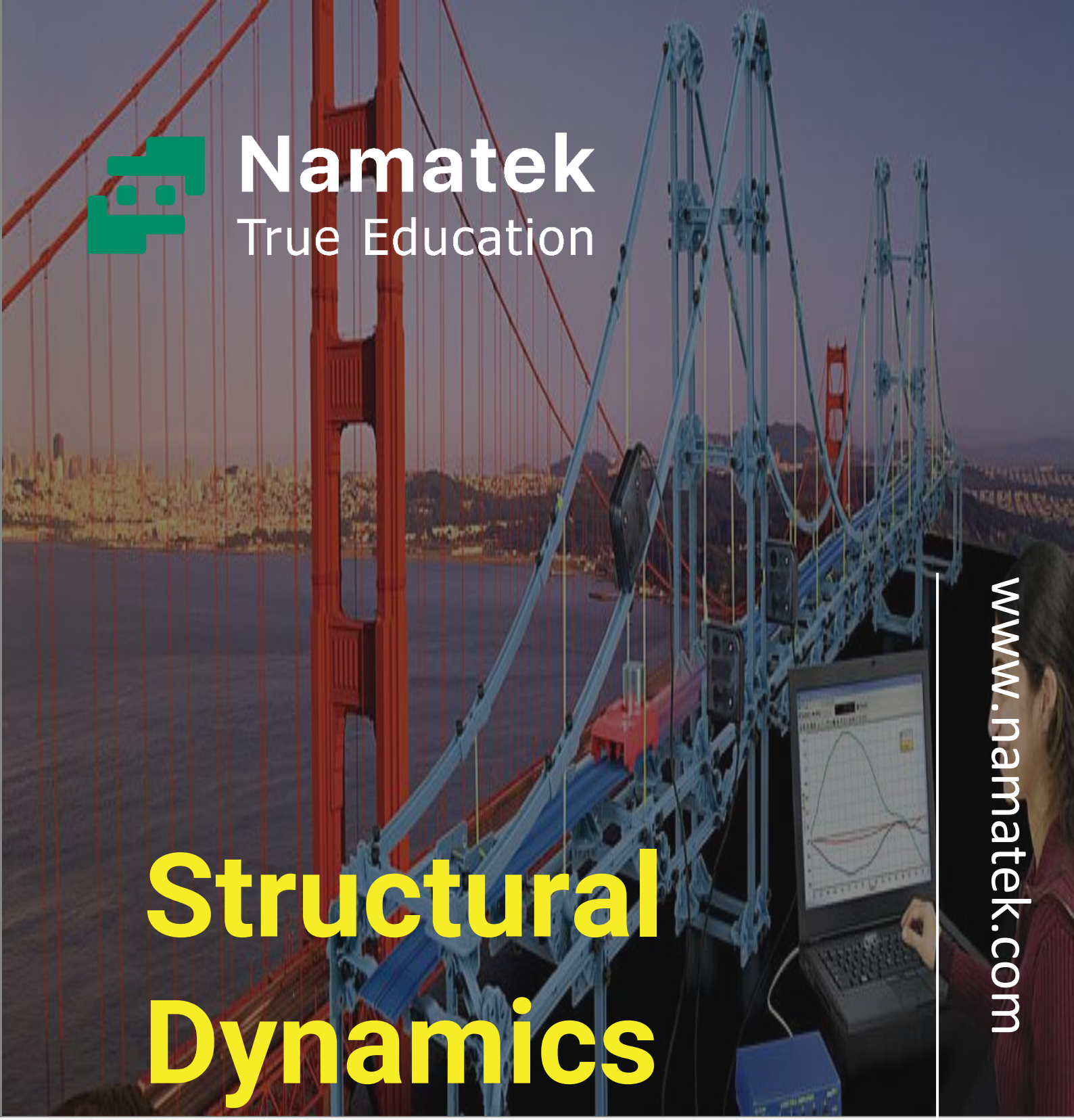


Namatek
True Education

Structural Dynamics

www.namatek.com

دینامیک سازه چیست؟

فهرست مطالب

۱. تعریف دینامیک سازه چیست؟
۲. اصول دینامیک سازه چیست؟
۳. یک مثال از دینامیک سازه
۴. کاربرد دینامیک سازه چیست؟
۵. تحقیقات در حوزه دینامیک سازه

www.namatek.com

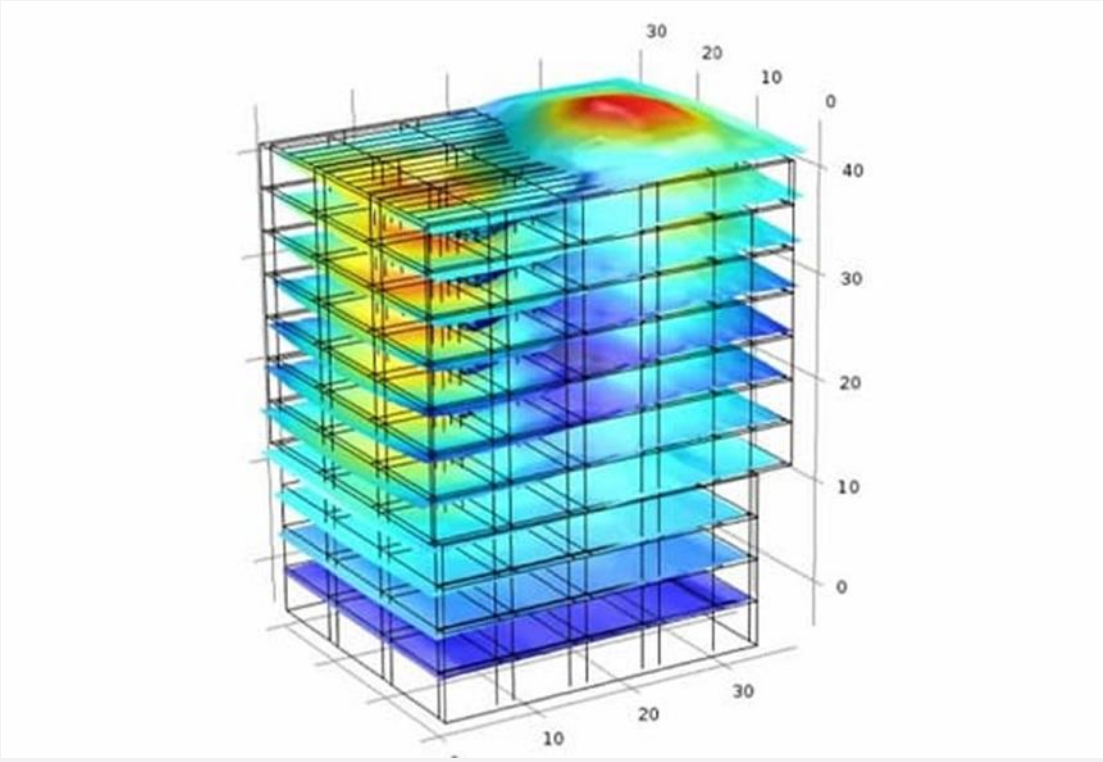
پاسخ صحیح به پرسش "علم دینامیک سازه چیست" مهندسان را قادر می سازد که خصوصیات حرکتی و ارتعاشی سازه ها را تخمین بزنند تا نقاط ضعف آن ها را شناسایی کنند. اهمیت تحلیل و بررسی رفتار دینامیکی سازه به ویژه در مواقع زلزله آشکار می شود، جایی که بارهای ناشی از زمین لرزه شبیه سازی می شوند تا اثرات مخرب آن ها بر روی سازه ها به حداقل برسند. اما دینامیک سازه دقیقاً به چه مفاهیمی اشاره دارد؟ برای پاسخ به این پرسش با نماتک همراه باشید.

#۱ تعریف دینامیک سازه چیست؟

دینامیک سازه (Structural Dynamics) با توصیف خصوصیات سازه سر و کار دارد. همه ساختارها تحت اثر نیروهای فیزیکی هستند که این نیروها عملکرد آن ها را تحت تأثیر قرار می دهد. ارتعاش تیغه توربین بادی در طوفان های دریایی، حرکت ارتعاشی ساختمان در زمان زلزله، تلاطم حرکتی هواپیما هنگام پرواز و هزاران مثال دیگر به ما نشان می دهند که مفهوم دینامیک سازه چیست. به عبارتی: «دینامیک سازه نوعی تحلیل ساختاری است که رفتار سازه در برابر تغییرات قابل توجه بار در طول زمان را نشان می دهد.»

بررسی رفتار دینامیکی عمدتاً مربوط به یافتن رفتار یک ساختار فیزیکی در هنگام تحمیل نیرو است. نیرو می تواند ناشی از بار باد، زمین لرزه یا هر نوع دیگری از نیروی ارتعاشی باشد. مفهوم دینامیک سازه کاملاً برخلاف

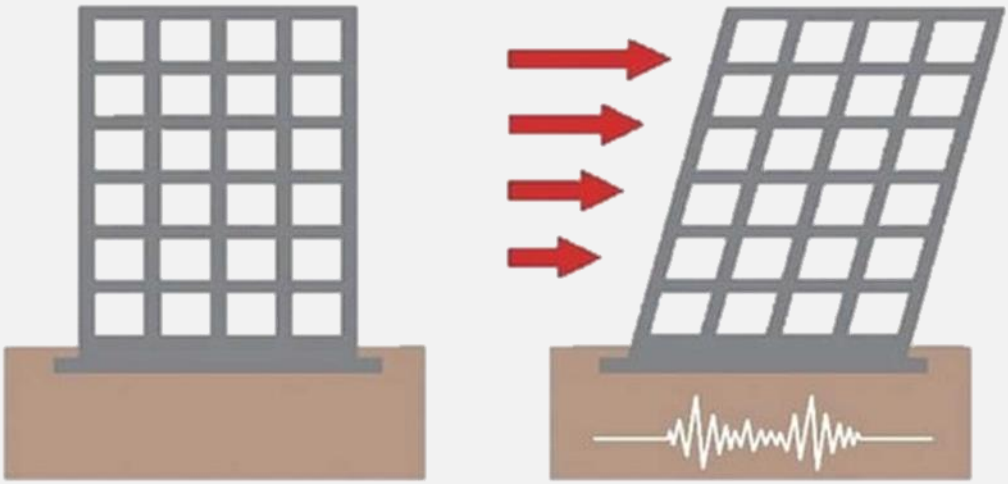
استاتیک سازه است. در استاتیک بارها ثابت هستند و تغییر میزان بار به مقدار بسیار کمی رخ می دهد که قابل چشم پوشی است. مثلاً بار مرده سقف، یک بار ثابت است؛ زیرا در طول عمر ساختمان تغییر نمی کند (یا خیلی کم تغییر می کند). در تحلیل دینامیکی بارها بر حسب دوره به سرعت تغییر می کنند.



#۲ اصول دینامیک سازه چیست؟

دینامیک سازه در مورد خصوصیات سازه ها و رفتار آن ها است.
خصوصیات سازه در مجموعه ای از پارامترها و اصول معین بیان می شوند که هر یک از آن ها شامل بار وارده، فرکانس طبیعی و مقدار میرایی (کاهش تدریجی دامنهٔ ارتعاش) هستند. پارامترهای معین از یک مدل

ریاضی گرفته شده اند که رابطه بین ورودی و خروجی ها را توصیف می کند و می توانند با استفاده از تجزیه و تحلیل مد کلاسیک یا تجزیه و تحلیل مد عملیاتی (OMA) به دست آیند. در تجزیه و تحلیل مد کلاسیک، ساختار با استفاده از اثرات ضربه ای یا تحریک کننده های مد تعیین می شود؛ در حالی که در تجزیه و تحلیل مد عملیاتی، از تحریک طبیعی استفاده خواهد شد. در هر دو مورد، پاسخ به طور معمول با استفاده از شتاب سنج اندازه گیری می شود.



#۱-۲ انواع بار وارده به سازه

قبل از آنالیز مد باید نخست به اصل رفتار دینامیکی اشاره کرد که مربوط به نوع بار وارده است. بارها را می توان به صورت استاتیکی یا دینامیکی

طبقه بندی کرد. اگر باری به آرامی تغییر کند، ممکن است استاتیک در نظر گرفته شود؛ اما اگر به سرعت تغییر کند، بار دینامیکی است.

بارهای دینامیکی تنش ها و تغییر شکل های بزرگ تری نسبت به بارهای استاتیکی ایجاد می کنند. ساختمان ها علاوه بر بارهای ثقلی (همان بار استاتیکی) ممکن است تحت بارهای متغیر در زمان قرار گیرند.

این بارها می توانند ناشی از موارد زیر باشند:

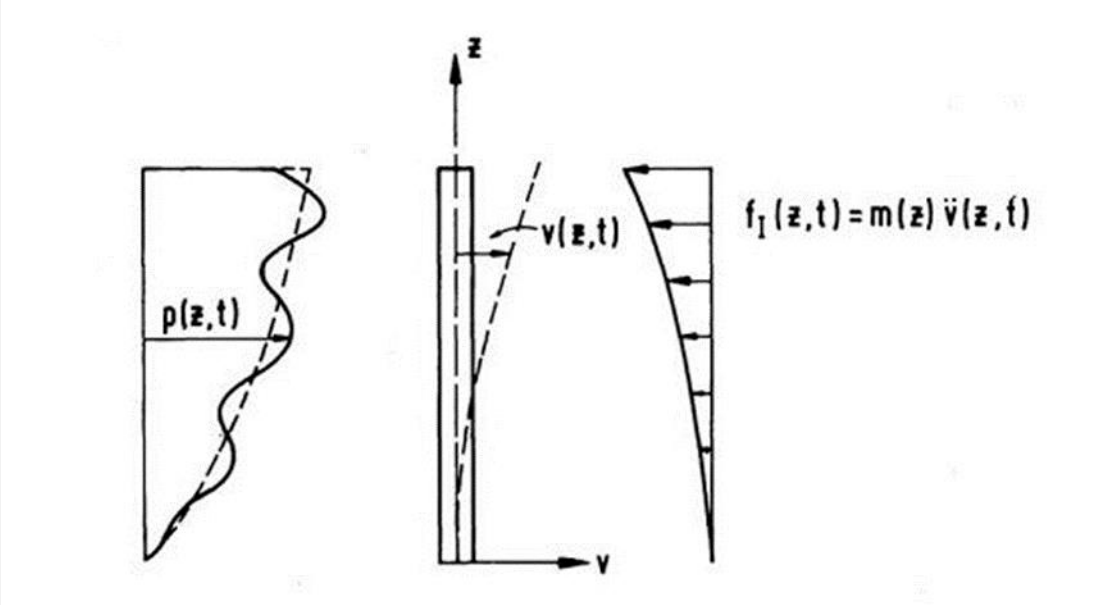
- وزش باد
- زلزله
- استفاده از ماشین آلات سنگین
- ترافیک جاده ای و ریلی
- کارهای ساختمانی
- انفجارها

این بارها در محدوده های فرکانسی خاص قرار دارند. تأثیر این بارها بر روی ساختمان ها به ویژگی های دینامیکی آن ها در ارتباط با دامنه فرکانس غالب بستگی دارد.

برای تعیین میزان تأثیرپذیری ساختمان در اثر بارهای دینامیکی باید ساختمان را با استفاده از اصل دینامیک سازه مورد تجزیه و تحلیل قرار داد. از آن جا که در یک مورد دینامیکی، بارهای اعمال شده با توجه به زمان متفاوت هستند؛ بنابراین، برخلاف یک مسئله استاتیک، درک این که

دینامیک سازه چیست نیاز به یک راه حل جداگانه در هر لحظه از زمان دارد.

#۳ یک مثال از دینامیک سازه



همان طور که در عکس بالا نشان داده شده است، یک ساختار عمودی با جرم m در واحد ارتفاع در معرض بار دینامیکی ناشی از وزش باد قرار دارد. بار اعمال شده p، یک انحراف متغیر با زمان v ایجاد می کند که شامل شتاب ü است.

این شتاب نیروهای اینرسی $f1(z, t) = m(z)\,\ddot{u}(z, t)$ را ایجاد می کنند که در جهت عکس تغییر مکان سازه قرار دارند. بر اساس مثال بالا، ساختار ممکن است تحت دو بار اعم از بار اعمال شده و نیروهای اینرسی قرار گیرد. نیروهای اینرسی مشخصه اساسی یک مسئله دینامیکی هستند که

دلالت بر مقاومت سیستم در برابر تغییر سرعت دارد. مقدار نیروهای اینرسی به سرعت بارگیری، سختی سازه و جرم سازه بستگی دارند.

اگر بارگیری به آرامی اعمال شود، نیروهای اینرسی نسبت به بارگذاری اعمال شده اندک هستند و ممکن است مورد غفلت واقع شوند؛ بنابراین می توان مشکل را به صورت ایستا حل کرد. اگر بارگذاری سریع باشد، نیروهای اینرسی قابل توجه هستند و باید تأثیر آن ها در پاسخ حاصل از طریق تجزیه و تحلیل دینامیکی تعیین شوند. بنابراین می توان بر اساس نیروهای اینرسی، مدل های ریاضی دینامیک سازه را به دو نوع عمده زیر تقسیم کرد:

- سیستم های گسسته با درجات آزادی محدود
- سیستم های پیوسته با درجات آزادی بی نهایت

در حالت دوم می توان با استفاده از تعداد محدودی از توابع مناسب، تخمین خوبی برای حل دقیق آنالیز دینامیک سازه به دست آورد.

#۴ کاربرد دینامیک سازه چیست؟

بارزترین کاربرد رفتار دینامیکی در طراحی ساختمان های مقاوم در برابر زلزله در مکان های پر خطر است. با این وجود، در سال های اخیر به دلیل پیچیدگی فزاینده روندهای طراحی، استفاده از مصالح جدید و روش های نوین ساخت و ساز، مفهوم دینامیک سازه دستخوش تغییرات جزئی قرار گرفته است تا برای کاربردهای مختلف قابل آنالیز باشد.

این شاخه از علم مکانیک سازه فقط مربوط به ساختمان های بلند نیست!

پل های مدرن نیز پاسخ دینامیکی به بارهای متغیر می دهند. شاید مشهورترین نمونه «پل هزاره لندن» باشد که در روز افتتاحش دچار لرزش شد. این مشکل فرکانس طبیعی پل بود که بعدها با افزودن دستگاه های

کنترل دینامیک به طور دوره ای در طول پل، لرزش حاصل را کاهش دادند و مشکل را برطرف کردند.

دینامیک سازه برای کاربردهای زیر مورد استفاده قرار می گیرد:

- مهندسی دریا
- مهندسی هوافضا
- مهندسی ماشین آلات

#۵ تحقیقات در حوزه دینامیک سازه

تحقیقات در زمینه رفتار دینامیکی اساساً به دنبال درک دو حوزه متفاوت اما مرتبط است. اما موارد مورد بررسی در تحقیقات حوزه دینامیک سازه چیست؟

اولین مورد به بررسی ماهیت بارها می پردازد و مدل هایی را ایجاد می کند که نمایشی ریاضی از این بارها را ارائه می دهد. به طوری که مهندسان سازه می توانند این مهم را وارد طراحی خود کنند.

حوزه دوم تحقیق به چگونگی پاسخ ساختارها به این بارها و تعریف معیارهای عملکرد قابل قبول آن ها می پردازد. محققان به داده های تجربی نیاز دارند تا مدل های خود را تا حد ممکن دقیق نشان دهند. این بدین معناست که محققان تأثیرات بارهای مختلف در سازه های گوناگون را اندازه گیری می کنند تا بتوانند از این داده ها بینش ارزشمندی به دست آورند.

همچنین تجزیه و تحلیل دینامیکی برای ساختارهای ساده می تواند به صورت دستی انجام شود؛ اما برای ساختارهای پیچیده می توان از «تجزیه و تحلیل المان محدود» برای محاسبه اشکال حالت و فرکانس ها استفاده کرد. تحلیل المان محدود با استفاده نرم افزارهای کامپیوتری قابل حل و محاسبه است.

کلام آخر

اگرچه سازه ها باید مقاوم طراحی شوند؛ اما مهندسی بیش از حد آنه ا هم غیر ضروری و هم هزینه بَر است. به ویژه هنگامی که وزن مسئله مهمی

باشد. در هر صورت، دینامیک سازه باید به ویژه در مناطق زلزله خیز بر حسب میزان خطر منطقه محاسبه شود تا بر یکپارچگی سازه نظارت کرده و عملکرد آن را به حداکثر برساند.

اکنون درک بهتری نسبت به پرسش دینامیک سازه چیست پیدا کردید و از این طریق می توانید به تحلیل، بررسی، شبیه سازی و در نهایت طراحی اصولی ساختارهای مختلف بپردازید.