

تحلیل سازه دارای درجه آزادی تغییر مکان (Δ)

درجات آزادی عبارتند از تعداد مجهولات θ در برین حل معادلات شیب-انحراف.
 دوران - تغییر مکان

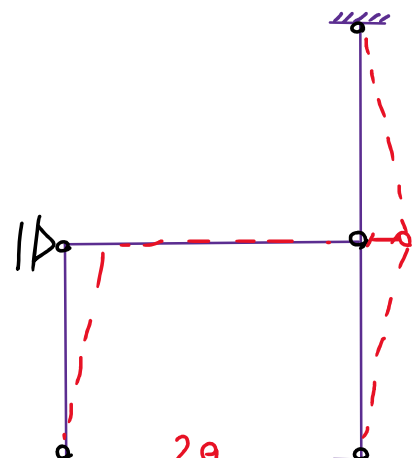
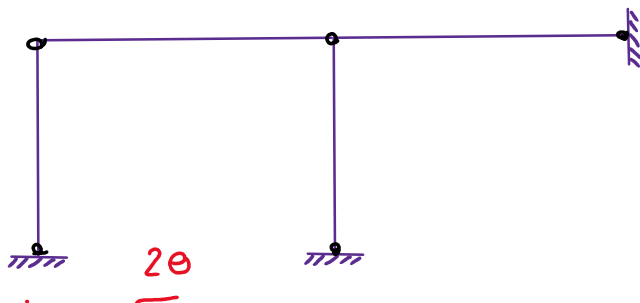
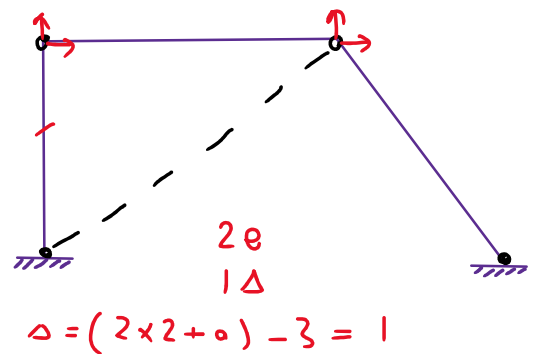
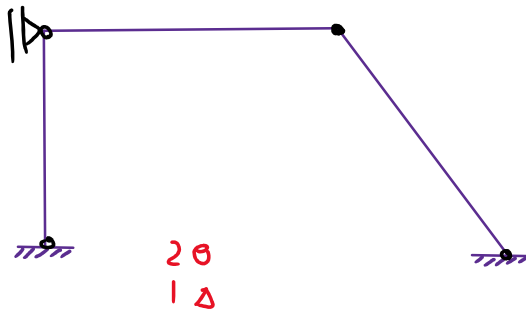
تعیین درجات آزادی Δ

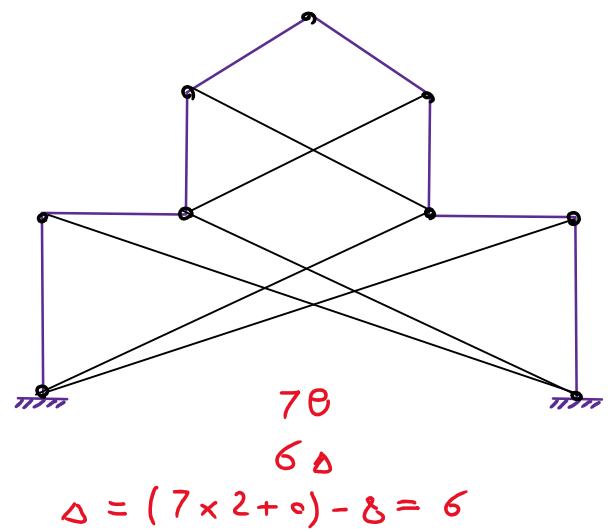
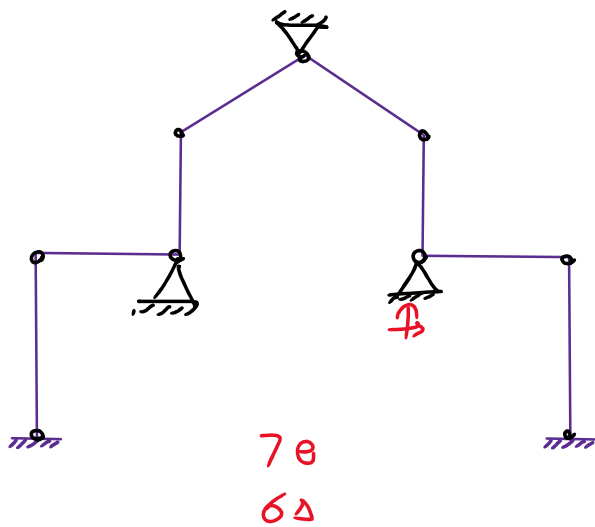
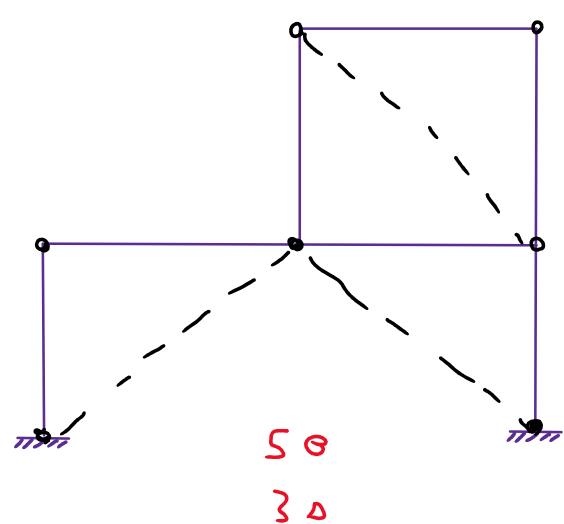
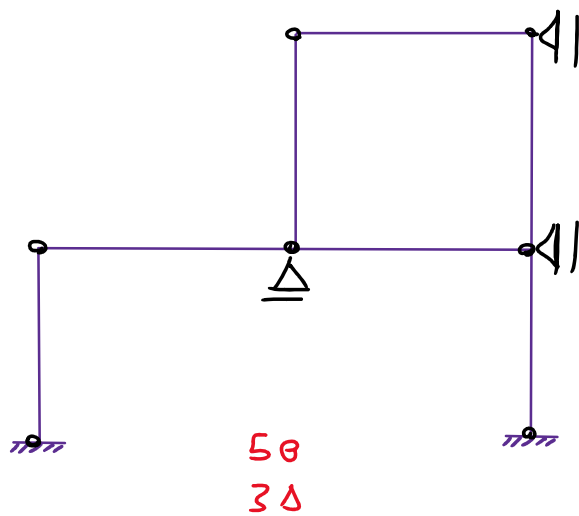
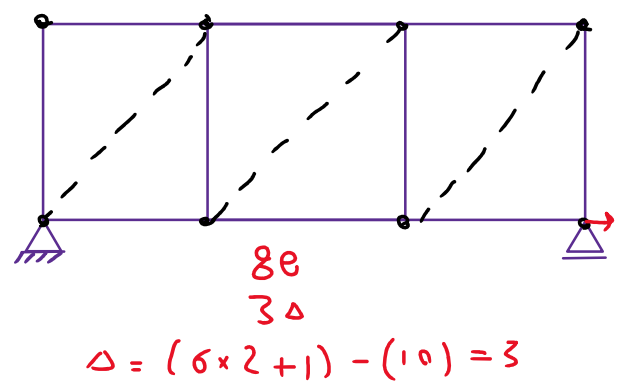
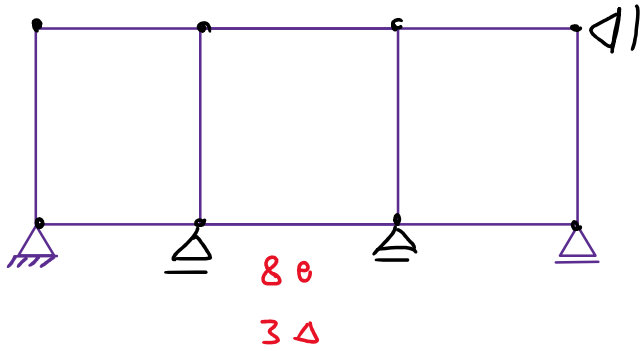
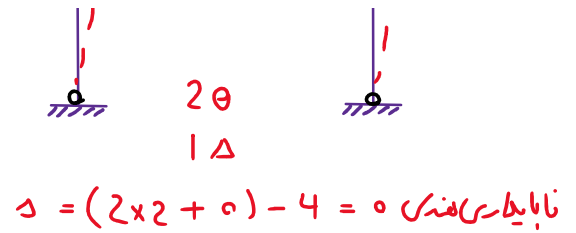
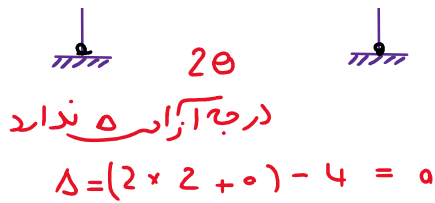
روش اول: ابتدا همه گره‌های سازه را تبدیل به مفصل کنیم. در این صورت اگر سازه پایدار باشد، سازه اصلی دارای درجه آزادی Δ نیست. در صورت ناپایداری سازه، درجه آزادی Δ به تعداد حداقل تکیه‌گاه‌های ساده مجازی (یا میله مجازی) مورد نیاز برای پایداری سازه است.

روش دوم: در صورتی که سازه مفصلی شده، ناپایدار هندسی نداشته باشد، درجه آزادی Δ از رابطه زیر بدست می‌آید:

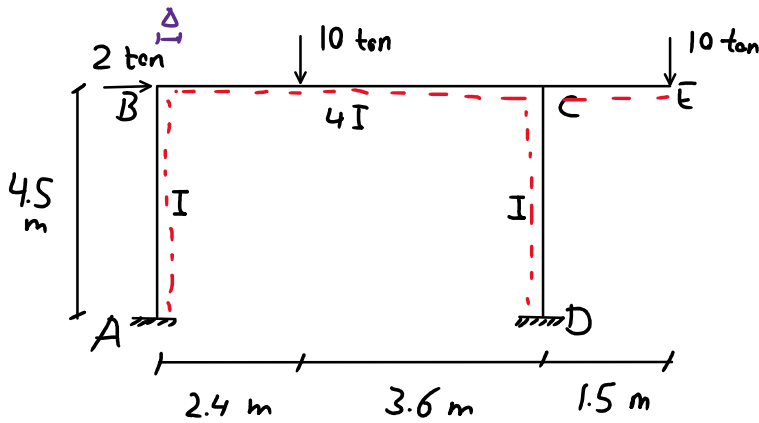
$$\Delta = (\text{تعداد اعضا}) - (\text{تعداد تغییر مکان‌های تکیه‌گاه‌ها} + \text{تعداد گره‌های داخلی} \times 2)$$

* در تعیین درجه آزادی Δ، از تغییر طول محورها اعضا صرف نظر می‌شود.





مثال: برای قاب نشان داده شده، لنگرهای انحنایی را محاسبه نموده و دیگرام لنگر را رسم نمایید.



مجهول: $\theta_B, \theta_C, \Delta$

معادله: $\sum M_B = 0$

$\sum M_C = 0$

$\sum F_x = 0$ معادله برش

$$M_{AB} = \frac{2EI}{4.5} \left(\theta_B - \frac{3\Delta}{4.5} \right)$$

$$M_{BA} = \frac{2EI}{4.5} \left(2\theta_B - \frac{3\Delta}{4.5} \right)$$

$$M_{BC} = \frac{2(4EI)}{6} (2\theta_B + \theta_C) - \frac{10 \times 2.4 \times 3.6^2}{6^2}$$

$$M_{CB} = \frac{2(4EI)}{6} (2\theta_C + \theta_B) + \frac{10 \times 3.6 \times 2.4^2}{6^2}$$

$$M_{CD} = \frac{2EI}{4.5} \left(2\theta_C - \frac{3\Delta}{4.5} \right)$$

$$M_{CE} = -15$$

$$M_{DC} = \frac{2EI}{4.5} \left(\theta_C - \frac{3\Delta}{4.5} \right)$$

$$\textcircled{1} \rightarrow M_{BA} + M_{BC} = 0$$

$$\textcircled{2} \rightarrow M_{CB} + M_{CD} + M_{CE} = 0$$

$$\begin{cases} V_1 = \frac{M_{AB} + M_{BA}}{4.5} \\ V_2 = \frac{M_{CD} + M_{DC}}{4.5} \end{cases}$$

$$V_1 + V_2 + 2 = 0$$

$$\textcircled{3} M_{AB} + M_{BA} + M_{CD} + M_{DC} + 9 = 0$$

حل ۱ معادله ۱ به دست می آید:

$$EI\theta_B = 2.51, \quad EI\theta_C = -2.78, \quad EI\Delta = 13.57$$

$$M_{AB} = -2.91$$

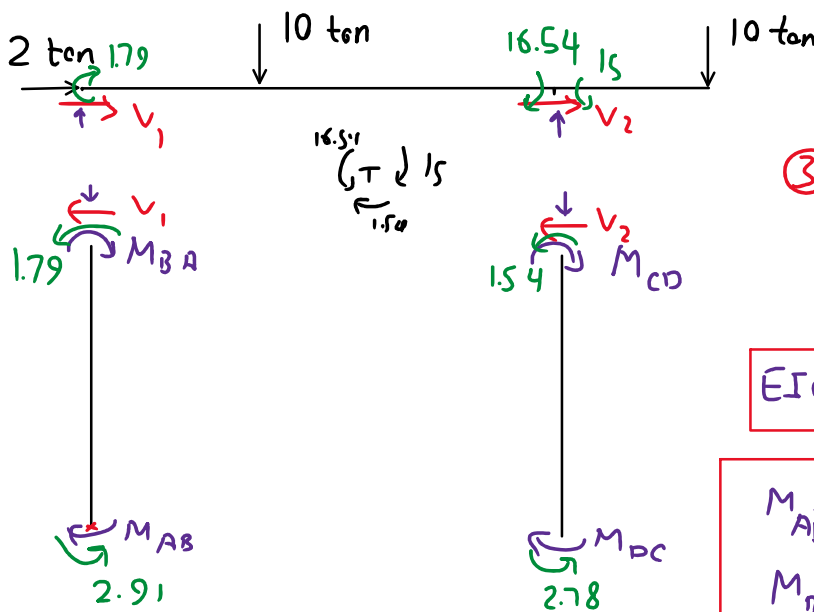
$$M_{BC} = 1.79$$

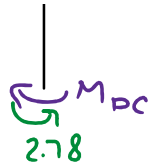
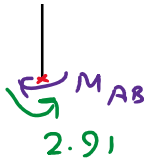
$$M_{CD} = -1.54$$

$$M_{BA} = -1.79$$

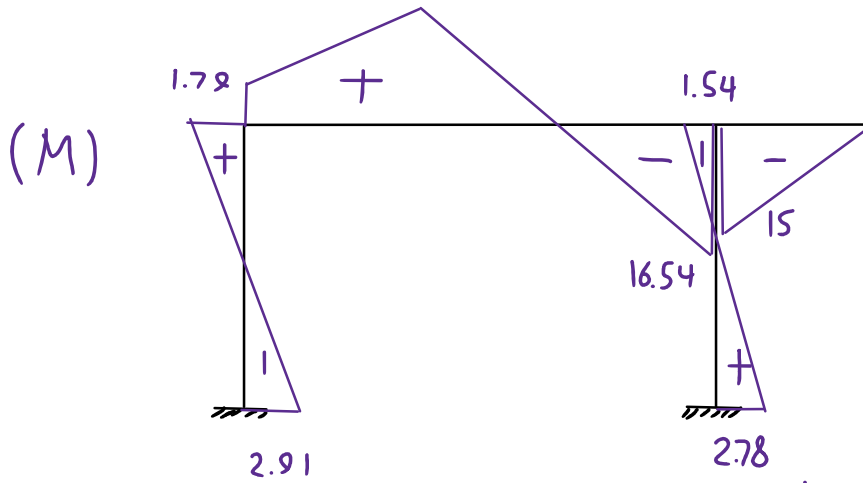
$$M_{CB} = 16.54$$

$$M_{DC} = -2.78$$





$M_{AB} = -2.91$	$M_{BC} = 1.79$	$M_{CD} = -1.54$
$M_{DA} = -1.79$	$M_{CB} = 16.54$	$M_{DC} = -2.78$



$$1.79 + 16.54 - 10 \times 3.6 + V \times 6 = 0$$

$$M = 1.79 + 2.945 \times 2.4 = 8.86$$