تحلیل رفتار قطعات بتنی

استاد: سهراب لک

منابع جزوه:

1. مبحث نهم مقررات ملی ساختمان ایران، ویرایش ۱۳۹۲

2. Cracked-section analysis – Added by Ondrej Kalny, last edited by Truly Guzman on Oct 19, 2016 by WikiCsi

3. مستوفی نژاد، د، "سازه های بتن آرمه"، انتشارات ارکان دانش، جلد دوم، چاپ ششم، ۱۳۸۷.

4. بررسی اثر ابعاد، موقعیت و شکل بازشوها بر خیز دال بتنی دوطرفه تحت خمش- آرام هوشیار، سید اسرافیل نبوی و هوشیار ایمانی – پنجمین کنفرانس ملی سالیانه بتن ایران- ۱۵ مهرماه ۱۳۹۲

5. Building Code Requirements for Structural Concrete(ACI 318-14)

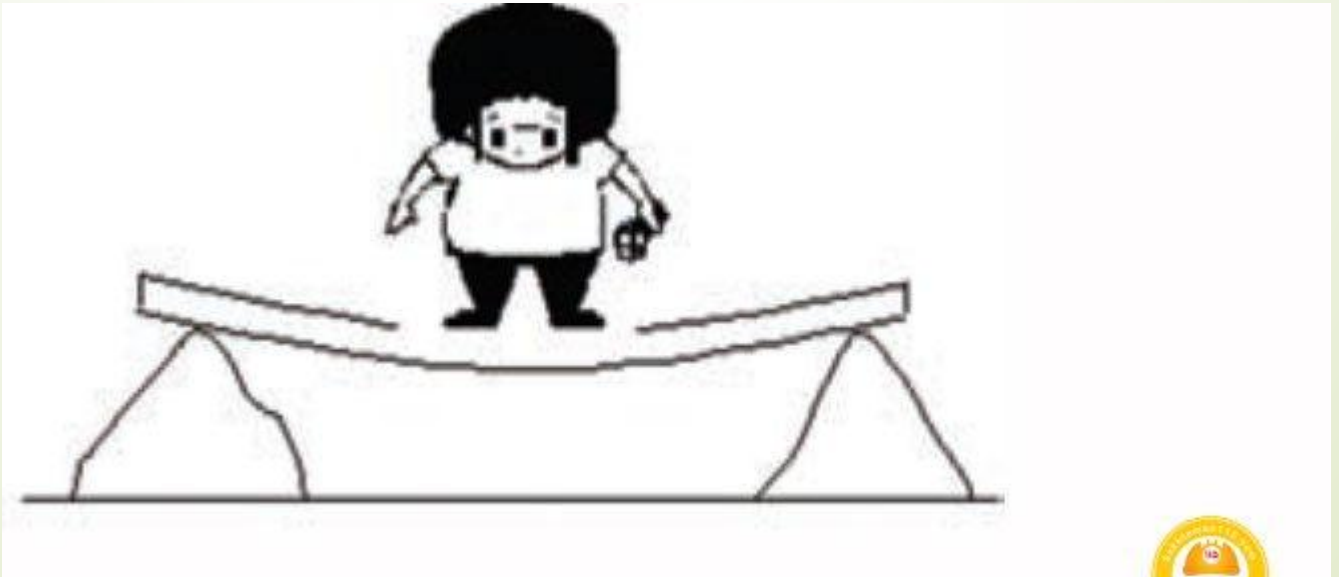
خمش چیست؟

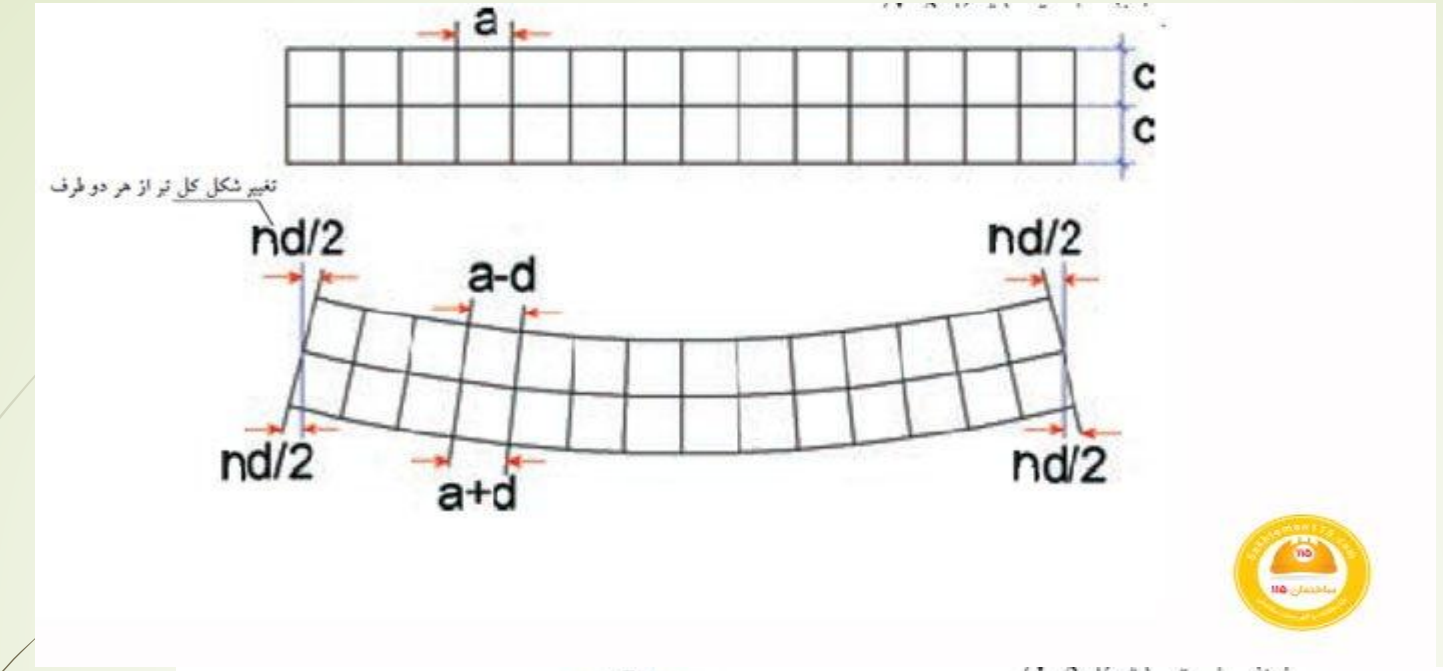
- هنگامی که عضوی میان دو نقطه از دهانه واقع شود، بارهای وارد شده با سازوکار کشش و فشار در تارهای افقی عضو، آر روی دهانه به تکیه گاه‌ها انتقال می‌یابد. این پدیده نقشی اساسی در باربری اعضای سازه‌ای دارد و اصطلاحاً به آن خمش می گویند.
- فرض کنیم مانند شکل زیر یک قطعه الوار روی دو سنگ قرار گرفته است

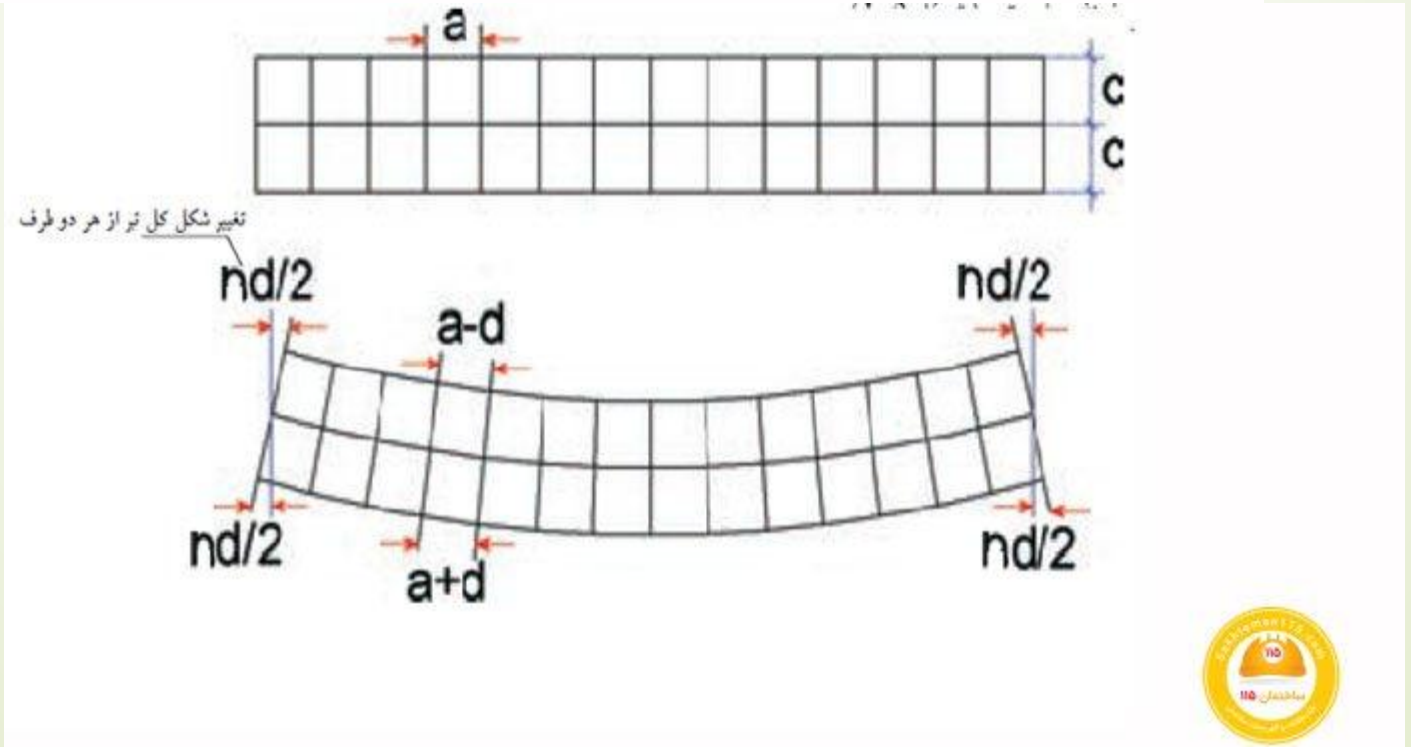
اگر یک پسر بچه در وسط الوار بایستد، دو انتهای الوار به طرف بالا جابه جا می‌شود، در عین حال قسمتی از الوار که بین دو سنگ قرار گرفته به طرف پایین حرک می‌کند. منحنی حاصل از الوار میان دو سنگ قسمتی از کمان یک دایره است. پس از ترسیم خط‌های عمودی به فواصل یکسان a بر کناره الوار صاف و تقسیم آن به n قسمت مساوی، مشاهده می‌گردد که در حین خم شدن الوار چوبی، فاصله‌های خطوط در پایین بیشتر و در بالا کمتر خواهد بود.

می‌توان فرض کرد که هریک از تیرها، از تارهایی به موازات محور طولی تشکیل شده است که در ارتفاع نیز روی یکدیگر واقع شده‌اند. با مشاهده‌ی کاهش فاصله‌های خطوط عمودی در بالا و افزایش آن در پایین، می‌توان دریافت که تارهای بالایی کوتاه‌تر و تارهای پایینی بلندتر شده‌اند. در عین حال اندازه‌ی تار میانی نسبت به اندازه-ی قبلی خود هیچ تغییری نداشته است که این تار به تار خنثی مشهور می‌باشد

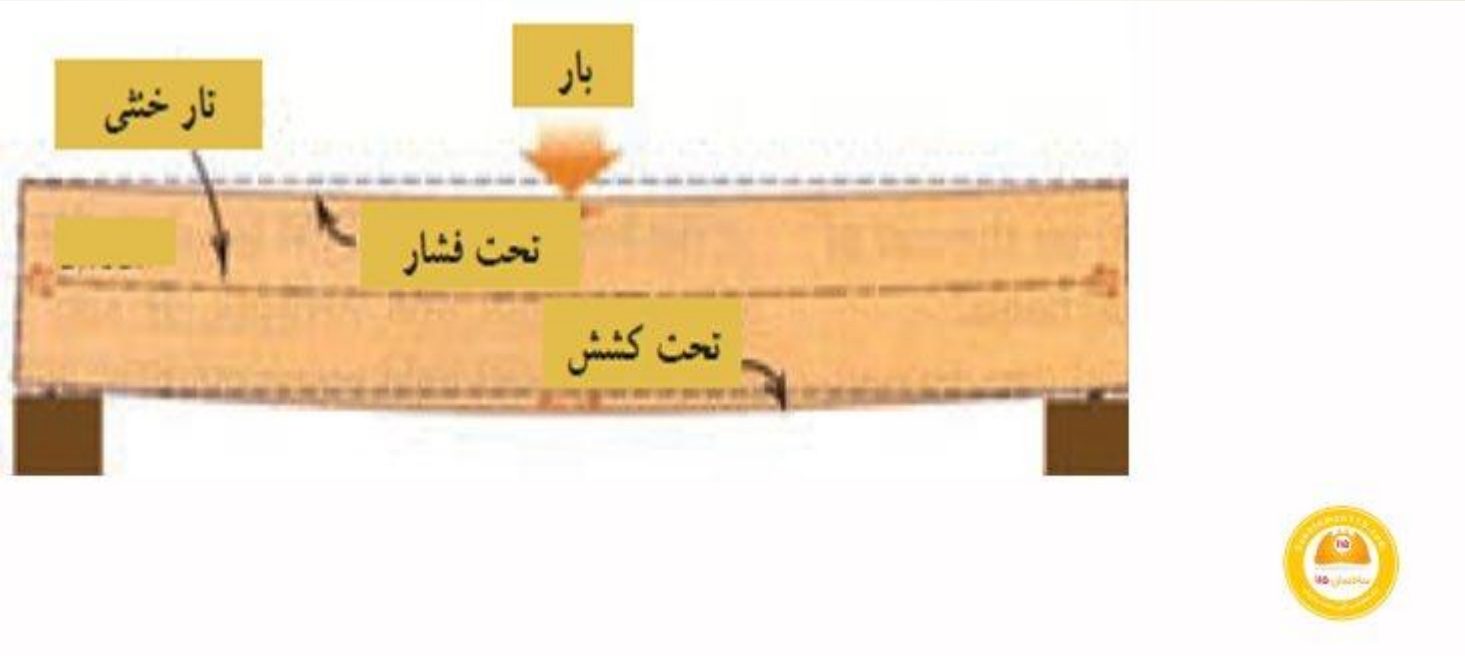
شکل بعدی میزان تغییر شکل اجزا تیر تحت تأثیر خمش را نشان می‌دهد.




a
c
c
تغییر شکل کل تر از هر دو طرف
nd/2
a-d
nd/2
nd/2
a+d
nd/2


a
c
c
تغییر شکل کل تر از هر دو طرف
nd/2
a-d
nd/2
nd/2
a+d
nd/2

ا توجه به مطالب گفته شده می‌توان نتیجه گرفت که در حین خمش که تغییر شکل تیر به طرف پائین است، تارهای پایین تحت کشش و تارهای بالا تحت فشار قرار می‌گیرند و به تار میانی که در اثر خمش تغییر طولی ندارد، تار خنثی می گویند. شکل زیر تغییر شکل تارهای تیر را در اثر خمش نمایش می‌دهد.



- وزن پسر بچه به دلیل تغییرشکل های ایجاد شده در تارهای تیر که ناشی از تنش‌های خمشی است، به دو سنگی که الوار روی آن‌ها تکیه داده، انتقال می‌یابد.
- با در نظر گرفتن مقاومت فشاری اغلب مصالح ساختمانی، انتقال عمودی بارها به زمین تقریباً راحت‌تر است اما ایراد اساسی در عملکرد سازه‌ای، انتقال افقی بارهای عمودی جهت پوشاندن دهانه میان دو تکیه گاه می‌باشد. لذا خمش به عنوان یک سازوکار سازه‌ای دارای اهمیت بالایی است.

- در صورت یکسان بودن مقاومت فشاری و کششی در یک مصالح ساختمانی، آن مصالح از نظر خمش مناسب است. این موضوع، برتری چوب در میان مصالح سازه‌ای و نقش بی بدیل و دائم فولاد در سازه‌های جدید را بیان می‌کند.
- بتن مسلح، ماده ساختمانی می‌باشد که توسط بشر ساخته شده است و ویژگی‌های خمشی در حد مقایسه با فولاد دارد. در این مصالح از مقاومت فشاری بتن در تارهای فشاری و از مقاومت کششی فولاد در تارهای کششی یک عضو سازه‌ای استفاده می‌گردد.

تعریف تیر

- قطعات سازه‌ای را که غالباً در سازه به شکل اعضای افقی یا شیبدار قرار گرفته و بارهای قائم بر محور خود را به تکیه گاه‌ها که عموماً ستون‌ها می‌باشند، انتقال می‌دهند، تیر می گویند. در لایه‌های مختلف تیر تحت تأثیر این بارها، تنش کششی و فشاری ایجاد می‌گردد.

- تیر از نظر شرایط تکیه گاهی
- رایج‌ترین تکیه گاه‌ها برای تیرها، سه مدل هستند که عبارتند از: تکیه گاه غلتکی، تکیه گاه پینی (مفصلی) و تکیه-گاه ثابت.
- تکیه گاه غلتکی با حرکت در راستای عمود بر محورش مقابله می‌کند، در حالی که تکیه گاه پینی در برابر جابه-جایی تیر به هر جهتی مقاومت می‌کند. هر دو تکیه گاه پینی و غلتکی در برابر چرخش و دوران تیر در محل تکیه گاه، آزاد هستند. تکیه گاه ثابت نیز از جابه جایی و چرخش تیر در هر سمتی در محل تکیه گاه جلوگیری می‌کند. با توجه به این موارد، تیرها را می‌توان برپایه ی شرایط تکیه گاهی به حالت‌های زیر تقسیم کرد:
- تیر ساده: تیر تک دهانه‌ای که تکیه گاه‌های آن در دو انتها به حالت غلتکی و پینی است را تیر ساده می گویند. تیر پیش آمده: اگر تیری دارای تکیه گاه‌های ساده بوده که لزوماً در انتهای تیر قرار نگرفته باشند، آن تیر را تیر پیش آمده می‌نامند.
- تیر طره‌ای: تیری است که در یک انتها آزاد و در انتهای دیگر گیردار باشد.
- تیر دو سر گیردار: به تیری که در هر دو انتهای خود گیردار و غیرآزاد باشد، تیر دو سر گیردار اطلاق می‌شود.
- تیر ممتد: تیر دارای بیش از دو تکیه گاه ساده را تیر ممتد یا سراسری می گویند.
- شکل زیر تیرهای مذکور را نمایش می‌دهد.
-

تیر ساده

تیر پیش‌آمده

تیر طره‌ای (کنسولی) با تیر یکسر آزاد یکسر گیردار

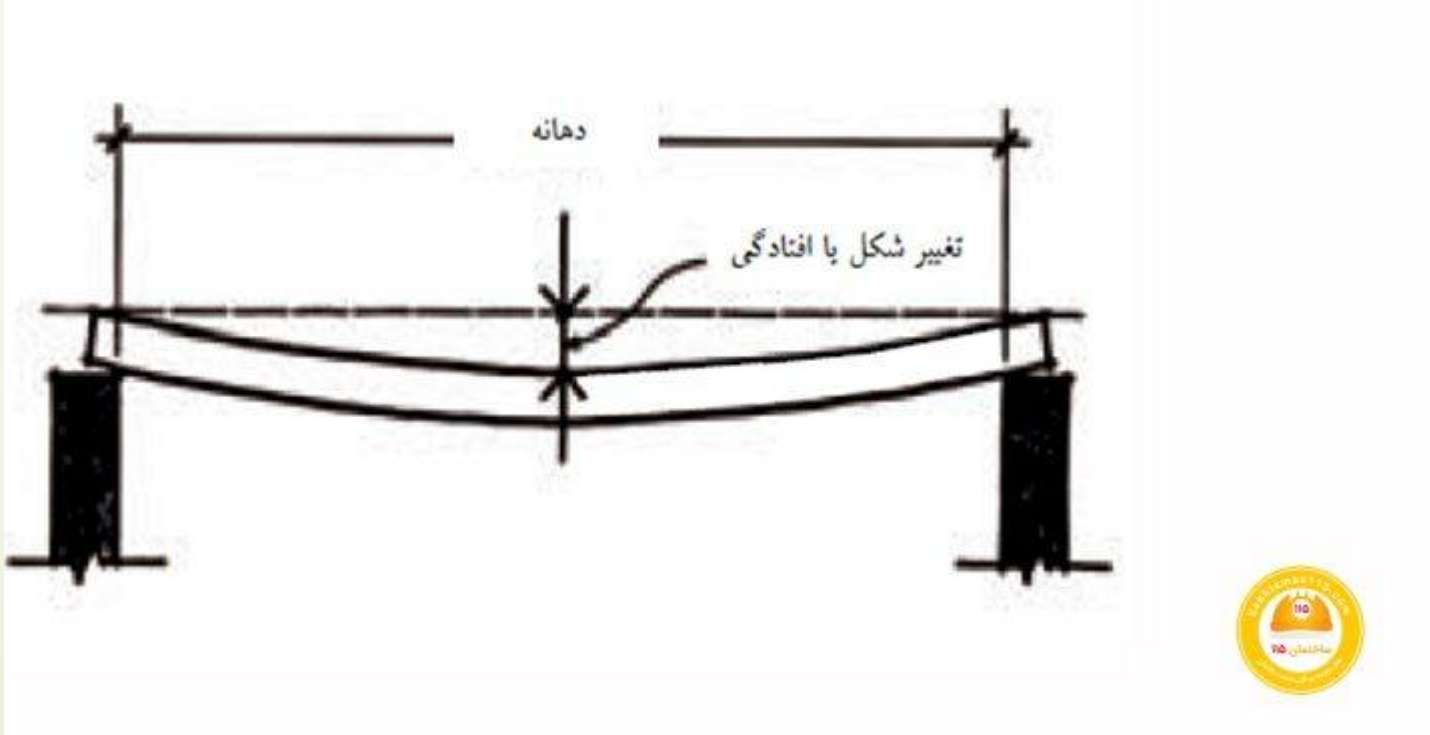
تیر یکسر گیردار یکسر غلتکی

تیر دو سر گیردار

تیر سراسری (سه دهانه)

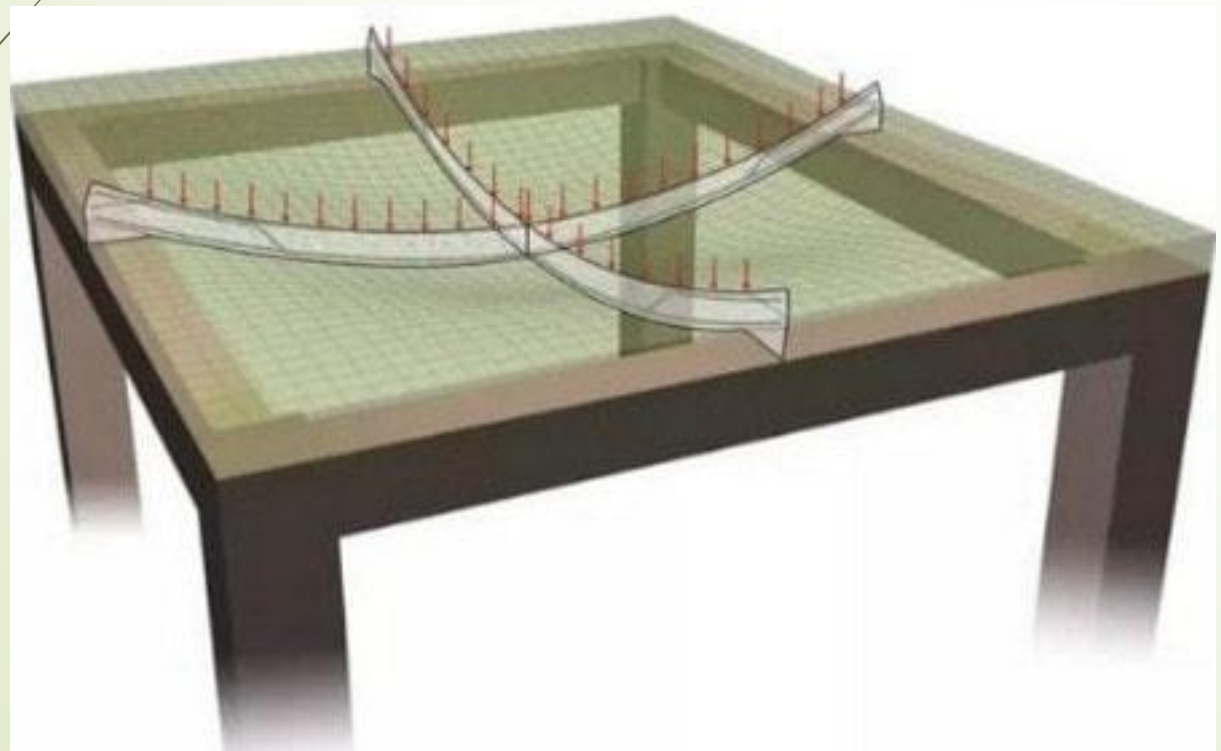
افتادگی (تغییر شکل)

تغییر شکل یا افتادگی، پدیده‌ای است که در تیرها تحت تأثیر بارهای وارده مانند شکل زیر رخ داده و تیر به صورت شکم درمی آیند.



خیز (تغییر شکل) چیست؟

می دانیم دال های بتنی قبل از آنکه تحت نیروی های زلزله قرار گیرند تحت بارهای ثقلی (مرده و زنده) هستند.با تاثیر این بارها در دراز مدت (که سبب ایجاد افت و خزش در بتن می شود)، تغییر شکل های قابل توجهی در وسط چشمه ی دال ایجاد می شود.تیرهای بتنی نیز حداکثر تغییر شکل را تحت بارهای ثقلیِ دراز مدت، عموماً در وسط دهانه خود تجربه می کنند. این تغییرشکل که یکی از مهم ترین عوامل تعیین کننده ی ابعاد تیر و ضخامت دال هاست، در بین مهندسین عمران با نام «خیز» شناخته شده تر است، که مهندسین در پی کاهش آن تا رسیدن به خیز مجاز آیین نامه ای هستند.



چرا اصلاً مقدار خیز را کنترل می کنیم؟

کاهش زیبایی فضای داخلی
سلب آسایش ساکنین ساختمان
اختلال در عملکرد درب و پنجره و حتی آسانسور
آسیب دیدگی اجزاء غیرسازه ای نظیر تیغه ها، نازک کاری ها و سقف های کاذب (در صورتیکه این اجزاء به دال متصل باشند.)
تصاویر زیر به خوبی اهمیت کنترل خیز را نشان می دهند:

کنترل خیز تیر بتنی، دال بتنی یک طرفه توپر و سقف تیرچه بلوک

در روال طراحی مرسوم در ایران معمولاً برای کنترل خیز تیر بتنی و سقف تیرچه بلوک (نوعی دال یک طرفه) از جدول ۹-۱۷-۲ مبحث نهم استفاده می شود. اغلب مهندسین با جایگذاری چند عدد متعارف و اجرایی در روابط عنوان شده در جدول زیر، متوجه می شوند که در اکثر موارد ارتفاع تیرها و ضخامت دال بتنی به دلایل سازه ای بسیار بیشتر هستند از مقادیر محاسبه شده در جدول زیر که مقادیر حداقل ضخامت دال بتنی و همینطور حداقل ارتفاع تیر بتنی را نشان می دهد؛ لذا کنترل خیز آن ها را ضروری نمی دانند.

جدول۹-۱۷-۲ حداقل ارتفاع یا ضخامت تیر یا دال یکطرفه

عضو	با تکیه‌گاه‌های ساده	با تکیه‌گاه‌های پیوسته از یک طرف	با تکیه‌گاه‌های پیوسته از دو طرف	کنسول
تیرها یا دال‌های یکطرفه پشت بندار	$\frac{l_e}{16}$	$\frac{l_e}{18/5}$	$\frac{l_e}{21}$	$\frac{l_e}{8}$
دال‌های یکطرفه توپر یا سقف‌های تیرچه و بلوک	$\frac{l_e}{20}$	$\frac{l_e}{24}$	$\frac{l_e}{28}$	$\frac{l_e}{10}$

تبصره- جدول فوق برای فولاد طولی نوع S۴۰۰ تنظیم شده است. برای سایر انواع فولادها مقادیر جدول باید در ضریب $(0/4+\frac{f_y}{700})$ ضرب شوند.

زندگی قانون باورها و لیاقت هاست

همیشه باور داشته باش که لایق بهترین هایی