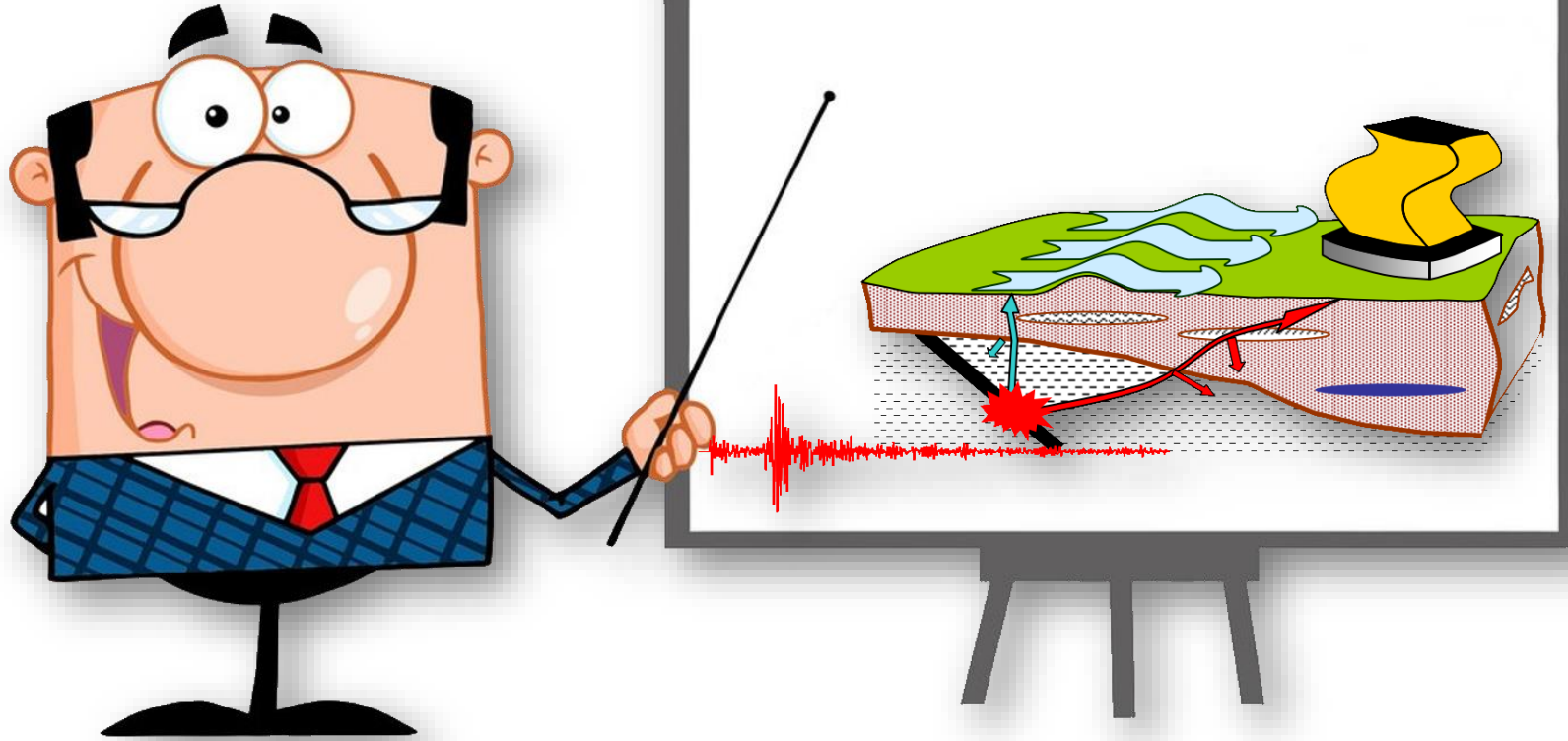
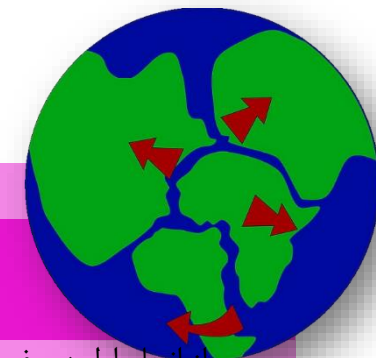


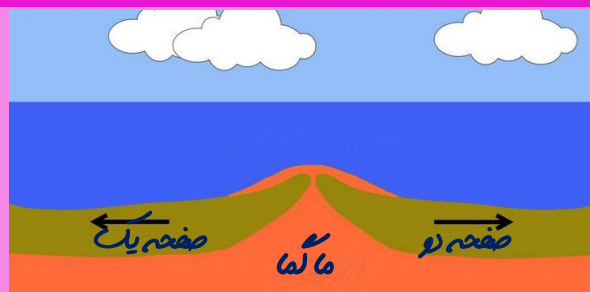
# آموزش تصویری مفاهیم زلزله و تحلیل تاریخچه زمانه

بر اساس استاندارد ۲۸۰۰ ویرایش ۴

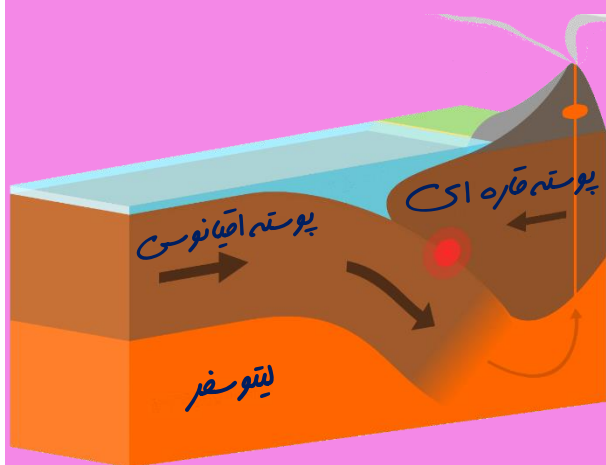




## نظریه جابجایی نواح قاره ها



تشکیل پوسته جدید



از بین رفتن پوسته

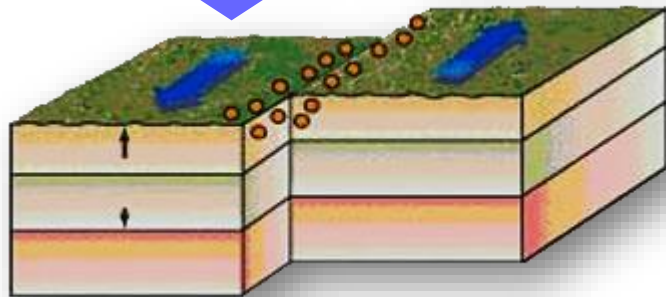
پس از انجام اولین سفر به دور کره زمین و تهیه نقشه های اولیه از سطح آن و ساحل قاره ها در قرون پانزدهم و شانزدهم، شباهت عجیب بین سواحل غربی آفریقا و سواحل شرقی آمریکای جنوبی و تطبیق و جفت شدن سواحل آن ها مطرح گردید.

در اوایل قرن بیستم منشا نیروهای کوه زایی برای کوه های جوان زمین و تطبیق کوه های دو طرف اقیانوس اطلس دلایلی برای حرکت قاره ها و نظریه جابجایی آن ها عنوان گردید. تحقیق پیرامون تغییرات هواشناسی در دوران های گذشته توسط آلفردوگنر سبب شد که بلاخره وی نخستین فردی باشد که توانست موضوع یکی بودن قاره ها در ابتدا و حرکت آن ها طی سالیان دراز را مطرح و پیگیری نماید. نحوه فاصله گرفتن قاره و گسترش کف اقیانوس ها بدین صورت بوده که بصورت مدام کف اقیانوس ها در طول یک شکاف باریک به دو طرف کشیده شده و مواد آتشفشانی (ماگما) از لایه گوشته بالا آمده و شکاف مزبور را پر میکند و مداوما پوسته اقیانوسی جدید ایجاد می کند. همچنین شواهد کافی وجود دارد که نشان می دهد زمین در طول ۲۰۰ میلیون سال گذشته بیش از دو درصد انبساط پیدا نکرده است، به این ترتیب می توان نتیجه گرفت رشد پوسته زمین در وسط اقیانوس ها با انهدام آن ها در لبه های دیگر (نحوه انهدام در بخش گسل توضیح داده شده است) تقریبا موازنه می شود.

نکته: پوسته زمین دو نوع است، پوسته اقیانوسی و پوسته قاره ای. بدلیل چگالی بیشتر پوسته اقیانوسی از پوسته قاره ای، پوسته اقیانوسی پایین تر از پوسته قاره ای قرار گرفته و محل تشکیل اقیانوس ها و دریاها گردیده است.

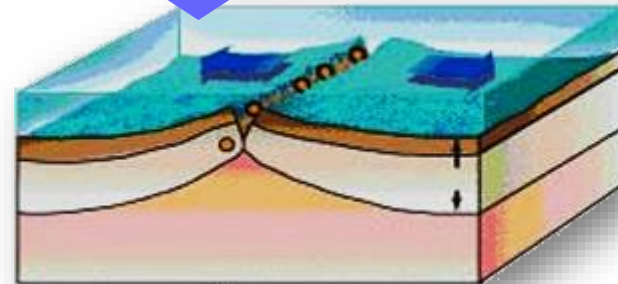
### گسل امتداد لغز

در جاییکه صفحات پوسته زمین صفحات نه از یکدیگر دور می شوند و نه به هم نزدیک می شوند و تنها در یک جهت جانبی دارای حرکت و لغزش هستند، در این مرزها نه پوسته جدیدی ایجاد شده و نه پوسته ای از بین می رود. مانند حد مشترک صفحات آمریکای شمالی و اقیانوس آرام شمالی  
اگر ابعاد این نوع گسل خیلی بزرگ باشد، زلزله های بزرگی را ایجاد می کنند.



### گسل شیب لغز نرمال

در جاییکه صفحات از یکدیگر دور می شوند شکاف ایجاد می شود و عکس العمل زمین به این طریق است که فوراً قسمتی از مواد خمیری (ماگما) داخل خود را به این محل روانه می کند. قسمتی از این ماگماها از ترک بیرون می زنند و به سرعت سرد و سخت می شوند و مقداری دیگر داخل شکاف باقی مانده و بتدریج صفحات را از این شکاف ها به اطراف می رانند (پوسته جدید ایجاد می شود). مانند شکاف وسط اقیانوس اطلس. در این لبه ها زلزله های خفیفی به وقوع می پیوندد.



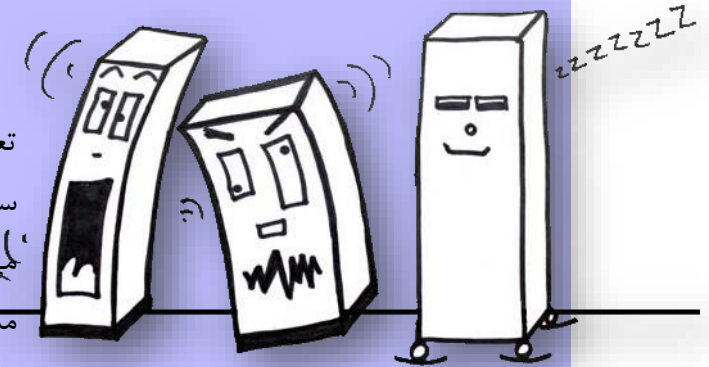
دو نمونه از نقاط ضعف مقیاس شدت زلزله عبارتند از:

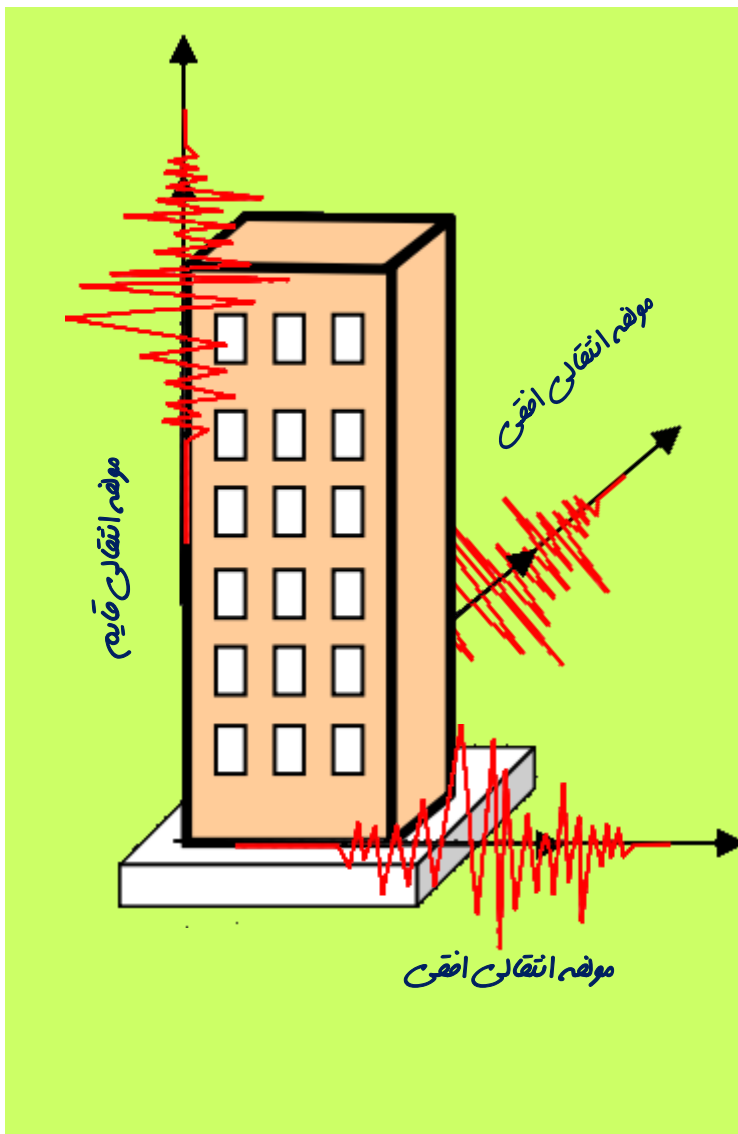
۱- مقیاس مرکالی اصلاح شده، مقیاس درستی برای اندازه گیری شدت تکان زمین، یک مقیاس دقیق مهندسی نیست، چراکه شدت بدست آمده برای هر نقطه بستگی زیادی به قضاوت شخص دارد. نه تنها ممکن است تلقی یک پژوهشگر از کلماتی نظیر صدمه، خرابی، ویرانی، انهدام، پرت شدن و دیگر عبارات با دیگران متفاوت باشد بلکه تلقی مصاحبه شوندگان و اهالی محل بویژه ساکنین مناطق زلزله زده که احيانا سابقه ای از زلزله های قبل نداشته اند، بسیار هراسان شده و در بازگو کردن حوادث مبالغه فراوانی کنند.



۲- مقیاس مرکالی اصلاح شده به رفتار ابنیه بستگی پیدا می کند و البته مصالح و فرم های ساختمانی در رفتار لرزه ای موثر اند، از این رو در یک منطقه با ابنیه مرغوب آسیب لرزه ای کمتری دیده می شود تا منطقه دیگری با ابنیه سست و نامرغوب که تحت همان زلزله قرار گرفته باشد و برای منطقه دومی شدت بیشتری ثبت می شود.

تعیین شدت های بالای زلزله نیازمند وجود سازه هایی با استحکام های متفاوت می باشد و در مواردی که جز ساختمان های روستایی (سازه های غیرمهندسی و سازه های بنایی که مقاوم نباشند) چیزی وجود ندارد به زحمت می توان خطوط بالاتر از VII در مقیاس مرکالی اصلاح شده را بدست آورد. شدت بدست آمده از زلزله ارتباط مستقیمی و ثابتی با شتاب های زمین ندارد. همچنین از جمله ایرادات شدت زلزله این است که با فاصله از مرکز زلزله کاهش می یابد. موارد مذکور از جمله ایرادات اساسی مقیاس شدت زلزله می باشند. علیرغم این کاستی ها، شدت زلزله بدلیل فوایدش از جمله عدم نیاز به تجهیزات پیچیده و سهولت در تعیین آن و همچنین توصیف رفتار سازه ها به جهت سادگی فهم گزارش های مهندسی توانسته است اعتبار خود را در میان محققان حفظ نماید.





در هنگام وقوع زلزله زمین در شش مولفه شامل سه مولفه انتقالی و سه مولفه دورانی دارای حرکت می شود. سه مولفه انتقالی شامل دو مولفه ی متعامد افقی و یک مولفه قائم (که عمود بر سطح زمین است) می باشند که مشخصات آن ها توسط دستگاه های لرزه نگار ثبت می شوند و سه مولفه ی دورانی شامل دو مولفه گهواره ای و یک مولفه چرخشی هستند که مشخصات آن ها به علت داشتن دامنه ای کوتاه توسط دستگاه های لرزه نگار استاندارد ثبت نمی شوند.

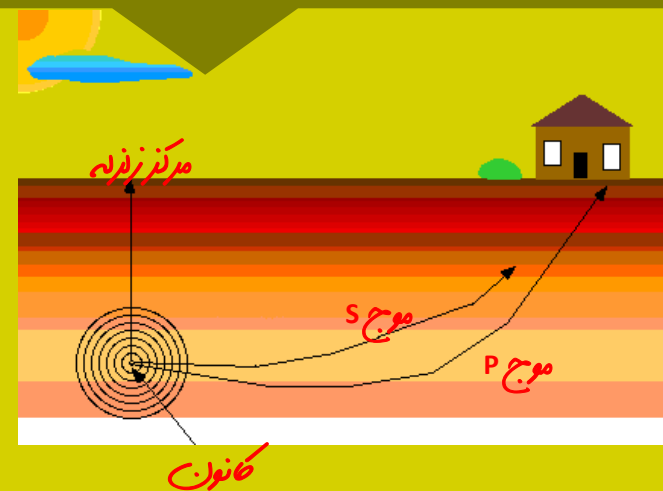
در طراحی سازه ها در برابر زلزله، معمولا سازه را تحت دو مولفه انتقالی افقی زلزله بطور تفصیلی مورد بررسی قرار می دهند و اثر مولفه انتقالی قائم را بشکل ساده تر در نظر می گیرند. اما اثرات مولفه پیچشی زلزله (حول محور قائم) بطور ضمنی و توسط یک لنگر پیچشی اضافی در سازه، منظور می گردد.

مشخصات مولفه های دورانی زلزله را می توان با استفاده از روابط معتبر ارایه شده و با توجه به مشخصات رکوردهای انتقالی بدست آورد. مولفه های دورانی حرکات زمین (پیچشی و گهواره ای) از دو جنبه ی لرزه شناسی و مهندسی سازه اهمیت دارند.

براساس مبانی پایه ای دینامیک سازه ها، اگر یک بار دینامیکی هارمونیک به سازه اعمال شود، در صورتی که فرکانس آن به فرکانس اصلی نوسان نزدیک باشد، پدیده رزونانس (تشدید) رخ داده و پاسخ سازه بحرانی می شود. حالتی که منحنی طیف فوریه دارای جمع شدگی باشد، بدان معناست که فرکانس محدودی در رکورد زلزله وجود دارد. این حالت شبیه به حالتی است که یک بار هارمونیک با فرکانس مشخص به سازه اعمال شود و می تواند باعث ایجاد پدیده رزونانس شود.

زلزله منجیل-رودبار در سال ۱۳۶۹ با بزرگی ۷/۴ ریشتر رخ داد. در این زلزله علاوه بر خسارت عمده که در مناطق نزدیک به مرکز زلزله رخ داد، در مناطق دورتر مانند شهر رشت نیز ساختمان های ۵ تا ۶ طبقه آسیب دیدند. دلیل این مساله آن بود که وقتی امواج لرزه ای به شهر رشت رسید، کیلومترها از لایه آبرفتی نرم عبور کرده بود و فقط محدوده کمی از فرکانس ها را شامل می شد، که نتیجه آن ایجاد پدیده رزونانس و آسیب دیدن طیف مشخصی از ساختمان های شهر رشت بود.

یکی از مهمترین عوامل موثر بر محتوای فرکانسی رکورد زلزله، نوع خاک است. امواج لرزه ای از کانون زلزله تا ساختگاه انتشار می یابند. اگر این امواج فقط از بستر سنگی عبور کنند، رکورد زلزله طیف وسیعی از فرکانس ها را در برمی گیرد. اما در حالتی که امواج از خاک نرم ( لایه آبرفتی) عبور کنند، محتوای فرکانسی زلزله در محل ساختگاه شامل محدوده کمتری از فرکانس ها است (در منحنی طیف فوریه جمع شدگی دیده می شود)



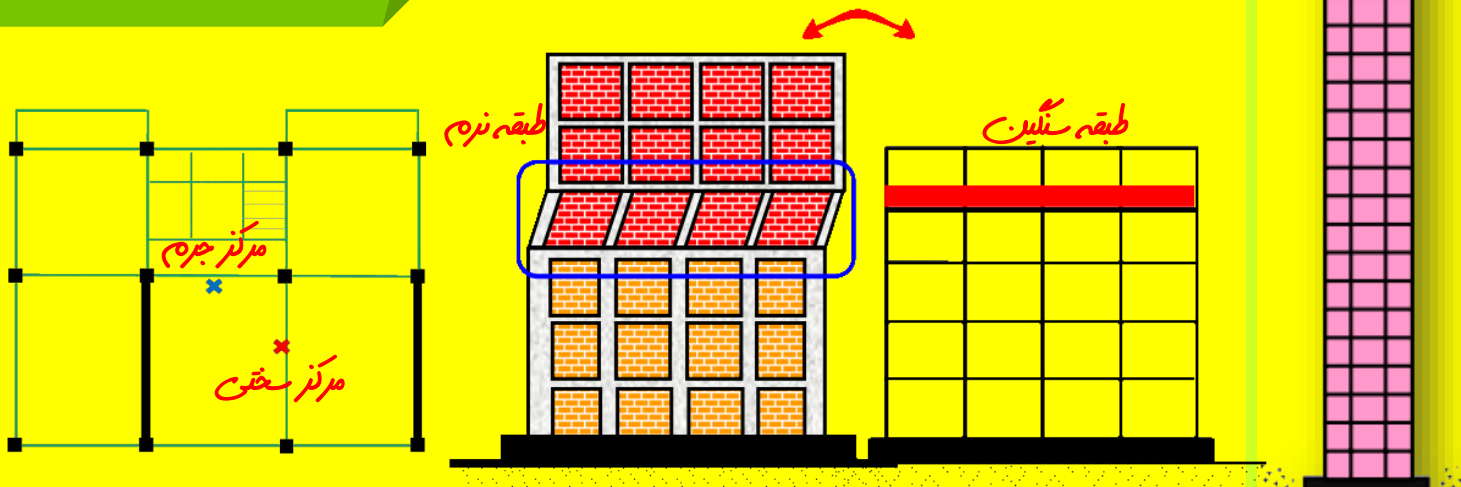
## اجبار در استفاده از تحلیل دینامیکی

در روش استاتیکی، توزیع نیرو به ارتفاع و جرم ساختمان وابسته است و سایر مشخصات سازه نظیر سختی، تأثیری در توزیع نیرو ندارد (که درست نیست). بطور کلی در سازه هایی که توزیع سختی در ارتفاع سازه بطور منظم و یکنواخت صورت نگرفته باشد باید از روش های دینامیکی استفاده کرد.

روش تحلیل دینامیکی در کلیه ساختمان ها قابل استفاده است ولی در موارد زیر استفاده از روش تحلیل دینامیکی الزامی (زیرا استفاده از تحلیل استاتیکی خطای زیادی را وارد محاسبات می کند) است:

- (ب) کلیه ساختمان های نامنظم که دارای شرایط زیر باشند:
  - نامنظمی زیاد و شدید پیچشی در پلان با هر تعداد طبقه
  - نامنظمی جرمی، طبقه نرم و خیلی نرم در ارتفاع با هر تعداد طبقه

الف) ساختمان های منظم با ارتفاع بیش از ۵۰ متر از تراز پایه





## گام پنجم: محاسبه ضریب مقیاس بر اساس مقایسه بین طیف پاسخ میانگین و طیف طرح استاندارد

در این گام باید طیف طرح استاندارد با متوسط طیف جذر مجموع مربعات که در گام قبل بدست آوردیم، مقایسه شود و ضریب مقیاسی را بدست آوریم که با اعمال آن در مقادیر متوسط طیف جذر مجموع مربعات، مقادیر این طیف در محدوده  $0.2T$  تا  $1.5T$  از  $1.3$  برابر مقادیر متناظر طیف طرح استاندارد کمتر نشود.

### نکته: برای محاسبه ضریب مقیاس باید به موارد زیر دقت کرد:

۱- پارامتر  $T$  زمان تناوب اصلی سازه است که از رابطه ی زیر بدست می آید:

$$T = \min\{1.25T_a, T_m\}$$

$T_a$  و  $T_m$  بترتیب زمان تناوب تجربی و زمان تناوب تحلیلی سازه هستند.

۲- آیین نامه اجازه می دهد که در بازه  $0.2T$  تا  $1.5T$ ، حداکثر تا  $10\%$  مقادیر متوسط طیف جذر مجموع مربعات از  $1.3$  برابر مقادیر متناظر با طیف طرح استاندارد کمتر باشد.



چنانچه پس از اصلاح مقادیر بازتاب ها، مقدار حداکثر تلاش داخلی اعضا را با  $Q_{Ei}$  و مقدار جابجایی نسبی طبقات را با  $\Delta_i$  نشان دهیم، برای محاسبه نتایج نهایی حاصل از تحلیل تاریخچه زمانی براساس ویرایش چهارم استاندارد ۲۸۰۰ داریم:

۱- اگر از سه زوج شتاب نگاشت برای تحلیل تاریخچه زمانی استفاده شود، تلاش طراحی اعضا و جابجایی نسبی طراحی طبقات باید برابر ماکزیمم مقادیر  $Q_{Ei}$  و  $\Delta_i$  در نظر گرفته شود:

$$Q_E = \max(Q_{E1}, Q_{E2}, Q_{E3})$$

$$\Delta = \max(\Delta_1, \Delta_2, \Delta_3)$$

۲- اگر از حداقل هفت زوج شتاب نگاشت برای تحلیل تاریخچه زمانی استفاده شود، تلاش طراحی اعضا و جابجایی نسبی طراحی طبقات باید برابر مقدار متوسط مقادیر  $Q_{Ei}$  و  $\Delta_i$  در نظر گرفته شود:

$$Q_E = \frac{\sum_{i=1}^n Q_{Ei}}{n}$$

$$\Delta = \frac{\sum_{i=1}^n \Delta_i}{n} \quad n \geq 7$$

نکته: با توجه به استاندارد ۲۸۰۰، استفاده از یک یا دو زوج شتاب نگاشت برای تحلیل تاریخچه زمانی مجاز نیست. در صورت استفاده از سه تا شش زوج شتاب نگاشت، مقدار حداکثر خروجی ها (مشابه حالت سه زوج شتاب نگاشت) و در صورت استفاده از هفت زوج شتاب نگاشت و بیشتر، مقدار میانگین بازتاب ها ملاک طراحی قرار می گیرد.