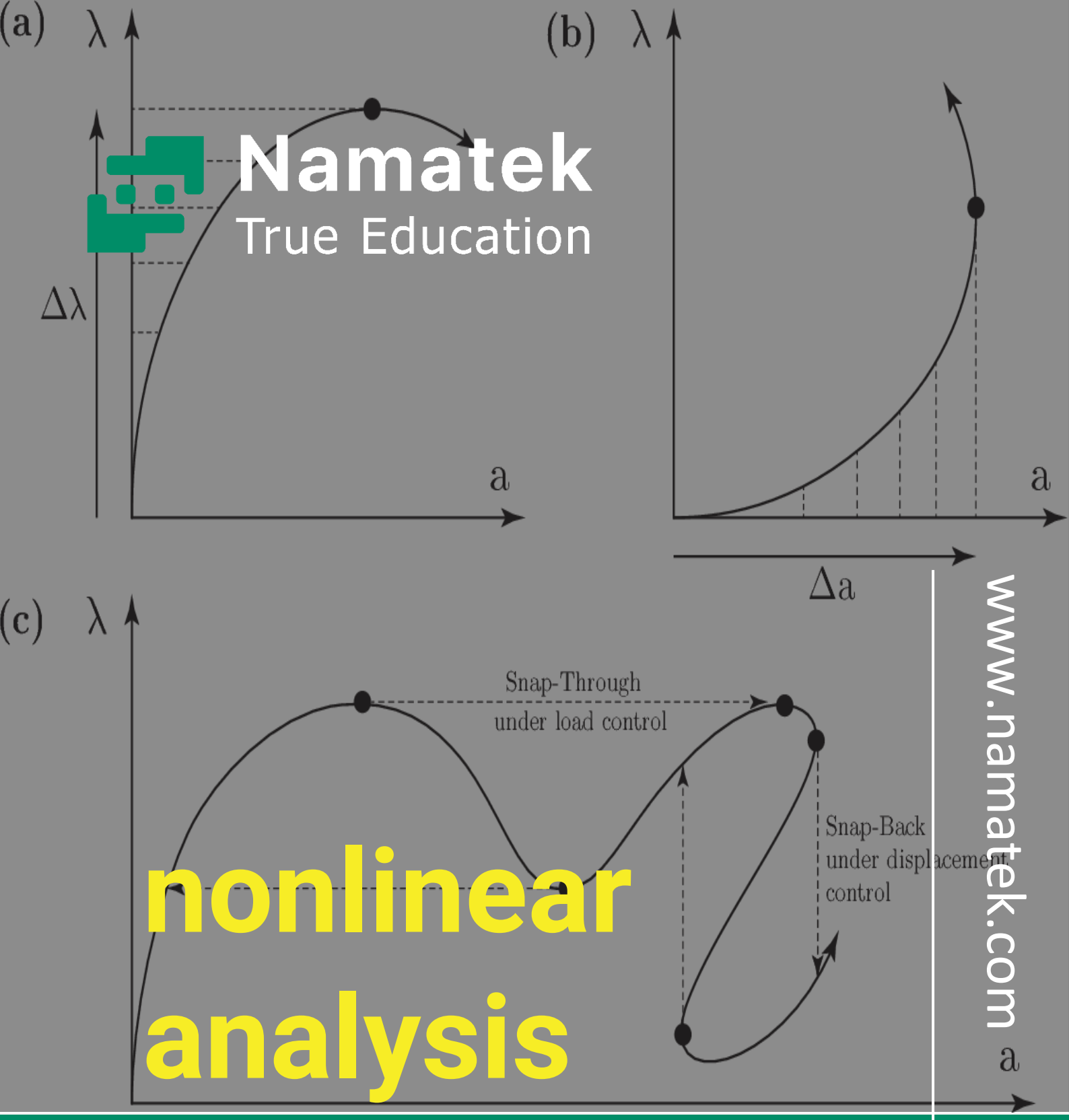


Namatek
True Education

nonlinear
analysis

www.namatek.com

تحلیل غیر خطی در مهندسی مکانیک

فهرست مطالب

۱. تحلیل غیر خطی به زبان ساده

۲. روش های تحلیل غیر خطی

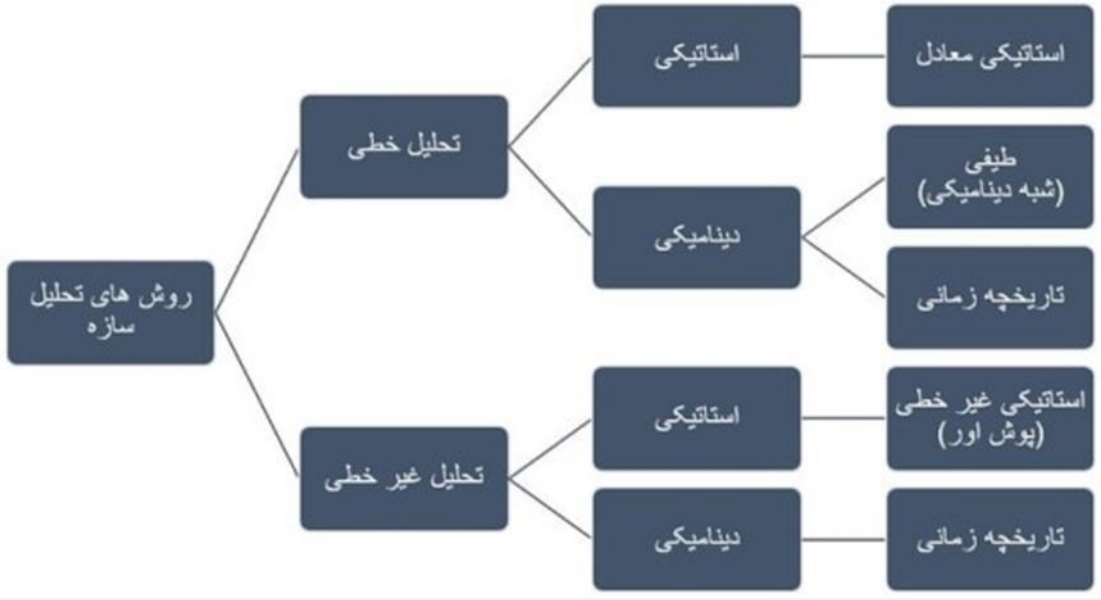
۳. چرا باید از روش تحلیل غیر خطی استفاده کنیم؟

۴. استفاده از تحلیل های غیرخطی در آیین نامه های بهسازی

www.namatek.com

یکی از زیرمجموعه های مهم علم مکانیک، تحلیل سازه است که به دو روش تحلیل خطی و تحلیل غیرخطی انجام می شود. پیش از این، اکثر مهندسان این رشته به علت پیچیدگی بالای روش تحلیل غیر خطی، از انجام آن چشم پوشی می کردند؛ اما امروزه برای طراحی دقیق و آنالیز هر چه بهتر سازه، این کار را می توان با کمک نرم افزارهای مخصوص انجام داد. روش های خطی و غیرخطی تحلیل سازه به شکل مکانیکی و استاتیکی قابل محاسبه هستند.

#۱ تحلیل غیر خطی به زبان ساده



پیش از این که به بررسی مفهوم و معنی روش تحلیل سازه به شکل غیر خطی بپردازیم، باید بدانیم که اساسا دو روش خطی و غیرخطی با هم چه تفاوت هایی دارند؟

به هر سازه ای نیروهایی بیرونی و درونی ای وارد می شود که ما این نیروها را با عنوان "بار اعمال شده" می شناسیم. حال زمانی که این بارها وارد می شوند، پارامتر "سختی" عضوی از سازه مشخص می شود. تفاوت دو روش تحلیلی خطی و غیرخطی هم در همین سختی نهفته است. این سختی می تواند سختی خمشی یا برشی باشد؛ اما چه مواردی بر روی پارامتر سختی تاثیرگذار هستند؟

- شکل سطح مقطع

به طور مثال تیرآهن هایی با مقطع های مختلف، از لحاظ سختی با یکدیگر تفاوت دارد.

- جنس مواد

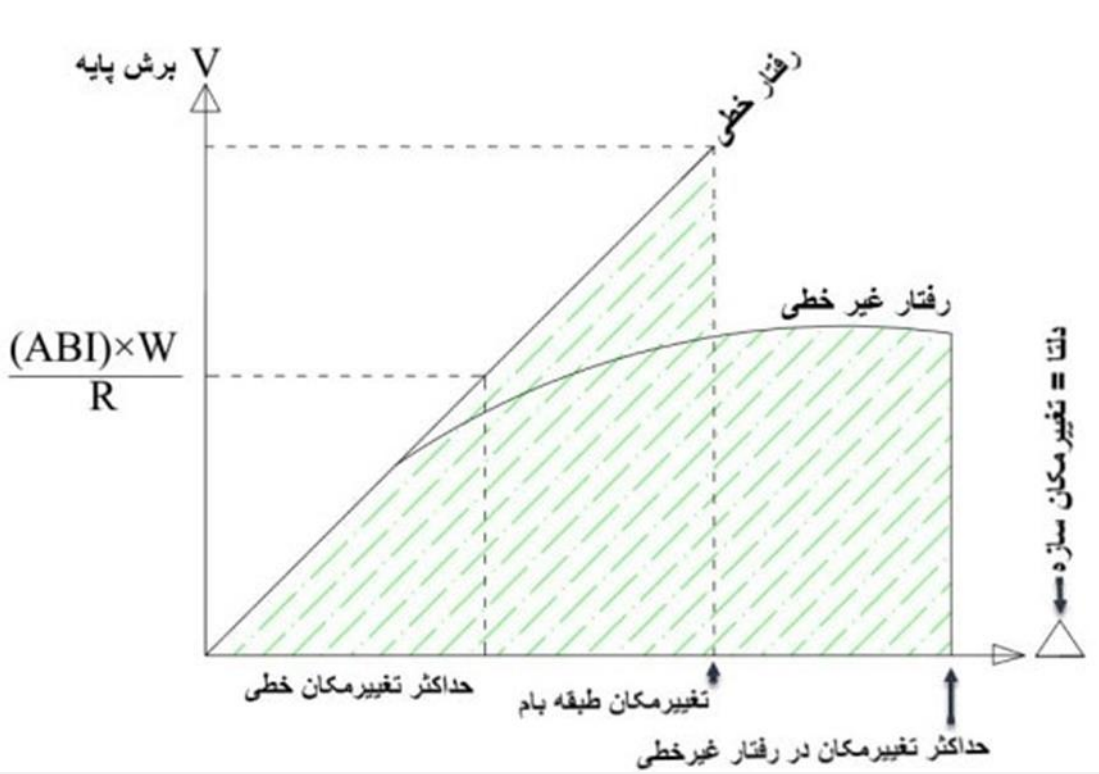
سختی یک سازه آلومینیومی با سختی یک سازه از جنس فولاد، متفاوت است.

- تکیه گاه

اگر تیری که در سازه استفاده می شود، یک تکیه گاه داشته باشد، وزن و بار بیشتری را متحمل می شود و همین امر سبب تغییر شکل بیشتر این تیر می گردد؛ بنابراین تیر با یک تکیه گاه، نسبت به تیری با دو تکیه گاه، سختی کمتری دارد.

در هنگام انجام تحلیل سازه، اگر سختی مصالح را کم در نظر بگیریم، قطعا محاسبات ما ساده تر می شوند و در بین فرمول های استفاده شده، تعداد قابل توجهی از پارامترها صفر محسوب می شوند.

روش تحلیل غیر خطی، شامل دو مورد استاتیکی و دینامیکی است و آشنایی با مفهوم نیروهای استاتیکی و دینامیکی الزامی است. مهم ترین تفاوت این دو نیرو، زمان است. یعنی نیروهای دینامیکی در زمان های متفاوت، مقادیر مختلفی به خود می گیرند. این در حالی است که نیروهای استاتیکی به یک باره به سازه وارد می شوند و تغییرات زمانی، تاثیری روی پاسخ مسائل استاتیکی ندارد. از این رو حل مسائل دینامیکی بسیار دشوار تر است.



#۲ روش های تحلیل غیر خطی

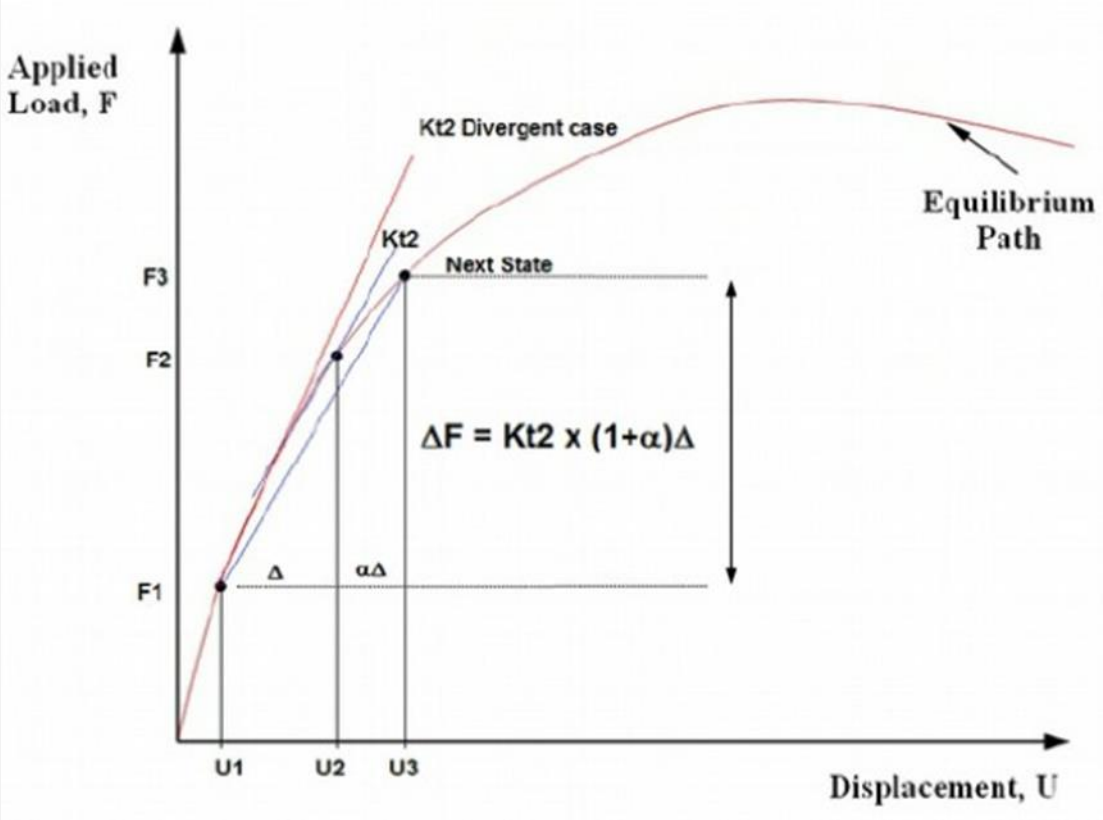
در بخش پیشین با نیروهای استاتیکی آشنا شدیم و حال به معرفی یکی از این روش های تحلیل غیرخطی از نوع استاتیکی می پردازیم که با نام pushover شناخته می شود. در این روش ما نیروهای وارد بر مرکز ثقل بام ساختمان هدف را محاسبه کرده و آن را جابه جا می کنیم.

این روش به منظور تغییر مکان ساختمان مورد استفاده قرار می گیرد. در این روش مبنای محاسبات ما تغییرات مکانی ساختمان هدف است، علت این امر را باید در این جستجو کنیم که با بالا بردن بار اعمالی بر اجزای ساختمان تا آستانه غیرخطی شدن، می توانیم رفتار سازه را تعیین کنیم و آستانه تسلیم اجزا را پیدا کنیم.

نوع دیگری از تحلیل غیر خطی نیز موجود است که آن را با نام تحلیل غیر خطی هندسی می شناسند و گاها در کتاب های درسی و مرجع ها با نام تحلیل تغییر شکل های بزرگ نیز از آن یاد شده است؛ اما این تحلیل چگونه عمل می کند؟

درباره تاثیر پارامتر سختی بر تحلیل سازه غیر خطی صحبت کردیم، حال اگر این سختی به خاطر تغییر شکل به وجود آمده باشد، باید از این روش بهره ببریم. البته که تحلیل هندسی برای تغییر شکل های کوچک مورد استفاده قرار نمی گیرد و نحوه محاسبه آن با استفاده از اثر P-Δ صورت می گیرد.

#۳ چرا باید از روش تحلیل غیر خطی استفاده کنیم؟



حقیقت امر این است که در هنگام ساخت یک سازه ما دارای بودجه و زمان محدود هستیم و پس از ساخت در مقابل ایمن بودن آن سازه مسئولیت داریم؛ بنابراین در هنگام طراحی و آنالیز شرایط موجود باید فرضیات را چنان در نظر بگیریم که در بدترین حالت هم فرضیات تفاوت چندانی با واقعیت نداشته باشند. به همین دلیل از روش تحلیل غیرخطی استفاده می کنیم تا فرضیات ما تا حد زیادی بر واقعیت منطبق باشند؛ بنابراین باید مد نظر داشته باشیم که ممکن است استفاده از نتایج تحلیل

خطی سبب شود نتوانیم درست تصمیم بگیریم که آیا یک عضو سازه بر اثر بار اعمالی، خراب می شود یا نه که این امر سبب ضررهای زیادی از لحاظ اقتصادی می شود.

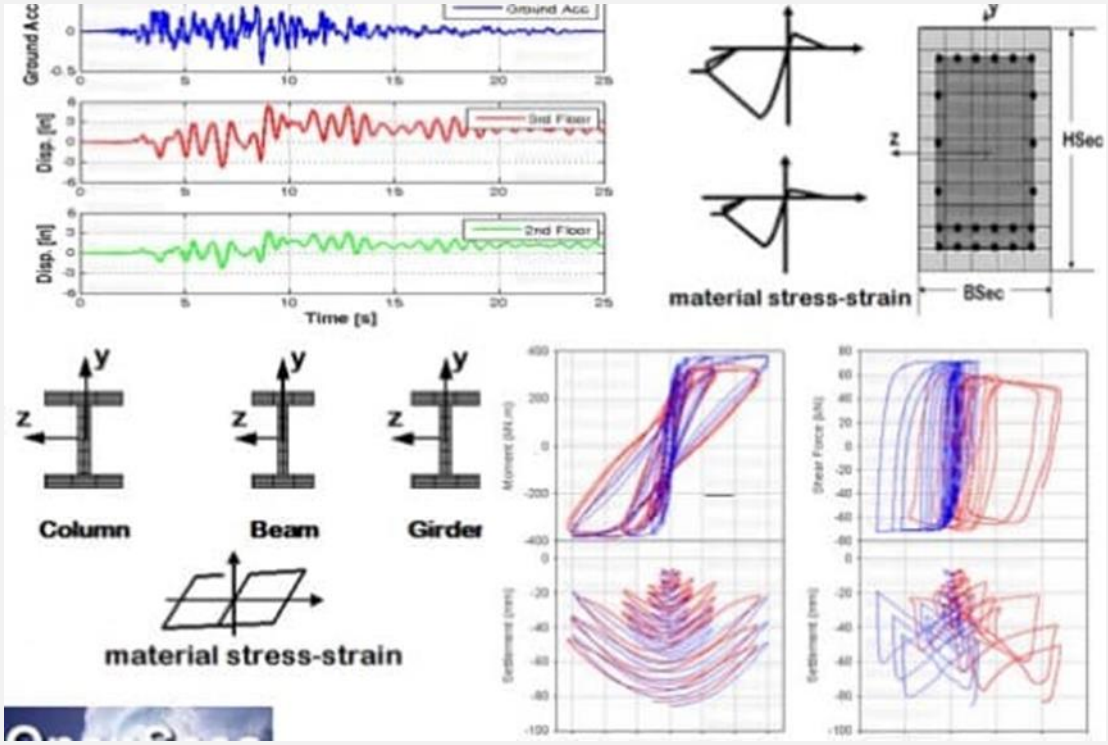
این در حالی است که در هنگام استفاده از تحلیل غیر خطی می توان متوجه شد که کدام یکی از تنش های آستانه تسلیم موجب خرابی نمی شوند و سازه را به خطر نمی اندازند. پس استفاده از تحلیل سازه غیر خطی هم از لحاظ مهندسی و هم اقتصادی برای ما منفعت دارد.

#۴ استفاده از تحلیل های غیرخطی در آیین نامه های بهسازی

آیین نامه هایی در جهان وجود دارند که به مهندسان چارچوب ها و روش هایی برای عملکرد صحیح تر و دقیق تر برای ساخت و آنالیز سازه می دهند. همان طور که در این مقاله اشاره شد، پیشتر استفاده از روش غیر خطی چندان مرسوم نبود؛ اما با پیشرفت تکنولوژی و ایجاد نرم افزار هایی که این محاسبات پیچیده را انجام می دهند، آیین نامه ها چه در سطح جهانی و چه در ایران تحلیل های غیر خطی را در مقالات خود استفاده کرده اند.

این امر تا امروز برای بهسازی سازه ها در برابر خطرات زمین لرزه بسیار مفید واقع شده است. به طور کلی فراگیری دانش تحلیل سازه به روش

غیر خطی برای مهندسان مکانیک یک عامل متمایز کننده محسوب می گردد و موجب موفقیت هرچه بیشتر آن ها می شود. چرا که هنوز هم بسیاری از مهندسان قدیمی هستند که تسلط چندانی بر این حوزه ندارند؛ بنابراین داشتن این علم سبب می شود کارفرماهای بیشتری به سوی شما بیایند و امکان گرفتن پروژه های بزرگ تر و مهم تری را داشته باشید.



سخن آخر

به عنوان آخرین کلام باید یادآور شویم که تحلیل سازه به روش غیر خطی، محاسبات و پیچیدگی های فراوانی دارد و تسلط به مفاهیم ابتدایی این حوزه، به دست آوردن رکوردهای لازم و دانستن پارامترهای مورد نیاز، مقایسه هرکدام با هم، تفسیر کامل و دقیق نتایج به دست آمده، تسلط بر امور دینامیکی و استاتیکی و... زمان بر بوده و مشمول هزینه زیادی می شود؛ اما فراگیری این علم به ساخت یک سازه مقاوم تر و ارزان تر کمک

شایانی می کند و علاوه بر این که برای کارفرما سود محسوب می شود، برای شما مهندس گرامی هم یک عامل متمایز کننده است که دریچه ای خواهد بود به پروژه های مهم تر و طبعا درآمد بالاتر.

این امر در شهرهای زلزله خیز و شهرهایی که روی گسل های اصلی قرار گرفته اند، اهمیت بیشتری می یابد و منجر به ساخت سازه هایی مقاوم تر می شود. ساخت این سازه های مقاوم، به داشتن شهری قابل اطمینان و مقاوم در برابر زلزله کمک می کند. امید است خواندن این مقاله، به شما اطلاعات کمی از دریای گسترده تحلیل سازه و خصوصا تحلیل غیر خطی داده باشد و از مطالعه آن لذت برده باشید.