



ALIREZA ELMAKCHI
civil engineering group

نحوه محاسبه تغییر مکان هدف – مهندس علیرضا المکچی



نحوه محاسبه تغییر مکان هدف و حل مثال

تهیه کننده: مهندس علیرضا المکچی

کانال آموزش های مهندسی عمران

[@civillAE](https://www.instagram.com/civillAE)

کانال آموزش های مهندسی عمران



مقدمه

در تحلیل، تغییر مکان هدف (Target Displacement) یک معیار کلیدی است که نشان می‌دهد سازه تحت زلزله‌ای معادل، تا چه اندازه تغییر مکان خواهد داشت. این مقدار بیانگر بیشترین جابه‌جایی مورد انتظار در یک نقطه مرجع سازه (مرکز جرم طبقه بام) در طول یک زمین‌لرزه طراحی است. برای اینکه بتوان از تحلیل استاتیکی غیرخطی (پوش‌اور) نتایجی مشابه تحلیل دینامیکی غیرخطی گرفت، باید بدانیم سازه تا چه میزان باید بارگذاری شود. این بارگذاری به‌اندازه‌ای ادامه می‌یابد تا سازه به تغییر مکان هدف برسد. در واقع، تحلیل پوش‌اور با اعمال بار جانبی افزایشی به سازه انجام می‌شود تا تغییر مکان هدف حاصل شود. برای محاسبه تغییر مکان هدف در تحلیل پوش‌اور بر اساس نشریه ۳۶۰ ایران (راهنمای تحلیل و طراحی لرزه‌ای سازه‌ها به روش تحلیل غیرخطی)، از روش معادله‌ای استفاده می‌شود که مشابه دستورالعمل‌های FEMA و FEMA 356 و 440 است ولی با ضرایب و توجهات بومی‌شده برای شرایط ایران.

تغییر مکان هدف

تغییر مکان هدف برای سازه با دیافراگم‌های صلب باید با در نظر گرفتن رفتار غیرخطی سازه برآورد شود. به عنوان یک روش تقریبی می‌توان مقدار تغییر مکان هدف را از رابطه (۱) محاسبه نمود.

$$\delta_t = C_0 C_1 C_2 S_a \frac{T_e^2}{4\pi^2} g \quad (\text{رابطه ۱})$$

- ضریب C_0 :

ضریب اصلاح برای ارتباط تغییر مکان طیفی سیستم یک درجه آزادی به تغییر مکان بام سیستم چند درجه آزادی است که برابر یکی از مقادیر زیر انتخاب می‌شود:

(۱) ضریب مشارکت مود اول

(۲) مقادیر تقریبی مطابق جدول ۱



جدول ۱، مقدار ضریب C_0

تعداد طبقات ساختمان	ساختمان‌های برشی		سایر ساختمان‌ها
	توزیع نوع اول	توزیع بار یکنواخت	هر نوع توزیع بار
۱	۱/۰	۱/۰	۱/۰
۲	۱/۲	۱/۱۵	۱/۲
۳	۱/۲	۱/۲	۱/۳
۵	۱/۳	۱/۲	۱/۴
۱۰ و بیشتر	۱/۳	۱/۲	۱/۵

- ضریب C_1 :

این ضریب از رابطه (۲) محاسبه می‌شود:

$$C_1 = 1.0 \quad T_e \geq T_s \quad (\text{رابطه ۲})$$

$$C_1 = \frac{[1.0 + (R-1)\frac{T_s}{T_e}]}{R} \quad T_e \geq T_s$$

در هر صورت مقدار C_1 نباید کوچک تر از ۱ شود و در این رابطه R نسبت مقاومت است که از رابطه

(۳) محاسبه می‌شود.

$$R = \frac{S_a}{V_y/W} c_m \quad (\text{رابطه ۳})$$

در این رابطه S_a شتاب طیفی به ازای زمان تناوب اصلی موثر T_e است و c_m ضریب جرم موثر در مود

اول است.



- ضریب C_2 :

این ضریب اثرات کاهش سختی و مقاومت اعضای سازه‌ای را بر تغییر مکان‌ها به دلیل رفتار غیرارتجاعی آنها منظور می‌کند و مقدار آن با استفاده از جدول ۲ تعیین می‌شود.

جدول ۲، مقدار ضریب C_2

$T \geq T_s$		$T \leq 0.1$		سطح عملکرد مورد انتظار
قاب نوع دو	قاب نوع یک	قاب نوع دو	قاب نوع یک	
۱/۰	۱/۰	۱/۰	۱/۰	قابلیت استفاده بی وقفه
۱/۰	۱/۱	۱/۰	۱/۳	ایمنی جانی
۱/۰	۱/۲	۱/۰	۱/۵	آستانه فروریزش

در این جدول قاب‌های نوع یک شامل سیستم‌های سازه‌ای هستند که در آنها بیش از ۳۰٪ بار جانبی توسط اعضای حمل می‌شود که هنگام زلزله کاهش سختی و مقاومت دارند. قاب‌های خمشی معمولی، قاب‌های مهاربندی شده با محورهای متقارب، قاب‌های با اتصالات نیمه صلب، قاب‌های با مهاربندهای لاغر که فقط برای کشش طراحی شده‌اند، دیوارهای بنایی غیر مسلح و دیوارهای غیرشکل‌پذیر در برش از این نوع می‌باشند. سایر سیستم‌های سازه‌ای از نوع دو محسوب می‌شوند. برای مقادیر T بین ۰/۱ و T_s مقدار C_2 با استفاده از درون‌یابی خطی محاسبه می‌شود.

- ضریب C_3 :

این ضریب برای سازه‌هایی که پس از تسلیم دارای سختی مثبت هستند ($\alpha > 0$) برابر ۱ و برای سازه‌هایی که پس از تسلیم دارای سختی منفی هستند ($\alpha < 0$) از رابطه (۴) محاسبه می‌شود.



$$C_3 = 1.0 + \frac{|\alpha|[R-1]^{1.5}}{T_e} \quad (\text{رابطه ۴})$$

- ضریب S_a :

این ضریب با استفاده از رابطه (۵) محاسبه می‌شود:

$$S_a = ABI \quad (\text{رابطه ۳-۱۶})$$

A: نسبت شتاب مبنای طرح

B: ضریب بازتاب ساختمان

I: ضریب اهمیت ساختمان

برای محاسبه تغییر مکان هدف لازم است زمان تناوب اصلی سازه را به دست آوریم که برای این منظور زمان تناوب اصلی بعد از تحلیل غیرخطی سازه ممکن می‌باشد به همین سبب در ابتدا زمان تناوب تحلیلی را مد نظر قرار داده و بعد از به دست آوردن نمودار نیرو - تغییر مکان زمان تناوب اصلی را به دست آورده و تغییر مکان هدف را اصلاح خواهیم نمود.

مقادیر اولیه تغییر مکان هدف به صورت خلاصه در جداول ۳ برای سازه ۳ طبقه و ۴ برای سازه ۵ طبقه و ۵ برای سازه ۸ طبقه آورده شده است:

جدول ۳، مقدار تغییر مکان هدف سازه ۳ طبقه

جهت	$T_e(\text{sec})$	C_1	C_2	C_3	A	B	I	S_a	$\delta_t(m)$	$1.5\delta_t(m)$
X	0.673	1.3	1.0	1.0	0.35	2.75	1.0	0.9625	0.14	0.21
Y	0.668	1.3	1.0	1.0	0.35	2.75	1.0	0.9625	0.138	0.207



جدول ۴، مقدار تغییر مکان هدف سازه ۵ طبقه

جهت	$T_e(\text{sec})$	C_1	C_2	C_3	A	B	I	S_a	$\delta_t(m)$	$1.5\delta_t(m)$
X	0.96	1.4	1.0	1.0	0.35	2.11	1.0	0.7385	0.236	0.35
Y	0.956	1.4	1.0	1.0	0.35	2.12	1.0	0.742	0.236	0.35

جدول ۵، مقدار تغییر مکان هدف سازه ۸ طبقه

جهت	$T_e(\text{sec})$	C_1	C_2	C_3	A	B	I	S_a	$\delta_t(m)$	$1.5\delta_t(m)$
X	1.373	1.46	1.0	1.0	0.35	1.6	1.0	0.56	0.383	0.575
Y	1.363	1.46	1.0	1.0	0.35	1.61	1.0	0.5635	0.38	0.57



ALIREZA ELMAKCHI
civil engineering group

نحوه محاسبه تغییر مکان هدف – مهندس علیرضا المکچی



نحوه محاسبه تغییر مکان هدف و حل مثال

تهیه کننده: مهندس علیرضا المکچی

کانال آموزش های مهندسی عمران

[@civillAE](https://www.civillae.com)

کانال آموزش های مهندسی عمران