارای سطح صاف که به صورت محوری بارگذاری شده است در معرض بارگذاری متناوب کششی و فشاری با اندازه برابر قرار گیرد، ممکن است در اثر انقطاع (که معمولاً در خستگی دارای چرخه های بالا به صورت ترد است) در سطح تنش بسیار پایین تر از تنش که باعث شکست در بار استاتیکی می شود، متحمل شکست شود. انقطاع یک عضو سازه ای تحت بارگذاری متناوب اغلب شکست خستگی یا گسیختگی نامیده می شود. شکست در اثر خستگی ممکن است با شروع یک یا چند ترک کوچک، معمولاً در همسایگی حداکثر تنش بحرانی در عضو آغاز شود. چرخه تناوبی بار باعث می شود که ترک یا ترک ها گسترش یابند تا زمانی که عضو سازه ای دیگر قادر به حمل بار در سطح ترک خورده نبوده و منقطع می شود. حالت دیگری که در آن عضو سازه ای ممکن است متحمل شکست شود، ناپایداری الاستیک یا پلاستیک است. در این حالت گسیختگی هنگامی که بار وارده به مقدار بحرانی می رسد عضو سازه ای ممکن است متحمل تغییر شکل های بزرگ نسبت به پیکر بندی طراحی شود که به آن بار کمانش (یا بار ناپایداری) می گویند. این نوع گسیختگی ممکن است باعث تغییر شکل بیش از حد یا فقدان قابلیت (به خاطر تسلیم یا شکستگی) حمل بار طرح شود. علاوه بر حالت های شکست فوق، عضو سازه ای ممکن است به خاطر شرایط محیطی خورنده متحمل شکست شود (علمکرد شیمیایی).

برای تشریح بهتر حالت های گسیختگی اعضای سازه ای، حالت های شکست زیر را به طور جامع تری مورد بحث قرار می دهیم:

۱. شکست در اثر تغییر شکل بیش از حد

۲. شکست در اثر تسلیم

(الف) دمای معمولی (اتاق)

(ب) دمای بالای محیط (خزش)

۳. شکست بر اثر انقطاع

(الف) انقطاع ناگهانی مصالح ترد

(ب) انقطاع اعضای دارای ترک یا درز

(ج) انقطاع پیش رونده

(د) انقطاع در طی زمان در اثر دمای بالا محیط

این حالت های شکست و معیارهای شکست مربوط به آن ها در اعضای سازه ای ساده (به طور مثال اعضای کششی، ستون ها، تیرها، اعضای پیچشی با مقطع دایروی) دارای مفهوم بیشتری هستند. در مسائل دو و سه بعدی پیچیده، اهمیت چنین حالت های شکست ساده ای مورد بحث است.

بسیاری از این حالت های شکست اعضای سازه ای ساده، برای مهندسين شناخته شده هستند اما تحت شرایط غیر معمول بار و محیط، انواع جدیدی از حالت های شکست ممکن است رخ دهد. به طور مثال در سیستم های راکتور هسته ای، ترک در لوله ها به ترک های خوردگی ناشی از تنش به همراه عوارض جانبی ناشی از تنش های جوشکاری نسبت داده شده است.

**A. در برابر عبارات صحیح "T" و در برابر عبارات غلط "F" قرار دهید. برای پاسخ خود دلیل بیاورید.**

- .....F..... ۱. بتن مصالحی شکل پذیر است.  
 .....T..... ۲. هنگامی که عضوی کمانش می کند، ممکن است در اثر تغییر شکل بیش از اندازه متحمل شکست شود.  
 .....T..... ۳. عضو ممکن است در باری کمتر از بار ظرفیت باربری اش متحمل شکست شود.  
 .....T..... ۴. خستگی، انقطاع یک مصالح در اثر بارگذاری متناوب است.  
 .....F..... ۵. شکست در اثر خستگی همواره با ترک خوردن همراه است.

**B. از بین a، b، c و d کاملترین گزینه را انتخاب نمایید.**

۱. به طور کلی شیشه به صورت ترد می شکنند که .....  
 (الف) می تواند ناگهانی باشد.  
 (ب) در پلاستیک ها بسیار رایج است.  
 (ج) در دماهای بالا رخ می دهد.  
 (د) همراه با تغییر شکل های بزرگ است. ✓
۲. شکست یک عضو سازه ای تحت بارگذاری چرخه ای ..... نام دارد.  
 (الف) شکست شکل پذیر  
 (ب) شکست ترد  
 (ج) شکست خستگی ✓  
 (د) پارگی لایه ای
۳. هنگامی که عضوی در اثر خستگی متحمل شکست می شود، سطح تنش در عضو .....  
 (الف) همواره کمتر از سطح تنشی است که باعث شکست در اثر انقطاع می شود.  
 (ب) می تواند کمتر از سطح تنشی که باعث شکست در اثر انقطاع می شود، باشد. ✓  
 (ج) معمولاً بیش از مقاومت تسلیم مصالح است.  
 (د) همواره بیش از سطح تنشی است که باعث شکست در اثر انقطاع می شود.



۴. به طور کلی ترک در شیشه باعث ..... می شود.

(الف) شکست شکل پذیر

(ب) شکست در اثر خستگی

✓ (ج) شکست ترد

(د) گسیختگی

۵. علاوه بر محیط و آهنگ بارگذاری، ..... بر نوع شکست تاثیرگذار است.

(الف) نسبت پواسون

✓ (ب) ترک

(ج) چگالی عضو

(د) تاخیر برشی

C. به سوالات زیر به فارسی پاسخ دهید.

۱. حالت های مختلف شکست چه هستند؟

۲. چرا ترک ها باعث کاهش ظرفیت باربری عضو می شوند؟

۳. کدام عوامل بر ترک خوردگی ناشی از خستگی تاثیر می گذارند؟

۴. چرا شیشه به صورت ترد متحمل شکست می شود؟

۵. کدام عوامل بر نوع شکست تاثیر دارند؟

B. معادل فارسی کلمات و عبارات زیر را پیدا نموده و آن ها را در جای خالی داده شده بنویسید.

brittle	ترد	Flaw	ترک
Buckling	کمانش	Fracture	شکستگی (انقطاع)
Cast	قالب گیری شده	Instability	ناپایداری
ceramics	سفال	Noncyclic	غیر چرخه ای
Collapse	فروریختن	propagation	گسترش
Crack	ترک	Recrystallization	تبلور مجدد
Cyclic	چرخه ای	Rupture	پارگی
Deflection	تغییر شکل (خیز)	Stiffness	سختی
Ductile	شکل پذیر	Triaxial	سه محوری
Equilibrium	تعادل	Twist	پیچش
Failure	شکست	Uniaxially	تک محوره
fatigue	خستگی	yielding	تسلیم