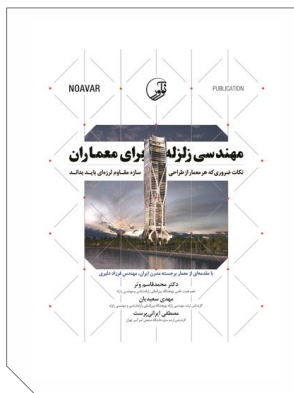




# مهندسی زلزله برای معماران



## مؤلفان:

**دکتر محمد قاسم وتر**

عضو هیئت علمی پژوهشگاه بین‌المللی زلزله‌شناسی و مهندسی زلزله

**مهدی سعیدیان**

کارشناس ارشد مهندسی زلزله پژوهشگاه بین‌المللی زلزله‌شناسی و مهندسی زلزله

**مصطفی ایرانی پرست**

کارشناس ارشد سازه دانشگاه صنعتی امیرکبیر تهران



سرشناسه:  
عنوان و نام پدیدآور:  
مشخصات نشر:  
مشخصات ظاهری:  
شابک:  
وضعیت فهرست نویسی:  
موضوع:  
موضوع:  
موضوع:  
موضوع:  
موضوع:  
موضوع:  
شناسه افزوده:  
شناسه افزوده:  
رده بندی کنگره:  
رده بندی دیویی:  
شماره کتابشناسی ملی:

وتر، محمدقاسم، ۱۳۳۸ -  
مهندسی زلزله برای معماران / مولفان محمدقاسم وتر، مهدی سعیدیان، مصطفی ایرانی پرست.  
تهران: نوآور، ۱۳۹۸.  
۳۴۴ص.  
۹۷۸-۶۰۰-۱۶۸-۴۳۷-۱  
فیپا  
زلزله -- مهندسی -- Earthquake engineering  
زلزله -- ایران -- Earthquakes -- Iran  
ساختمان‌ها -- اثر زلزله -- Buildings -- Earthquake effects  
سازه‌های بتنی -- اثر زلزله \* -- Concrete structures -- Earthquake effects  
سازه‌های فولادی -- اثر زلزله \* -- Earthquake effects -- Steel structures  
ساختمان‌های ضد زلزله -- Earthquake resistant design  
سعیدیان، مهدی، ۱۳۷۳ -  
ایرانی پرست، مصطفی، ۱۳۷۲ -  
۱۳۹۸ م ۲م ۶/۴/۵۴/۸۶  
۶۳۴/۱۷۶۲  
۵۶۰۸۹۰۸

## مهندسی زلزله برای معماران

مولفان: دکتر محمدقاسم وتر، مهدی سعیدیان، مصطفی ایرانی پرست



نشر نوآور

ناشر: نوآور

مدیر فنی: محمدرضا نصیرنیا

شمارگان: ۱۰۰۰ نسخه

شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۱۶۸-۴۳۷-۱

مرکز بخش:

نوآور، تهران، خیابان انقلاب، خیابان فخررازی، خیابان شهیدای  
ژاندارمری نرسیده به خیابان دانشگاه ساختمان ایرانیان، پلاک ۵۸  
طبقه دوم، واحد ۶ تلفن: ۹۲-۶۶۴۸۴۱۹۱، www.noavarpub.com

کلیه حقوق چاپ و نشر این کتاب مطابق با قانون حقوق مؤلفان و  
مصنفان مصوب سال ۱۳۴۸ برای ناشر محفوظ و منحصراً متعلق به نشر  
نوآور می‌باشد. لذا هر گونه استفاده از کل یا قسمتی از این کتاب (از قبیل  
هر نوع چاپ، فتوکپی، اسکن، عکس برداری، نشر الکترونیکی، هر نوع  
انتشار به صورت اینترنتی، سی دی، دی وی دی، فیلم فایل صوتی یا  
تصویری و غیره) بدون اجازه کتبی از نشر نوآور ممنوع بوده و شرعاً حرام  
است و متخلفین تحت پیگرد قانونی قرار می‌گیرند.

لطفاً جهت دریافت الحاقات و اصلاحات احتمالی این کتاب به سایت انتشارات نوآور مراجعه فرمایید.

[www.noavarpub.com](http://www.noavarpub.com)

<https://telegram.me/noavarpub>

<https://www.instagram.com/noavarpub/>

## فهرست مطالب

۱۳	مقدمه
۱۷	فصل اول / تاریخچه زمین لرزه
۱۷	۱. زلزله در افسانه‌های قدیم
۲۱	۲. ده مورد از شدیدترین و پر تلفات‌ترین زلزله‌های تاریخ
۲۵	فصل دوم / پدیده‌های بهنام زلزله
۲۵	۱. زلزله از دیرباز تاکنون
۲۶	۲. زمین و ساختار درونی آن
۲۷	۱-۲. جریان‌های همرفتی
۲۸	۲-۲. شنواری قاره‌ای
۲۸	۳. زمین‌لرزه
۳۰	۱-۳. امواج لرزه‌ای
۳۱	۴. ابزارهای اندازه‌گیری
۳۲	۱-۴. کاربرد لرزه‌نگاشت و شتاب‌نگاشت
۳۲	۵. شاخص‌های سنجش لرزش زمین
۳۲	۶. تلفات انسانی زمین‌لرزه‌های پیشین در دنیا
۳۴	۷. دلایل مرگبار شدن زلزله‌ها
۳۵	۸. مشکل زلزله در سراسر جهان
۳۶	۱-۸. ریسک شهری
۳۷	۲-۸. توزیع جغرافیایی زلزله‌ها
۳۸	۹. بزرگی و شدت زلزله
۳۸	۱-۹. واژه‌شناسی
۳۹	۲-۹. بزرگی زمین‌لرزه
۴۰	۱-۲-۹. راهنمای بزرگای زلزله
۴۱	۳-۹. شدت زمین‌لرزه
۴۳	۴-۹. تفاوت اصلی بزرگا در برابر شدت
۴۴	۱۰. هزینه‌های ناشی از وقوع زلزله
۴۴	۱-۱۰. هزینه‌های زلزله در سده گذشته
۴۶	۱۱. مکان‌یابی و ارزیابی خطر زلزله
۴۷	۱-۱۱. خطرات زمین‌لرزه وابسته به محل
۴۷	۱-۱-۱۱. تغییر شکل‌های بزرگ زمین
۴۸	۲-۱-۱۱. روانگرایی
۴۹	۳-۱-۱۱. زمین‌لغزش‌ها
۵۰	۴-۱-۱۱. سونامی و سیل
۵۱	۲-۱۱. بزرگنمایی لرزش‌های زمین
۵۲	۱۲. لرزه‌خیزی ایران

- ۱۲-۱. زمین‌شناسی ..... ۵۲
- ۱۲-۲. ساختار زمین ساختی ..... ۵۲

### فصل سوم / مشخصات زلزله ..... ۵۴

۱. تعاریف مقدماتی ..... ۵۴
- ۱-۱. پس‌لرزه ..... ۵۴
- ۲-۱. پیش‌لرزه ..... ۵۴
۲. تقسیم‌بندی زلزله‌ها ..... ۵۵
- ۱-۲. تقسیم‌بندی زلزله بر اساس عمق کانونی ..... ۵۵
- ۲-۲. تقسیم‌بندی زلزله بر اساس محل وقوع ..... ۵۵
- ۳-۲. تقسیم‌بندی زلزله بر اساس بزرگای ..... ۵۶
- ۴-۲. تقسیم‌بندی زلزله بر اساس فاصله از کانون زلزله ..... ۵۸
۳. ویژگی‌ها و خصوصیات ارتعاشی زمین‌لرزه ..... ۵۹
- ۱-۳. حداکثر حرکات ارتعاشی زمین ..... ۶۰
- ۲-۳. مشخصات طیفی زلزله شامل مقادیر طیفی شتاب، سرعت و تغییر مکان ..... ۶۱
- ۳-۳. مشخصات ارتعاشی زمین‌لرزه و محتوای فرکانسی آن ..... ۶۳
- ۳-۴. مدت‌زمان تداوم زلزله ..... ۶۳
۴. مشخصات زلزله از گله ..... ۶۴
۵. عوامل مؤثر در شدت تخریب ..... ۶۵

### فصل چهارم / ماهیت نیروهای لزه‌ای ..... ۶۶

۱. مقدمه ..... ۶۶
۲. اثر زلزله بر ساختمان ..... ۶۸
- ۱-۲. نیروی ماند (اینرسی) در ساختمان‌ها ..... ۶۸
- ۲-۲. اثر تغییر شکل‌ها در سازه‌ها ..... ۶۹
- ۳-۲. لرزش افقی و عمودی ..... ۷۰
- ۴-۲. جریان نیروهای ماند به‌سوی پی‌ها ..... ۷۰
۳. مدل‌سازی حرکت سازه ..... ۷۱

### فصل پنجم / مسیرهای انتقال بار ..... ۷۳

۱. ارزیابی بار ..... ۷۳
- ۱-۱. انواع بارهای وارد بر سازه ..... ۷۳
- ۲-۱. بار ناشی از زلزله ..... ۷۵
- ۱-۲-۱. تاریخچه ..... ۷۵
۲. مسیر بار ..... ۷۷
- ۱-۲. اهمیت مسیر بار ..... ۷۷
- ۲-۲. دیافراگم‌های افقی ..... ۷۸
- ۳-۲. اجزای عمودی ..... ۷۹
- ۴-۲. الزامات کلیدی مسیرهای بار ..... ۷۹
- ۵-۲. عوامل مختل‌کننده مسیرهای بار ..... ۸۰

۸۰.....	۱-۵-۲ ساختمان‌های با قاب خمشی .....
۸۲.....	۲-۵-۲ ساختمان‌های با دیوارهای سازه‌ای .....

### فصل ششم / ملزومات سازه ..... ۸۴

۸۴.....	۱. مقدمه .....
۸۵.....	۲. تعادل .....
۸۵.....	۳. پایداری .....
۸۷.....	۴. پایداری هندسی .....
۸۸.....	۵. وزن ساختمان .....
۸۹.....	۶. زمان تناوب طبیعی سازه .....
۹۲.....	۷. شکل مودی .....
۹۲.....	۸. میرایی .....
۹۳.....	۹. مقاومت .....
۹۴.....	۱۰. صلبیت و سختی .....
۹۴.....	۱۱. کاربری .....
۹۵.....	۱۲. سازه‌های بهینه .....
۹۶.....	۱۳. چهار معیار اساسی سازه مقاوم لرزه‌ای .....
۹۶.....	۱-۱۳. پیکربندی لرزه‌ای ساختمان .....
۹۷.....	۲-۱۳. سختی، مقاومت و شکل‌پذیری سازه .....
۹۷.....	۳-۱۳. معیار چهارگانه طراحی .....
۹۸.....	۴-۱۳. چه کسی این چهار خصوصیت را کنترل می‌کند .....
۹۹.....	۵-۱۳. چگونه به این چهار خصوصیت دست‌یابیم؟ .....

### فصل هفتم / شکل‌پذیری ..... ۱۰۰

۱۰۰.....	۱. شکل‌پذیری مواد .....
۱۰۱.....	۲. رفتار اجزای سازه .....
۱۰۱.....	۳. سازه شکل‌پذیر .....
۱۰۳.....	۴. آسیب‌های قابل قبول .....
۱۰۳.....	۵. مصالح ساخت .....
۱۰۴.....	۶. کاربرد شکل‌پذیری در طراحی لرزه‌ای .....
۱۰۶.....	۷. مفهوم طراحی بر اساس ظرفیت .....
۱۰۷.....	۸. اثر انعطاف‌پذیری بر رفتار لرزه‌ای ساختمان‌ها .....
۱۰۷.....	۱-۸. نوسان سازه‌های انعطاف‌پذیر .....
۱۰۸.....	۲-۸. اهمیت انعطاف‌پذیری .....

### فصل هشتم / تاثیر معماری در عملکرد سازه ..... ۱۱۰

۱۱۰.....	۱. اهمیت ویژگی‌های معماری .....
۱۱۱.....	۲. ویژگی‌های معماری .....
۱۱۱.....	۱-۲. مشخصه‌های پیکربندی و آثار آنها .....
۱۱۲.....	۲-۲. تاثیر عام پیکربندی .....

۱۱۲.....	۱-۲-۲ پیکربندی‌های منظم.....
۱۱۳.....	۳-۲ پیکربندی‌های نامنظم: تعاریف‌ایینامه ۲۸۰۰.....
۱۱۳.....	۱-۳-۲ نامنظمی در ارتفاع.....
۱۱۶.....	۲-۳-۲ ساختمان‌های نامنظم در پلان.....
۱۲۰.....	۴-۲ اهمیت پیکربندی‌های لرزه‌های نمونه‌ساز.....
۱۲۰.....	۱-۴-۲ مقیاس، اندازه، تناسب و تقارن.....
۱۲۳.....	۵-۲ چیدمان ساختمان در صفحه افقی.....
۱۲۶.....	۶-۲ مسائل پیکربندی پلان.....
۱۲۶.....	۱-۶-۲ کنج‌های فرورفته.....
۱۲۹.....	۳. پیچش در ساختمان.....
۱۳۱.....	۱-۳. اثر پیچش بر روی اعضای ساختمان.....
۱۳۲.....	۴. پیکربندی دیافراگم.....
۱۳۳.....	۵. چیدمان و آرایش عمودی ساختمان.....
۱۳۳.....	۱-۵. طبقات نرم.....
۱۳۹.....	۲-۵. پس نشستگی‌های قائم.....
۱۴۱.....	۶. هم‌جواری ساختمان‌ها: ضربه زدن.....
۱۴۲.....	۷. نقش معماران در ساخت بناهای مقاوم در برابر زلزله.....
۱۴۳.....	۱-۷. ایمنی ساختمان‌های مقاوم در برابر زلزله.....
۱۴۴.....	۲-۷. نقش معماران در ایمنی ساختمان‌های مقاوم در برابر زلزله.....
۱۴۴.....	۳-۷. نقش معماران در تعدیل خطرات زلزله.....
۱۴۶.....	۴-۷. اهمیت همکاری مهندسين عمران و معماری.....
۱۴۶.....	۵-۷. نقش مهندسين معمار در هدایت و راهبری پروژه‌های ساختمانی.....
۱۴۷.....	۶-۷. نقش مهندسين معمار پس از وقوع زلزله.....

**فصل نهم / تعامل مهندسان و معماران..... ۱۴۹**

۱۴۹.....	۱. رابطه‌ی بین معماران و مهندسان از گذشته تاکنون.....
۱۶۱.....	۲. تبادل نظر و همکاری تخصصی در طراحی لرزه‌ای.....
۱۶۱.....	۱-۲. مقدمه.....
۱۶۲.....	۲-۲. کارفرما.....
۱۶۳.....	۳-۲. گروه طراحی.....
۱۶۵.....	۴-۲. پیمانکار.....

**فصل دهم / طراحی لرزه‌ای ساختمان..... ۱۶۷**

۱۶۷.....	۱. ساختمان‌های مقاوم در برابر زمین‌لرزه.....
۱۶۷.....	۲. فلسفه طراحی لرزه‌ای.....
۱۶۸.....	۳. تقاضای زلزله در مقابل ظرفیت زلزله.....
۱۷۰.....	۴. رابطه بین ضریب رفتار و ضریب شکل‌پذیری.....
۱۷۱.....	۵. طراحی لرزه‌ای.....
۱۷۲.....	۶. روشهای طراحی لرزه‌ای.....
۱۷۴.....	۷. روند طراحی لرزه‌ای.....

۱۷۴	۱-۷. مرحله‌ی طراحی سختی
۱۷۶	۲-۷. مرحله‌ی طراحی استحکام
۱۷۷	۳-۷. مرحله‌ی طراحی شکل‌پذیری
۱۷۷	۸. فلسفه طراحی لرزه‌ای این‌نامه ۲۸۰۰
۱۷۷	۱-۸. دیدگاه تحلیل لرزه‌ای در این‌نامه ۲۸۰۰
۱۷۸	۲-۸. تاریخچه ضریب رفتار
۱۷۹	۹. مثال ۱
۱۸۲	۱۰. مثال ۲

### فصل یازدهم / رفتار ساختمان‌های بنایی در هنگام زمین‌لرزه ۱۸۶

۱۸۶	۱. مقدمه
۱۸۶	۱-۱. تعاریف
۱۸۶	۲-۱. انتخاب و کیفیت مصالح ساختمانی
۱۸۷	۲. چیدمان سازه‌ای در ساختمان‌های مصالح بنایی
۱۸۷	۱-۲. رفتار دیوارها در ساختمان‌های بنایی
۱۸۹	۲-۲. بهبود رفتار دیوارهای مصالح بنایی
۱۹۰	۳. نقش انواع کلاف‌ها در ساختمان بنایی
۱۹۰	۱-۳. نقش کلاف‌های افقی
۱۹۱	۲-۳. طراحی کلاف تراز سردر
۱۹۱	۳-۳. نقش کلاف‌های مسلح عمودی در ساختمان‌های مصالح بنایی
۱۹۳	۴. عملکرد اجزای ساختمان‌های بنایی در هنگام زلزله
۱۹۳	۱-۴. عملکرد کلاف‌های افقی در هنگام زمین‌لرزه
۱۹۴	۲-۴. عملکرد کلاف‌های مسلح قائم در هنگام زمین‌لرزه
۱۹۴	۳-۴. عملکرد بازشوها در هنگام زمین‌لرزه
۱۹۵	۴-۴. عملکرد دال پله‌ها در هنگام زمین‌لرزه
۱۹۵	۵. مقاوم‌سازی ساختمان‌های مصالح بنایی سنگی در برابر زمین‌لرزه
۱۹۵	۱-۵. رفتار ساختمان‌های سنگی در زمین‌لرزه‌های گذشته
۱۹۸	۲-۵. ویژگی سازه‌های سنگی مقاوم در برابر زمین‌لرزه
۱۹۹	۶. ساختمان بنایی کلاف دار
۲۰۰	۱-۶. تفاوت ساختمان کلاف دار با قاب خمشی پر شده با مصالح بنایی
۲۰۱	۲-۶. حوزه ساخت ساختمان‌ها با مصالح بنایی کلاف دار
۲۰۱	۱-۲-۶. راهنمایی‌های معماری

### فصل دوازدهم / رفتار ساختمان‌های بتن مسلح در هنگام زمین‌لرزه ۲۰۴

۲۰۴	۱. بتن
۲۰۴	۱-۱. مزایا و معایب بتن
۲۰۵	۲-۱. بتن مسلح
۲۰۶	۳-۱. قالب‌بندی
۲۰۶	۲. اثر زمین‌لرزه بر سازه‌های بتن مسلح
۲۰۷	۱-۲. دسته‌بندی ساختار مقاومت در ساختمان‌های بتن مسلح

- ۲-۲. اثرهای افقی زمین لرزه بر روی عناصر سازه‌ای قاب‌ها ..... ۲۰۸
۳. تیرهای بتن مسلح ..... ۲۰۸
- ۱-۳. راهبرد طراحی تیرهای بتن مسلح ..... ۲۱۰
۴. ستون‌های بتن مسلح ..... ۲۱۲
- ۱-۴. راهبرد طراحی ستون‌های بتن مسلح ..... ۲۱۳
۵. نقش دال‌های سقف و دیوارهای بنایی در ساختمان بتن مسلح ..... ۲۱۴
۶. اهمیت چشمه اتصال ..... ۲۱۶
- ۱-۶. رفتار چشمه اتصال در زمین لرزه ..... ۲۱۶
- ۲-۶. میلگرد گذاری چشمه اتصال ..... ۲۱۷
- ۳-۶. مهار میلگردهای طولی تیر در بتن ..... ۲۱۷
۷. ساختمان با دیوار برشی ..... ۲۱۸
- ۱-۷. مزیت‌های دیوارهای برشی در ساختمان‌های بتن مسلح ..... ۲۱۸
- ۲-۷. سیماهای معماری دیوار برشی ..... ۲۱۹
- ۳-۷. هندسه دیوارها ..... ۲۱۹
۸. آسیب‌پذیری رایج ساختمان بتنی در زمین لرزه ..... ۲۲۰
- ۱-۸. ساختمان‌های بتنی با طبقه‌های همکف باز ..... ۲۲۰
- ۱-۱-۸. رفتار لرزه‌ای ..... ۲۲۱
- ۲-۱-۸. مشکل اساسی در طراحی ساختمان‌های با طبقه همکف باز ..... ۲۲۱
- ۳-۱-۸. راهبردهای بهبود طراحی ..... ۲۲۲
- ۲-۸. ساختمان‌های بتنی با ستون کوتاه ..... ۲۲۲
- ۱-۲-۸. کدام ستون‌ها کوتاه به شمار می‌روند؟ ..... ۲۲۲
- ۲-۲-۸. رفتار ستون کوتاه ..... ۲۲۴

**فصل سیزدهم / رفتار ساختمان‌های فولادی در هنگام زمین لرزه ..... ۲۲۶**

۱. فولاد ..... ۲۲۶
- ۱-۱. ساخت فولاد ..... ۲۲۶
- ۲-۱. مزایای فولاد ساختمانی ..... ۲۲۶
- ۳-۱. معایب فولاد به‌عنوان یک ماده ساختمانی ..... ۲۲۸
- ۴-۱. فولاد مصرفی در سازه ..... ۲۲۹
۲. طراحی سازه‌های فولادی شکل‌پذیر ..... ۲۳۱
۳. سیستم‌های باربر جانبی متداول ..... ۲۳۲
- ۱-۳. سیستم قاب‌های مهاربندی شده ..... ۲۳۲
- ۱-۱-۳. قاب‌های مهاربندی شده همگرا ..... ۲۳۳
- ۲-۱-۳. قاب‌های مهاربندی شده واگرا ..... ۲۳۶
- ۲-۳. سیستم قاب خمشی ..... ۲۳۷
- ۳-۳. سیستم دوگانه یا ترکیبی ..... ۲۳۹
۴. انواع اتصالات در سازه‌های فولادی ..... ۲۴۰
- ۱-۴. اتصال ساده به کمک نبشی جان ..... ۲۴۰
- ۲-۴. اتصالات ساده تیر به ستون با نبشی نشیمن ..... ۲۴۰
- ۳-۴. اتصالات صلب تیر به ستون ..... ۲۴۱





۲۴۱.....	۵. چشمه اتصال.....
۲۴۳.....	<b>فصل چهاردهم / انتخاب سیستم باربر جانبی .....</b>
۲۴۳.....	۱. مقدمه.....
۲۴۳.....	۲. انتخاب نوع سیستم سازه‌ای.....
۲۴۳.....	۳. انواع سیستم سازه‌ای.....
۲۴۴.....	۱-۳. سیستم دیوارهای باربر.....
۲۴۴.....	۲-۳. سیستم قاب ساختمانی.....
۲۴۵.....	۳-۳. سیستم قاب خمشی.....
۲۴۵.....	۴-۳. سیستم دوگانه یا ترکیبی.....
۲۴۶.....	۵-۳. سیستم ستون کنسولی.....
۲۴۶.....	۶-۳. سایر سیستم‌های سازه‌ای.....
۲۴۷.....	۷-۳. هدف از گروه‌بندی سیستم‌های سازه‌ای.....
۲۴۷.....	۴. سایر عوامل مؤثر بر طراحی سازه.....
۲۵۱.....	<b>فصل پانزدهم / اجزای غیر سازه‌ای.....</b>
۲۵۱.....	۱. مقدمه.....
۲۵۱.....	۲. اثر زلزله بر اجزای غیر سازه‌ای.....
۲۵۲.....	۳. محافظت از اجزای غیر سازه‌ای.....
۲۵۴.....	۴. لزوم هماهنگی بین عناصر سازه‌ای و غیر سازه‌ای.....
۲۵۷.....	۵. برخی عناصر غیر سازه‌ای.....
۲۵۷.....	۱-۵. جان‌پناه‌ها.....
۲۵۷.....	۲-۵. مهار سقفهای کاذب.....
۲۵۷.....	۳-۵. دیوارهای پرکننده.....
۲۶۰.....	۱-۳-۵. لزوم اجتناب از اتصال کامل قاب با دیوارهای غیرسازه‌ای.....
۲۶۱.....	۴-۵. راه‌پله‌ها.....
۲۶۲.....	۵-۵. سایر عناصر غیر سازه‌ای.....
۲۶۳.....	۶-۵. پوشش.....
۲۶۳.....	۱-۶-۵. مصالح بنایی.....
۲۶۴.....	۲-۶-۵. پانل‌ها.....
۲۶۴.....	۳-۶-۵. پوشش نما.....
۲۶۵.....	۷-۵. پنجره‌ها.....
۲۶۶.....	۸-۵. دیوارهای پرده‌ای.....
۲۶۷.....	۶. محتویات ساختمان.....
۲۶۹.....	<b>فصل شانزدهم / عملکرد لرزه‌ای پی .....</b>
۲۶۹.....	۱. عوامل تأثیرگذار در مقاومت لرزه‌ای پی.....
۲۶۹.....	۱-۱. انتخاب مکان مناسب برای ساخت.....
۲۷۰.....	۲-۱. اثر ساختگاه.....
۲۷۰.....	۳-۱. انواع پی.....

- ۲۷۲..... ۲. طراحی لرزه‌ای فونداسیون‌ها
- ۲۷۳..... ۱-۲. طراحی ظرفیت فونداسیون‌ها

**فصل هفدهم / خسارات ناشی از زلزله ..... ۲۷۴**

- ۲۷۴..... ۱. گونه‌های ساختمانی قوی و ضعیف
- ۲۷۷..... ۲. خسارت‌های زلزله
- ۲۷۷..... ۳. تقسیم‌بندی صدمات زلزله
- ۲۷۷..... ۱-۳. خرابیهای فیزیکی مستقیم
- ۲۷۸..... ۲-۳. صدمات اجتماعی
- ۲۷۸..... ۳-۳. زیان‌های اقتصادی
- ۲۷۹..... ۴. عوامل مؤثر بر خسارات ناشی از زلزله
- ۲۷۹..... ۱-۴. نوع سازه
- ۲۷۹..... ۱-۴-۱ سازه‌ی بتنی
- ۲۸۳..... ۱-۴-۲ سازه‌های فولادی
- ۲۸۶..... ۱-۴-۳ سازه‌های مصالح بنایی (آجری، سنگی، خشتی)
- ۲۸۸..... ۲-۴. شدت لرزش زمین
- ۲۸۸..... ۳-۴. اثرات ساختگاهی و پی
- ۲۸۹..... ۴-۴. خطرات جانبی
- ۲۸۹..... ۱-۴-۴ گسیختگی زمین
- ۲۸۹..... ۲-۴-۴ گسیختگی گسل
- ۲۸۹..... ۳-۴-۴ سیل
- ۲۸۹..... ۴-۴-۴ آتش‌سوزی
- ۲۹۰..... ۵-۴. میزان اشغال بودن (کاربری)
- ۲۹۰..... ۶-۴. کاربری سازه (تأسیسات)
- ۲۹۱..... ۵. ارزیابی شدت خرابی

**فصل هجدهم / طراحی بر اساس عملکرد ..... ۲۹۷**

- ۲۹۷..... ۱. انواع‌ایین‌نامه‌های طراحی
- ۲۹۸..... ۲. اولین قانون عملکردی در ساختمان‌سازی
- ۲۹۸..... ۳. طراحی بر اساس نیرو در مقابل طراحی بر اساس جابجایی
- ۲۹۹..... ۴. روش طراحی لرزه‌های سازه‌ها بر اساس عملکرد آنها
- ۳۰۰..... ۱-۴. مفهوم طراحی بر اساس عملکرد
- ۳۰۱..... ۲-۴. مراحل مختلف طراحی لرزه‌ای بر اساس عملکرد
- ۳۰۴..... ۵. مقایسه طراحی عملکردی از دید طراح و کارفرما

**فصل نوزدهم / بهسازی لرزه‌ای ساختمان ..... ۳۰۶**

- ۳۰۶..... ۱. ارزیابی ساختمان قبل و بعد از زلزله
- ۳۰۷..... ۲. مقاوم‌سازی
- ۳۰۷..... ۱-۲. روش ارزیابی بر اساس نسبت ظرفیت به نیاز سازه
- ۳۰۸..... ۲-۲. فلسفه موجود در بهسازی لرزه‌ای

۳۰۹.....	۳. بهسازی سازه‌ها .....
۳۱۰.....	۴. بهسازی لرزه‌ای عناصر غیر سازه‌ای .....
۳۱۰.....	۱-۴. مقاوم سازی اجزای معماری .....
۳۱۱.....	۲-۴. بررسی آسیب‌های وارد به اجزای معماری در زلزله‌های اخیر .....
۳۱۱.....	۳-۴. راهکارهای کاهش آسیب‌پذیری در سیستم‌های معماری .....
۳۱۲.....	۱-۳-۴ دیوار پرکننده .....
۳۱۷.....	۲-۳-۴ راه‌پله‌ها .....
۳۱۸.....	۳-۳-۴ نماها و شیشه‌کاری .....
۳۲۰.....	۴-۳-۴ درها و پنجره‌های شیشه‌ای .....
۳۲۱.....	۵-۳-۴ پانل‌ها .....
۳۲۳.....	۶-۳-۴ جان‌پناه .....
۳۲۳.....	۷-۳-۴ سقف‌ها .....
۳۲۵.....	۸-۳-۴ خروجی‌ها .....
۳۲۵.....	۴-۴. لزوم در نظر گرفتن تمهیدات لازم برای تجهیزات .....
۳۲۶.....	۱-۴-۴ قفسه‌ها و کابینت‌ها .....
۳۲۷.....	۲-۴-۴ مقاوم‌سازی اجزای مکانیکی و الکتریکی .....
۳۲۷.....	۳-۴-۴ بررسی آسیب‌های وارد شده به سیستم‌های مکانیکی در زلزله‌های اخیر .....
<b>۳۲۹.....</b>	<b>فصل بیستم / تکنولوژی جدید .....</b>
۳۲۹.....	۱. کاهش اثر زمین‌لرزه بر ساختمان‌ها .....
۳۳۰.....	۲. جداسازی پایه .....
۳۳۲.....	۱-۲. فلسفه پیدایش جداساز لرزه‌ای .....
۳۳۲.....	۲-۲. استفاده از سیستم‌های جداگر لرزه‌ای .....
۳۳۳.....	۳. میراگرهای لرزه‌ای .....
<b>۳۳۶.....</b>	<b>فصل بیست و یکم / اهمیت کنترل کیفیت .....</b>
۳۳۶.....	۱. اهمیت کیفیت درمقابل زمین‌لرزه .....
۳۳۶.....	۲. کنترل کیفیت .....
۳۳۷.....	۳. تضمین کیفیت .....
۳۳۷.....	۱-۳. چگونه کیفیت تضمین می‌شود؟ .....
۳۳۸.....	۴. اخلاق حرفه‌ای .....
<b>۳۴۰.....</b>	<b>فصل بیست و دوم / جمع‌بندی .....</b>
۳۴۲.....	منابع و مآخذ .....

نشر نوآور ضمن ارج نهادن و قدردانی از اعتماد شما به کتاب‌های این انتشارات، به استحضاراتن می‌رساند که همکاران این انتشارات، اعم از مؤلفان و مترجمان و کارگروه‌های مختلف آماده‌سازی و نشر کتاب، تمامی سعی و همت خود را برای ارائه کتابی درخور و شایسته شما فرهیخته گرامی به کار بسته‌اند و تلاش کرده‌اند که اثری را ارائه نمایند که از حداقل‌های استاندارد یک کتاب خوب، هم از نظر محتوایی و غنای علمی و فرهنگی و هم از نظر کیفیت شکلی و ساختاری آن، برخوردار باشد. با این وجود، علی‌رغم تمامی تلاش‌های این انتشارات برای ارائه اثری با کمترین اشکال، باز هم احتمال بروز ایراد و اشکال در کار وجود دارد و هیچ اثری را نمی‌توان الزاماً مبرماً از نقص و اشکال دانست. از سوی دیگر، این انتشارات بنابه تعهدات حرفه‌ای و اخلاقی خود و نیز بنابه اعتقاد راسخ به حقوق مسلم خوانندگان گرامی، سعی دارد از هر طریق ممکن، به‌ویژه از طریق فراخوان به خوانندگان گرامی، از هرگونه اشکال احتمالی کتاب‌های منتشره خود آگاه شده و آن‌ها را در چاپ‌ها و ویرایش‌های بعدی رفع نماید.

لذا در این راستا، از شما فرهیخته گرامی تقاضا داریم در صورتی که حین مطالعه کتاب با اشکالات، نواقص و یا ایرادهای شکلی یا محتوایی در آن برخورد نمودید، اگر اصلاحات را بر روی خود کتاب انجام داده‌اید پس از اتمام مطالعه، کتاب ویرایش شده خود را با هزینه انتشارات نوآور، پس از هماهنگی با انتشارات، ارسال نمایید، و نیز چنانچه اصلاحات خود را بر روی برگه جداگانه‌ای یادداشت نموده‌اید، لطف کرده عکس یا اسکن برگه مزبور را با ذکر نام و شماره تلفن تماس خود به ایمیل انتشارات نوآور ارسال نمایید، تا این موارد بررسی شده و در چاپ‌ها و ویرایش‌های بعدی کتاب اعمال و اصلاح گردد و باعث هرچه پربارتر شدن محتوای کتاب و ارتقاء سطح کیفی، شکلی و ساختاری آن گردد.

نشر نوآور، ضمن ابراز امتنان از این عمل متعهدانه و مسئولانه شما خواننده فرهیخته و گرانقدر، به منظور تقدیر و تشکر از این همدلی و همکاری علمی و فرهنگی، در صورتی که اصلاحات درست و بجا باشند، متناسب با میزان اصلاحات، به رسم ادب و قدرشناسی، نسخه دیگری از همان کتاب و یا چاپ اصلاح شده آن و نیز از سایر کتب منتشره خود را به عنوان هدیه، به انتخاب خودتان، برایتان ارسال می‌نماید، و در صورتی که اصلاحات تأثیرگذار باشند در مقدمه چاپ بعدی کتاب نیز از زحمات شما تقدیر می‌شود. همچنین نشر نوآور و پدیدآورندگان کتاب، از هرگونه پیشنهادها، نظرات، انتقادات و راه کارهای شما عزیزان در راستای بهبود کتاب، و هرچه بهتر شدن سطح کیفی و علمی آن صمیمانه و مشتاقانه استقبال می‌نمایند.



نشر نوآور

تلفن: ۲-۶۶۴۸۴۱۹۱

[www.noavarpub.com](http://www.noavarpub.com)

[info@noavarpub.com](mailto:info@noavarpub.com)

بیش از ۱۵ سال بود که فیش برداری جهت تهیه مقدمات تألیف یک کتاب تخصصی در مهندسی زلزله برای معماران آغاز شده بود و تعداد زیادی از دانشجویان تحصیلات تکمیلی (ارشد و دکتری) در گردآوری فایل‌های تصویری مناسب مشارکت داشته‌اند. متأسفانه به دلیل مشغله کاری، تحقق این امر میسر نمی‌گشت. سرانجام دو نفر از مهندسان زلزله و سازه که از فارغ‌التحصیلان ممتاز دانشکده‌های خود در پژوهشگاه بین‌المللی زلزله‌شناسی و مهندسی زلزله و دانشگاه پلی‌تکنیک تهران بوده‌اند قول یاری و همکاری تا آخرین مراحل را دادند. باهمت این دو عزیز چارچوب کتاب شکل گرفت و برای اولین بار کتابی تقدیم جامعه مهندسی معماران می‌شود که بر اساس اهم مسائل مهندسی زلزله و نیازهای آنان تألیف گردیده که در نوع خود کم‌نظیر است. در همین رابطه سعی شده، نظر و پیشنهاد بعضی از اساتید و مهندسان معمار شاخص ایران که در امر آموزش معماران و طراحی برج‌ها در کلان‌شهرهای ایران و کشورهای منطقه فعال‌اند هم اخذ و اعمال شود. سعی شده در این کتاب اهم واژه‌ها و مسائل زلزله که در درک مهندسی زلزله و کاربرد آن مؤثر است مورد تبیین و تشریح قرار بگیرد.

واقعیت زلزله فرای تعاریف عموم مردم کوچه و بازار و تعبیر دیدگاه و نگرش واقعی نسبت به دلایل رخداد زلزله در **فصول اول و دوم** بیان شده است. برای روشن‌سازی هر چه بیشتر مفاهیم مرتبط با پدیده زلزله، در **فصل سوم** ویژگی‌های این پدیده مورد بررسی دقیق‌تر قرار گرفته است.

با توجه به دانش امروزی، زلزله ناشی از حرکات صفحات زمین است که این حرکات به صورت نیروهای، ساخته‌های دست بشر را تحت تأثیر قرار می‌دهد. در **فصل چهارم**، نحوه عملکرد این نیروها و اثر آن بر ساختمان بیان شده است. نکته اساسی برای مقابله با این نیروها که در **فصل پنجم** بیان شده است، تعبیه مسیرهای بار پیوسته برای انتقال نیرو به زمین و جلوگیری از آسیب دیدن سازه می‌باشد.

به‌طور کلی هر بنا نیازمند چند اصل اساسی ساده برای حفظ سرویس‌دهی در طول عمر مفید خود هست. سازه باید توانایی رسیدن به تعادل، پایداری، کارایی مورد انتظار و زیبایی بصری داشته باشد. همچنین باید از لحاظ هزینه، متناسب با عملکردی که از آن انتظار می‌رود باشد. این اصول اولیه سازه به تفصیل در **فصل ششم** بیان گردیده است. باگذشت زمان و تغییرات ایجاد شده در نحوه ساخت سازه‌ها، امکان حذف آسیب وارده به بناها در هنگام زمین‌لرزه‌های شدید میسر نبود. این تغییر رویه در مقابله با زلزله، منجر به ظهور مفهوم شکل‌پذیری در طراحی و اجرا بناها گردید. این مفهوم در **فصل هفتم** مورد بررسی قرار گرفته است.

نکته بسیار مهم که معمولاً اهمیت آن در طراحی‌ها نادیده گرفته می‌شود، تأثیر

مستقیم فرم معماری بنا بر عملکرد لرزه‌ای آن می‌باشد. تا آنجا که اساتید سرشناس مهندسی زلزله، به این موضوع تأکید کرده‌اند. این ویژگی نیازمند تعامل مناسب بین مهندسی سازه و معمار می‌باشد. لذا در **فصل هشتم و نهم** ماهیت این ارتباط و همکاری و تأثیر معماری بر عملکرد سازه شرح داده شده است. برای تحقق هرچه بهتر این تعامل، لازم است یک معمار با برخی مفاهیم ساده طراحی لرزه‌ای سازه آشنا گردد. از این رو در **فصل دهم** به معرفی مفاهیم اولیه طراحی لرزه‌ای پرداخته شده است.

از آنجا که سازه‌های امروزی به‌طور کلی به سه دسته بنایی، بتن مسلح و فولادی تقسیم می‌شوند؛ باین حال جزئیات مربوط به هر یک متفاوت است. در **فصل یازدهم، دوازدهم و سیزدهم** به هر نوع سازه نگاهی جامع صورت گرفته. هر یک از انواع سازه‌ها دارای مزایا و معایبی هستند که طراح را به سمت انتخاب یک سیستم برای سازه مورد نظر سوق می‌دهد. برخی از این معیارها که در تصمیم‌گیری طراح مؤثر است، در **فصل چهاردهم** آورده شده است.

یک ساختمان از دو بخش کلی اجزای سازه‌ای و غیر سازه‌ای تشکیل می‌شود. تمرکز اصلی در این نامه‌های طراحی لرزه‌ای، نظیر این نامه ۲۸۰۰، بر روی اجزای سازه‌ای می‌باشد؛ این در حالی است که صدمات و خسارات عمده در زلزله‌های اخیر، نظیر زلزله سرپل ذهاب، ناشی از عملکرد نامناسب اجزای غیر سازه‌ای بوده است. این کاستی لزوم توجه هر چه بیشتر معماران به اجزای غیر سازه‌ای را می‌طلبد که در **فصل پانزدهم** به آن پرداخته شده است.

عامل مؤثر دیگر در رفتار لرزه‌ای سازه، محل احداث بنا می‌باشد. از آنجا که در برخی پروژه‌ها مکانی یابی احداث بنا بر عهده معمار می‌باشد، آشنایی با اصول پایه‌ای اثر ساختگاه بر عملکرد ضروری است. لذا در **فصل شانزدهم** به‌طور خلاصه به این مبحث پرداخته شده است.

در **فصل هفدهم** برای روشن‌سازی عینی مواردی که در فصول قبل اشاره شد، برخی صدمات ناشی از عدم توجه کافی در روند طراحی و اجرا به کمک تصاویری از زلزله‌های اخیر ایران آورده شده است.

در **فصل هجدهم** مختصر به شیوه نوین طراحی جهت دستیابی به عملکرد مورد انتظار کارفرما از بنا، اشاره شده است. همچنین در **فصل نوزدهم** شیوه‌هایی برای بهبود رفتار لرزه‌ای سازه‌های موجود آورده شده است.

در سال‌های اخیر پیشرفت مهندسی زلزله منجر به ابداع روش‌های جدیدی در بهبود عملکرد سازه‌ها گردیده است. این تکنولوژی‌های جدید به‌طور مختصر در **فصل بیستم** معرفی شده‌اند. در نهایت در **فصل بیست‌ویکم** به اهمیت کنترل کیفیت در کلیه مراحل طراحی، اجرا و نظارت سازه اشاره شده است.

در آخر اضافه می‌نماید که مؤلفین بسیار خوشحال می‌شوند که به کلیه ابهامات و پیشنهادهای از طریق ناشر و یا پست‌های الکترونیک ذیل پاسخ دهند.

Noavar33@yahoo.com

محمد قاسم وتر

پژوهشگاه بین‌المللی زلزله شناسی و مهندسی زلزله

## دیدگاه مهندس فرزاد دلیری در خصوص کتاب



FARZAD DALIRI  
ARCHITECT

به نام خدا

تاریخ: ۹۸/۰۱/۱۹

شماره: ۹۷ ب ۰۰۲

جناب آقای دکتر وتر و همکاران محترم

با سلام :

کتاب مهندسی زلزله برای معماران را در نوروز ۱۳۹۸ مطالعه نمودم، باعث خوشحالیست که در کشور عزیزمان با این بتانسیل لرزه خیزی، چنین کتاب وزین و سرشار از مطالب مفید جهت طراحان معمار انتشار می یابد.

مطمئن هستم مطالعه کتاب مهندسی زلزله برای معماران می تواند تاثیرات خوبی در جهت کاهش خسارت ناشی از زلزله در طراحی معماران این کشور را داشته باشد.

با آرزوی موفقیت برای دست اندرکاران این مجموعه

فرزاد دلیری

کلیه حقوق چاپ و نشر این کتاب مطابق با قانون حقوق مؤلفان و مصنفان و هنرمندان مصوب سال ۱۳۴۸ و آیین‌نامه اجرایی آن مصوب ۱۳۵۰، برای ناشر محفوظ و منحصراً متعلق به نشر نوآور است. لذا هر گونه استفاده از کل یا قسمتی از مطالب، اشکال، نمودارها، جداول، تصاویر این کتاب در دیگر کتب، مجلات، نشریات، سایت‌ها و موارد دیگر، و نیز هر گونه استفاده از کل یا قسمتی از کتاب به هر شکل از قبیل هر نوع چاپ، فتوکپی، اسکن، تایپ از کتاب، تهیه پی‌دی‌اف از کتاب، عکس‌برداری، نشر الکترونیکی، هر نوع انتشار به صورت اینترنتی، سی‌دی، دی‌وی‌دی، فیلم، فایل صوتی یا تصویری و غیره بدون اجازه کتبی از نشر نوآور ممنوع و غیرقانونی بوده و شرعاً نیز حرام است، و متخلفین تحت پیگرد قانونی و قضایی قرار می‌گیرند.

با توجه به اینکه هیچ کتابی از کتب نشر نوآور به صورت فایل ورد یا پی‌دی‌اف و موارد این چنین، توسط این انتشارات در هیچ سایت اینترنتی ارائه نشده است، لذا در صورتی که هر سایتی اقدام به تایپ، اسکن و یا موارد مشابه نماید و کل یا قسمتی از متن کتب نشر نوآور را در سایت خود قرار داده و یا اقدام به فروش آن نماید، توسط کارشناسان امور اینترنتی این انتشارات، که مسئولیت اداره سایت را به عهده دارند و به طور روزانه به بررسی محتوای سایت‌ها می‌پردازند، بررسی و در صورت مشخص شدن هرگونه تخلف، ضمن اینکه این کار از نظر قانونی غیرمجاز و از نظر شرعی نیز حرام می‌باشد، وکیل قانونی انتشارات از طریق وزارت فرهنگ و ارشاد اسلامی، پلیس فتا (پلیس رسیدگی به جرایم رایانه‌ای و اینترنتی) و نیز سایر مراجع قانونی، اقدام به مسدود نمودن سایت متخلف کرده و طی انجام مراحل قانونی و اقدامات قضایی، خاطیان را مورد پیگرد قانونی و قضایی قرار داده و کلیه خسارات وارده به این انتشارات از متخلف اخذ می‌گردد.

همچنین در صورتی که هر کتابفروشی، اقدام به تهیه کپی، جزوه، چاپ دیجیتال، چاپ ریسو، آفست از کتب انتشارات نوآور نموده و اقدام به فروش آن نماید، ضمن اطلاع‌رسانی تخلفات کتابفروشی مزبور به سایر همکاران و مؤذرعین محترم، از طریق وزارت فرهنگ و ارشاد اسلامی، اتحادیه ناشران، و انجمن ناشران دانشگاهی و نیز مراجع قانونی و قضایی اقدام به استیفای حقوق خود از کتابفروشی متخلف می‌نماید.

**خرید، فروش، تهیه، استفاده و مطالعه از روی نسخه غیراصل کتاب،**

**از نظر قانونی غیرمجاز و شرعاً نیز حرام است.**

انتشارات نوآور از خوانندگان گرامی خود درخواست دارد که در صورت مشاهده هر گونه تخلف از قبیل موارد فوق، مراتب را یا از طریق تلفن‌های انتشارات نوآور به شماره‌های ۲-۰۲۱ ۶۶۴۸۴۱۹۱ و ۰۹۱۲۳۰۷۶۷۴۸ و یا از طریق ایمیل انتشارات به آدرس [info@noavarpub.com](mailto:info@noavarpub.com) و یا از طریق منوی تماس با ما در سایت [www.noavarpub.com](http://www.noavarpub.com) به این انتشارات ابلاغ نمایند، تا از تضییع حقوق ناشر، پدیدآورنده و نیز خود خوانندگان محترم جلوگیری به عمل آید، و نیز به‌عنوان تشکر و قدردانی، از کتب انتشارات نوآور نیز هدیه دریافت نمایند.



## فصل اول

### تاریخچه زمین لرزه

#### ۱. زلزله در افسانه‌های قدیم

انسان از دوران باستان به دنبال کشف رازهای طبیعت بوده است. زلزله یکی از وقایع طبیعی ترسناک و درعین حال رمزآلودی است که قرن‌ها است مورد توجه انسان‌ها بوده و آنها را به چالش کشیده است. هرچند امروزه دلیل علمی دقیق زلزله به وضوح مشخص شده است. بررسی افسانه‌های قدیمی نشان می‌دهد که زمین‌لرزه‌ها و اثرات مخرب آنها ریشه‌های عمیقی در افسانه‌ها و همین‌طور باور مردمان سرزمین‌های گوناگون دوانده است. در ادامه به برخی از این افسانه‌ها اشاره شده است.

#### نامازو، گربه‌ماهی غول‌پیکر ژاپنی

در افسانه‌های مردم ژاپن یک گربه‌ماهی غول‌پیکر در گل‌های زیرزمینی جزایر ژاپن زندگی می‌کند و فقط خدای کاشیما می‌تواند نامازو را از حرکت بازدارد. کاشیما که در افسانه‌های ژاپنی الهه رعدوبرق و شمشیر خدا بر روی زمین است با کمک سنگ‌های سنگین گربه‌ماهی را به پایه‌های زمین فشار می‌دهد و زمانی که این الهه دچار سهل‌انگاری یا خستگی شود نامازو با دم خود به زمین ضربه می‌زند و سبب بروز زمین‌لرزه می‌شود.



شکل ۱-۱ خدای کاشیما در نبرد با نامازو، عامل ایجاد زلزله در افسانه ژاپنی

#### افسانه گاو نر در فلات ایران

مردم برخی نقاط ایران بر این باور بودند که زلزله با موقعیت شاخ گاوی که زمین را به دوش می‌کشد بستگی دارد. این گاو بر روی یک ماهی بزرگ در دریا زندگی می‌کند و زمانی که خسته می‌شود و یا



پلیدی گیتی را در برمی گیرد گاو ناشکیبایی کرده و زمین را از یک شاخ خود به شاخ دیگر منتقل می کند و زمین در اثر این انتقال می لرزد. برخی دیگر نیز معتقد بودند که زمین لرزه زمانی رخ می دهد که زمین به طور مستقیم بر روی شاخ گاو قرار می گیرد. پیترو دلا واله، جهانگرد ایتالیایی قرن هفدهم میلادی در طی سفر خود به ایران و در یادداشت هایش به این افسانه اشاره کرده است. این مسئله در رباعیات خیام و خاقانی شروانی نیز آمده است.



شکل ۱-۲ شاخ گاو نر در افسانه های سایر ملل

قرار گرفتن زمین بر روی شاخ گاو نر نه تنها در ایران بلکه در افسانه های یهودیان مراکشی، سیک های هندی و نژادهای قفقازی (مردم برخی مناطق اروپا، شمال و شاخ آفریقا، آسیای میانه، آسیای غربی و آسیای جنوبی) نیز دیده می شود. در اسطوره یهودیان مراکش آمده است که خداوند زمین را بر روی شاخ های یک گاو نر گول پیکر قرارداده است و زمانی که مردم گناه می کنند زمین سنگین تر شده و گاو برای حفظ تعادل خود آن را به بالا پرتاب می کند. این پرتاب زمین سبب بروز زلزله و دیگر بلاهای طبیعی می شود.

### افسانه پوزئیدون در یونان باستان

یونانیان باستان پوزئیدون خداوند آبها و دریاها و یکی از دوازده ایزد قله آلمپ را مسئول زمین لرزه در سطح زمین می دانستند. یکی از القاب پوزئیدون «لرزاننده زمین» است. وی همواره یک نیزه سه شاخه در دست دارد و بر یک ماهی سوار می شود. او می تواند با نیزه سه شاخه خود به زمین ضربه بزند و سبب پدید آمدن زلزله گردد. دانشمندان و فلاسفه یونان باستان در تلاش بودند که یک دیدگاه علمی و یا فلسفی در برابر این افسانه ارائه کنند. به عنوان مثال تالیس، فیلسوف مکتب مَلطی یک تئوری ارائه کرد که بر اساس آن زمین بر روی یک دریای بزرگ شناور است و زمانی که دریا دچار تلاطم می شود زمین لرزه در سطح زمین اتفاق می افتد.



شکل ۱-۳ یونانیان باستان وزئیدون خداوند آبها و دریاها را مسئول زمین لرزه در سطح زمین می دانستند

### افسانه هفت مار غول پیکر هندوها

در این افسانه آنها معتقد بودند که وظیفه نگه داشتن زمین بر عهده ۷ مار عظیم الجثه است که به نوبت این کار را انجام می دهند. هنگامی که یکی از مارها خسته شود و قصد جابجایی داشته باشد، زلزله رخ می دهد.



شکل ۱-۴ افسانه هفت مار غول پیکر هندوها

### شمال غربی اقیانوس آرام

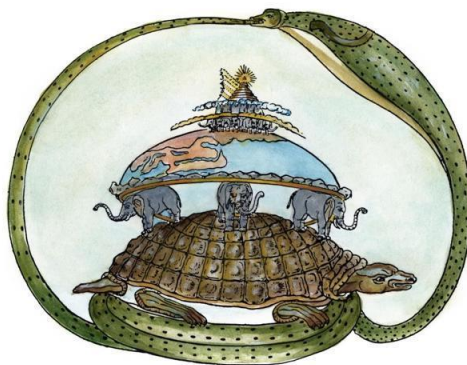
این افراد افسانه ای دارند که در آن دلیل رخداد زلزله را حرکات دریا که ناشی از مبارزه یک پرنده عظیم و یک وال است، می دانند.



شکل ۱-۵ افسانه ماهی و وال

### افسانه چینی‌ها

آنها بر این باور بودند که زمین بر دوش چندین فیل که خود بر روی یک لاک‌پشت عظیم قرار دارد و لاک‌پشت نیز روی یک کبرا سوار است، قرار گرفته است و هر یک از این حیوانات که تکان بخورند منجر به وقوع زلزله خواهد شد.



شکل ۱-۶ افسانه چینی‌ها

### اهالی آفریقای غربی

آنها معتقد بودند که زمین را یک غول عظیم‌الجثه بر دوش گرفته و گیاهان زمین حکم موهای او را دارند و همه موجودات لابه‌لای موهای او زندگی می‌کنند. صورت او به‌طور معمول به سمت شرق است، اما مادامی که او صورتش را به سمت غرب می‌چرخاند و برمی‌گرداند، زلزله اتفاق می‌افتد.



شکل ۱-۷ افسانه غول اهالی آفریقا جنوبی

## ۲. ده مورد از شدیدترین و پر تلفات ترین زلزله‌های تاریخ

### ۱ شانکسی، چین، ۲۳ ژانویه ۱۵۵۶- بزرگی حدود ۸ ریشتر

این زمین لرزه در استان شانکسی که قبلاً به آن شانسی گفته می‌شد و در فاصله‌ی ۸۰ کیلومتری شمال شرقی ژیان، مرکز استان شانکسی، رخ داد. بر اساس برآوردها در حدود ۸۳۰/۰۰۰ نفر در اثر این زمین لرزه جان خود را از دست دادند. دامنه‌ی تخریب و عمل این زمین لرزه تا ۴۳۲ کیلومتری کانون زمین لرزه نیز کشیده شد و گزارش‌هایی از تأثیرات این زمین لرزه بر شهرهای دوردستی مانند لیویانگ در استان هونان که در فاصله‌ی ۸۰۰ کیلومتری محل وقوع زمین لرزه قرار داشت نیز در دست است. این زمین لرزه تخریب کامل دیوارهای اطراف شهرها و تمامی خانه‌ها را در پی داشته و در برخی از مناطق شکاف ایجاد شده در زمین چنان بزرگ بود که از آن‌ها آب فوران می‌کرد.

### ۲ تانگشان، چین، ۲۷ جولای ۱۹۷۶- بزرگی ۷/۵ ریشتر

اگرچه آمار رسمی تعداد کشته‌های این زمین لرزه را ۲۵۵/۰۰۰ اعلام کرد اما بر اساس منابع غیررسمی تعداد کشته‌شدگان تا ۶۵۵/۰۰۰ نیز برآورد شده است. دامنه‌ی تخریب این زمین لرزه حتی تا شهر پکن نیز رسید. بدون شک این زمین لرزه پر تلفات ترین از نوع خود در ۴ قرن اخیر و دومین در تاریخ بوده است.

### ۳ حلب، سوریه، ۹ آگوست ۱۱۳۸

بر اساس گزارش‌هایی که امروزه از این زمین لرزه وجود دارد، با وقوع زمین لرزه دیوارهای شهر حلب که دومین شهر بزرگ و پرجمعیت این کشور به شمار می‌رفت ویران شده و سنگ‌های بزرگی در خیابان‌ها دیده می‌شد. قلعه حلب ویران شده و صدها نفر از ساکنان آن زیر آوار مدفون شدند. اگر چه شهر حلب بزرگترین شهری بود که این زلزله آن را تحت تأثیر قرارداد اما بیشترین صدمات و تلفات درجایی دیگر رخ داد. جنگجویان صلیبی اروپایی قلعه‌ای را در نزدیکی حریم ساخته بودند که در اثر زلزله مذکور با خاک یکسان شد. قلعه‌ای متعلق به مسلمانان در العتارب نیز تخریب شده و شهرها و قلعه‌های کوچک تری نیز به‌طور کامل فروریختند.



شکل ۱-۸ زلزله تانگشان، چین ۱۹۷۶

#### ۴ سوماترا، اندونزی، ۲۶ دسامبر ۲۰۰۴ - بزرگی ۹/۱ ریشتر

این سومین زمین‌لرزه سهمگین در جهان از آغاز قرن بیستم بود و بعد از زلزله‌ی سال ۱۹۶۴ در آلاسکا بزرگ‌ترین در نوع خود به شمار می‌آید. در کل ۲۲۷/۸۹۸ نفر در این زلزله کشته و یا مفقود شدند و بیش از ۱/۷ میلیون نفر در ۱۴ کشور آسیای جنوبی و شرق آفریقا به دلیل این زمین‌لرزه و سونامی متعاقب آن خانه‌هایشان را از دست داده و آواره شدند.

#### ۵ هاییتی، ۱۲ ژوئن ۲۰۱۰ - بزرگی ۷ ریشتر

بر اساس گزارش‌های رسمی در این زمین‌لرزه ۳۰۰/۰۰۰ نفر مجروح، بیش از ۱/۳ میلیون نفر آواره، ۹۷/۲۹۷ خانه ویران و ۱۸۸۸/۳۸۳ خانه در جنوب هاییتی نیز صدمه دیدند. پس از وقوع زلزله سونامی‌های مرگباری نیز شهرهای ساحلی را درنوردید که تلفاتی در پی داشت.



شکل ۱-۹ زلزله سوماترا، اندونزی ۲۰۰۴

#### ۶ دامغان، ایران، ۲۲ دسامبر ۸۵۶ - بزرگی نامشخص

این زمین‌لرزه در شمال شرقی ایران رخ داده و مرکز آن شهر دامغان بوده است که در آن زمان پایتخت به شمار می‌آمد. بخش زیادی از شهر و شهرهای اطراف تا شعاع ۳۵۰ کیلومتری در اثر این زمین‌لرزه از بین رفت و بیش از ۲۰۰/۰۰۰ نفر نیز کشته شدند.

#### ۷ هایووان، نینگژیایا، چین، ۱۶ دسامبر ۱۹۲۰ - بزرگی ۷/۸ ریشتر

این زمین‌لرزه مهیب منطقه‌ی هایووان را به ویرانه تبدیل کرد و تنها ۷۳/۰۰۰ نفر در شهر هایووان کشته شدند. رانش زمین ایجادشده در نتیجه زمین‌لرزه روستای سوجیانه در شهر ژیجی را زیر خاک مدفون ساخت. بیش از ۳۰/۰۰۰ نفر در استان گوئیوان کشته شدند. تقریباً تمامی خانه‌ها در شهرهای لانگدی و هوینینگ با خاک یکسان شد. برخی رودخانه‌ها در اثر زمین‌لرزه تغییر مسیر داده و برخی دیگر مسدود شدند.