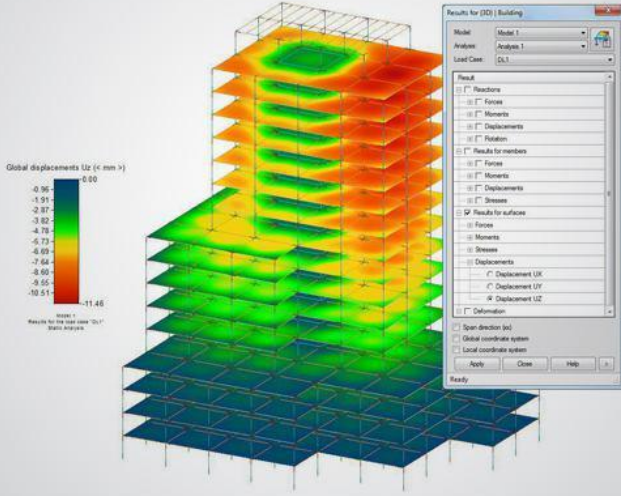
  
 موسسه آموزشی و مهندسی ۸۰۸  
 آموزشهای تخصصی عمران و معماری

## نکات پیرامون دیافراگم ها در نرم افزارهای تحلیل سازه



**Educational and Engineering institute 808**  
 Specialized training in Civil and Architecture  
 تلفن: ۰۲۱۸۸۲۷۲۶۹۴  
 www.civil808.com

زمستان ۹۴

نکاتی پیرامون دیافراگم ها در نرم افزارهای تحلیل سازه

انتخاب نوع دیافراگم کف در هنگام تحلیل و طراحی سازه مسئله‌ای مهم و در عین حال بسیار تاثیر گذار در نتایج حاصل از تحلیل سازه خواهد بود؛ متن حاضر نکات مختلفی را در خصوص فلسفه حاکم بر این موضوع و پارامترهای بحرانی درگیر با آن در زمان بکارگیری هر نوعی از دیافراگم ها را پوشش خواهد داد.

بکارگیری دیافراگم ها در برنامه های تحلیل و طراحی از ۱۵ سال گذشته مدنظر قرار گرفته است. در این سری نرم افزارها بر روی انواع مختلفی از دیافراگم ها بحث شده که هر یک بسته به وضعیت میتواند مورد استفاده قرار گرفته و نتایج متناظر را حاصل کند.

از اوایل تا اواسط دهه ۱۹۹۰ اغلب ساختمانها به شکل قابهای دوبعدی ببارهای جانبی ای که بصورت بارهای گرهی وارد میشدند تحلیل میگردیدند. در آن زمان این توانایی وجود نداشت که بارهایی نظیر باد و زلزله بصورت اتوماتیک در برنامه ها وارد شوند. لذا این بارها بصورت دستی محاسبه میشدند (متعاقباً آیین نامه ها نیز برای انجام چنین عملی ساده تر بودند) و این مهندس بود که تصمیم میگرفت که چگونه بارها را در قابها توزیع کند. و سپس

این نرم افزارهای تحلیل دویبعدی بودند که برای تحلیل جداگانه هر قاب مورد استفاده قرار می‌گرفتند. از اواخر دهه ۱۹۹۰ با پیشرفت تکنولوژی این امکان بوجود آمد که بارهای جانبی را بوسیله نرم افزارها در کل سازه توزیع کرد.

یکی از اولین ابزارهایی بود که امکان آنرا ایجاد کرد که کل ساختمان مدل شده و عناصر ثقلی و جانبی بصورت اتوماتیک تخصیص داده شوند در این نرم‌افزار تنها آن المانهایی که بصورت باربر جانبی مدل شده بودند بارهای باد و زلزله را دریافت می‌کردند. در سایر برنامه‌های نرم‌افزاری نیز بمنظور رسیدن به نتایج مشابه مهندسیین میتوانستند انتهای اعضا را مفصلی کنند تا تحت بارهای جانبی عکس‌العملی از خود نداشته باشند. توزیع بار باد یا زلزله در اعضای سازه‌ای توسط برنامه‌های نرم‌افزاری بوسیله دیافراگم کف صلب صورت می‌گیرد.

“When the software programs distributed the wind and seismic loads to the frames, this distribution was done via a rigid diaphragm assumption.”

با توجه به مقدمه‌ای که مطرح شد متوجه می‌شویم که این پروسه چگونه انجام می‌پذیرد بعلاوه زمانیکه محاسبات دستی بمنظور مقایسه نتایج صورت می‌گیرد اینکه بدانیم پیش از آمدن این تکنولوژی مهندسیین چگونه عمل می‌کردند چاره ساز خواهد بود. از زمانیکه دیافراگم‌ها در نرم‌افزارهای تحلیل سازه بمنظور توزیع خودکار نیروهای جانبی مورد استفاده قرار گرفتند نتایج قابل توجهی بدست آمد که اغلب نیز موجب سردرگمی‌هایی در طراحان شده است.

انواع دیافراگم‌ها در تکنولوژی کنونی

در این متن بر روی چهار نوع مختلف دیافراگم و نتایجی که برای ما در بر خواهد داشت بحث می‌شود. بررسی اینکه چگونه باید از آنها استفاده کرد، آیت‌ها و پارامترهای بحرانی که در هنگام بهره‌گیری از آنها باید مورد توجه قرار گیرند از موارد مورد بحث در این مقاله می‌باشد.

انواع دیافراگم‌ها شامل:

۱. No diaphragm or flexible diaphragm

۲. "Rigid" diaphragm

۳. "Semi-rigid" diaphragm using finite elements

## ۴. "Pseudo-flexible" diaphragm using simplified methods

## No diaphragm or flexible diaphragm

این متد چندان بحث و چالش خاصی ندارد و مفهوم اصلی آن تا حد زیادی همان چیز است که نامگذاری شده است. در چنین حالتی اساساً دیافراگمی بمنظور توزیع بارهای جانبی وجود ندارد. این نوع دیافراگم گهگاه تحت عنوان دیافراگم انعطاف پذیر نیز مطرح میشود، چراکه به حدی انعطاف پذیر است که قادر به باز توزیع بارها در بین اعضای اصلی سازه نمیشود. این انعطاف پذیری به حدیست که اجازه تغییر شکلهای مستقل را در اعضای سازه میدهد. در این حالت بارهای گرهی بایستی در نقاط مناسبی به سازه وارد شوند و تنها سختی اعضایی نظیر تیر، ستون، دیوار و بادبند است که در مدل المان محدود وارد میشوند. این متد تا حد زیادی مشابه با تحلیلی است که پیش از آمدن نرم افزارهای سه بعدی نظیر RAM Structural System, Risa3D and ETABS مورد استفاده قرار میگرفت. کارکرد این نرم افزارها بگونه ایست که اعضای باربر ثقلی و جانبی را مجزا کرده بطوریکه اعضای باربر جانبی اعضایی خواهند بود که نیروهای جانبی را دریافت میکنند و اعضای باربر ثقلی نبایست هیچگونه سهمی در سختی جانبی داشته باشند.

## دیافراگم صلب

این شیوه از توزیع بارهای جانبی نیازمند بحث و کنکاش بسیاری است. زمانیکه ما دیافراگم را صلب تعریف میکنیم بدین معنا خواهد بود که صلبیت کف ما بینهایت بوده و تغییر شکل نخواهد داشت. اتصال اعضای باربر جانبی در سازه به دیافراگم کف صلب در گره های متقاطع با دیافراگم صورت میپذیرد؛ این بدان معناست که توزیع بارهای جانبی (و نیز باز توزیع آنها در مراحل بعدی) براساس سختی نسبی اعضایی خواهد بود که بارهای جانبی هر تراز را تحمل میکنند. این مورد یک ابزار تحلیلی مناسبی را به جهت توزیع نیروی طبقات در اعضای مختلف آن طبقه فراهم میکند.

بدلیل آنکه دیافراگم در این تحلیل قادر به تغییر شکل نمیشود لذا فاصله هر دو نقطه در دیافراگم تغییر نخواهد کرد و این موضوع بسیاری از مهندسين را در هنگامی که برای اولین بار از دیافراگم کف صلب استفاده میکنند شگفت زده خواهد کرد بطوریکه مشاهده خواهد شد که تیرها در سیستم باربر جانبی تحت هیچ بار محوری ای نخواهند بود.

اما نتیجه ای که از خلال این مباحث بدست می آید چیست؟ کدام نوع کف و در چه مواقعی مناسب است بکارگرفته شوند؟

در قسمتی از کتاب تحلیل و طراحی ساختمانها با استفاده از نرم افزار ETABS نوشته دکتر حمیدرضا خوشنود تحت عنوان "تفاوت دیافراگم صلب، نیمه صلب و بدون دیافراگم" آمده :

"در نظر گرفتن دیافراگم به صورت صلب سبب بروز دو خطا در محاسبات می شود :

1- به علت عدم جابجایی نسبی نقاط دیافراگم، نیروی محوری کلیه تیرها صفر خواهد شد .

2- ظرفیت برشی دیافراگم، مستقل از سختی المانها بوده و لذا وجود بازشوها در دیافراگم لحاظ نمی شوند .

در فرض دیافراگم صلب، کل برش طبقه به صورت یک نیروی متمرکز جانبی به مرکز جرم اعمال می شود در صورتی که اگر از دیافراگم نیمه صلب استفاده شود، سختی در صفحه دیافراگم از سختی در صفحه اعضای دیافراگم (سختی دال کف و تیرها) محاسبه می شوند. در نتیجه در این روش عملاً سختی واقعی دیافراگم محاسبه شده (و بینهایت در نظر گرفته نمی شود.) و ثانياً دو اشکال اساسی روش دیافراگم صلب به وجود نخواهد آمد و در نتیجه با توجه به موارد گفته شده :

1- استفاده از دیافراگم صلب با توجه به حذف نیروی محوری اعضای دیافراگم و عدم بررسی کفایت ظرفیت برشی دیافراگم توصیه نمی شود .

2- در عوض استفاده از دیافراگم نیمه صلب (Semi Rigid) توصیه می شود."

از دیگر سو زمانیکه سازه ما بعلت عدم رعایت درز انقطاع تحت تنشهای حاصل از بارگذاری حرارتی قرار دارد حتماً بایستی از دیافراگم صلب پرهیز کرد چراکه در غیر اینصورت سازه امکان انبساط افقی نخواهد داشت و نتایج تحلیل نادرست خواهند بود.

به عنوان یک جمع بندی کلی باید گفت که در گذشته که امکان تعریف مناسب سقف در نرم افزارها نبود، به صورت تقریبی فرض می شد که سقف سازه به صورت صلب عمل می کند. دلیل دیگر این است که بتوان نیروی زلزله طبقه را به مرکز جرم اعمال نمود. ولی هم اکنون، با افزایش امکانات نرم افزارها و جهت افزایش دقت، بهتر است سقف سازه را با سختی واقعی آن مدل نمایید و سقف را صلب نشود (دیافراگم صلب تعریف نشود) خصوصاً زمانیکه سازه بازشوهای بزرگ دارد یا تحت تنشهای حاصل از بارهای حرارتی و بار خاک قرار دارد.



