

مثال شماره ۸
پاسخ طیفی یک ساختمان ۳ طبقه
با مدل ساده جرم و فنر
مقایسه با روش حل دستی

AHR 90-04

تهیه و تنظیم: محمد جواد جبارزاده

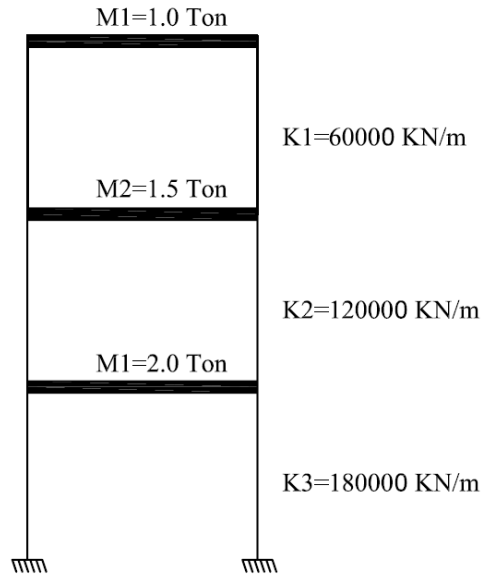
Web: www.AnsysHelp.ir

Email: AnsysHelp.ir@gmail.com

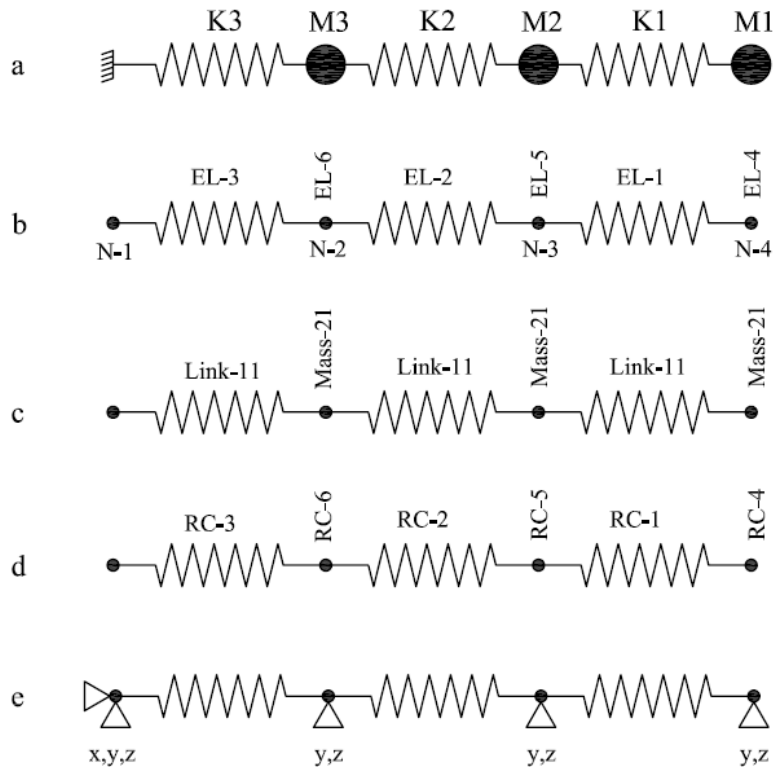
مهر ماه نود

مقدمه

در این گزارش پاسخ طیفی یک ساختمان سه طبقه با مدل ساده جرم و فنر استخراج می‌شود. برای کنترل صحت کارکرد نرم افزار از یک مثال حل شده که در جزوه درسی ارتعاشات تصادفی جناب آقای دکتر محسن غفوری آشتیانی-استاد پژوهشگاه بین المللی زلزله شناسی و مهندسی زلزله- آمده است استفاده می‌شود. مدل سازه در تصویر ۱ نشان داده شده است. واحدهای جرم و سختی بر حسب تن و کیلو نیوتن بر متر هستند. مدلسازی با استفاده از المان Link 11 و Mass 21 صورت می‌گیرد. شکل مدل معادل در تصویر ۲ نشان داده شده است. همچنین مشخصات گره‌ها، المانها و مشخصات Real Constant المانها، نیز در شکل ۲ نشان داده شده است.



شکل ۱ مدل ارائه شده در مثال عددی



شکل ۲

مراحل ساخت مدل همانند مثال ۷ است و به کاربر واگذار می‌شود. برای این مدل نیازی به تعریف مصالح نیست. برای مدلسازی از روش مستقیم ساخت گره‌ها و المانها استفاده نمائید. به خاطر داشته باشید برای تعریف هر المان ابتدا باید مشخصات آن در بخش:

Main Menu → Preprocessor → Create → Element → Element Attributes

انتخاب و سپس به کمک گزینه

Main Menu → Preprocessor → Create → Element → Thru Nodes

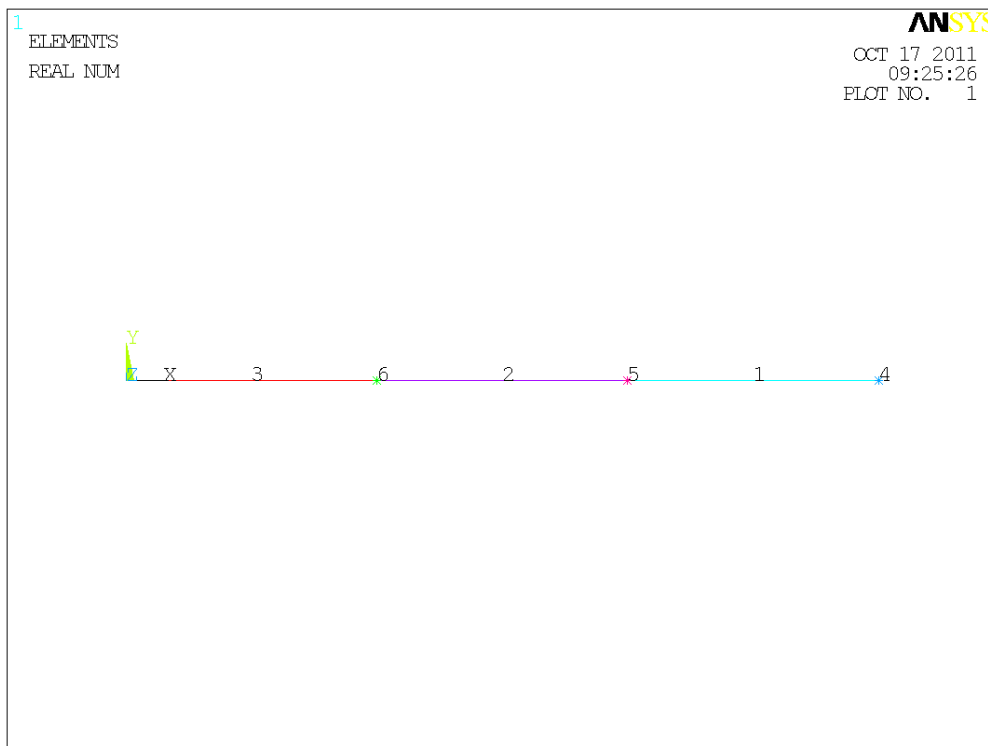
هر المان ساخته شود. المان Link 11 دو گرهی و المان Mass 21 یک گرهی است.

مشخصات Real Constant المانها در جدول ۱ آورده شده است. شماره RC مطابق شکل ۲-d تعیین شده است. فواصل گره‌ها ۳ متر انتخاب شده اما بدون تأثیر در پاسخ است. تکیه‌گاه‌ها شامل قید در سه جهت اصلی در گره ۱ و قید در جهات z و y برای گره‌ها ۲، ۳ و ۴ است، شکل ۲-e.

جدول ۱ مشخصات Real Constant المانها

شماره RC	نوع المان	مقدار	توضیحات
۱	Link 11	60 KN/m	در مقابل K
۲	Link 11	120 KN/m	در مقابل K
۳	Link 11	180 KN/m	در مقابل K
۴	Mass 21	1.0 Ton	در مقابل Mass x
۵	Mass 21	1.5 Ton	در مقابل Mass x
۶	Mass 21	2.0 Ton	در مقابل Mass x

مدل نهایی ساخته شده در نرم افزار ANSYS در شکل ۳ نشان داده شده است.



شکل ۳ مدل ساخته شده در ANSYS، شماره‌ها RC هستند

برای انجام یک تحلیل طیفی ابتدا تحلیل مودال صورت گرفته و پریود طبیعی نرم افزار با مقادیر مثال عددی مقایسه می-شود. سپس تحلیل طیفی انجام شده و مجدداً برای بسط مودها تحلیل مودی صورت می-گیرد. در نهایت برای ترکیب اثرات طیفی مودها، تحلیل طیفی نهایی انجام شده و نتایج تحلیلی و مثال عددی مقایسه می-شوند. قبل از انجام تحلیل مودال به برنامه دستور داده می-شود که داده‌های خروجی را در فایل به نام out.txt ذخیره کند. برای این منظور وارد آدرس زیر شوید:

Utility Menu → File → Switch output to → File ...

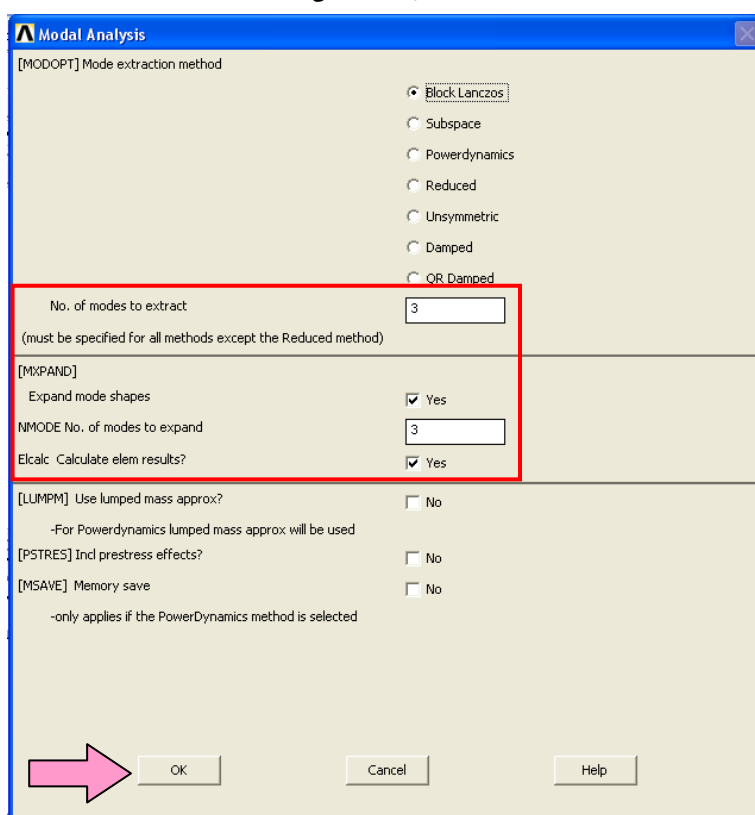
نام out.txt را تایپ کرده و Ok کنید. حال تحلیل مودال را در آدرس زیر انتخاب کنید:

Main Menu → Solution → Analysis Type → New Analysis → Modal

تعداد مودهای تحلیلی را در بخش زیر برابر ۳ انتخاب کنید:

Main Menu → Solution → Analysis Type → Analysis Options

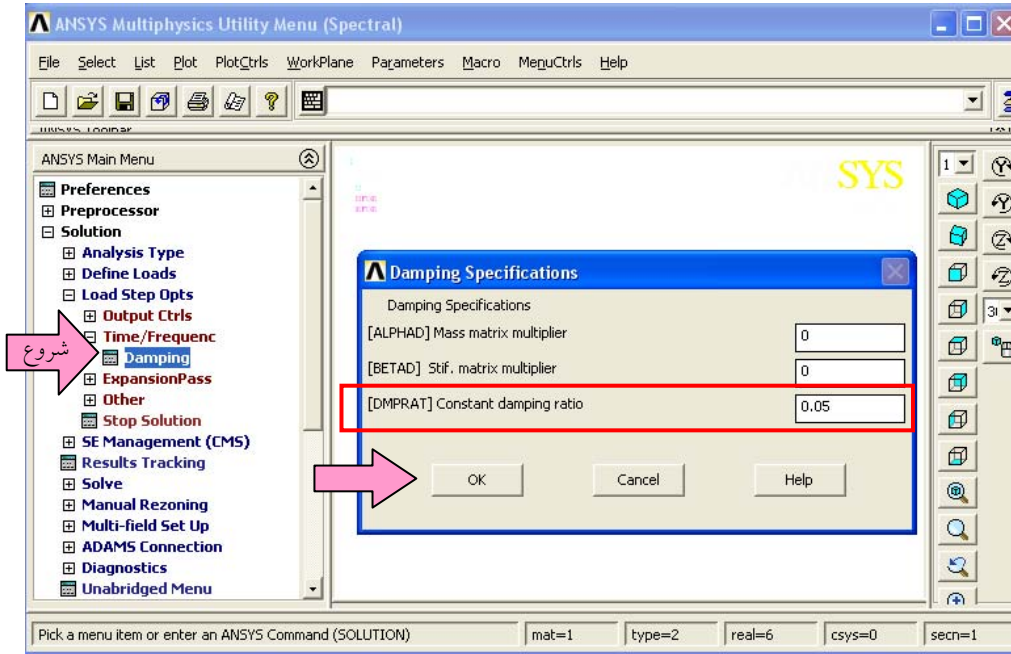
و گزینه‌های Expand Mode shape و Elcalc را علامت بزنید، شکل ۴.



شکل ۴

پنجره دوم را نیز OK کنید.

مقدار میرایی را در آدرس زیر برابر ۵٪ قرار دهید:

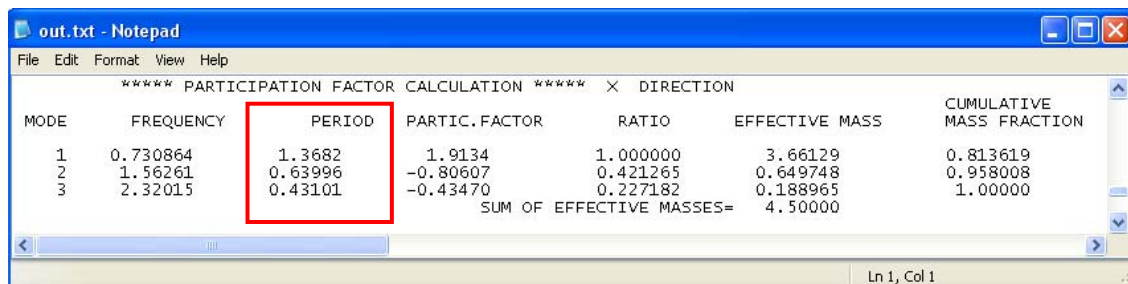


سپس در بخش زیر تحلیل مودال را انجام دهید:

Main Menu → Solution → Solve → Current Ls

مقادیر پیرودهای تحلیل حاضر با نتایج بدست آمده از حل دستی در مثال آشتیانی در جدول ۲ مقایسه شده‌اند. تطابق

بین نتایج به خوبی دیده می‌شود. نتایج تحلیلی از فایل out.txt خوانده می‌شوند:

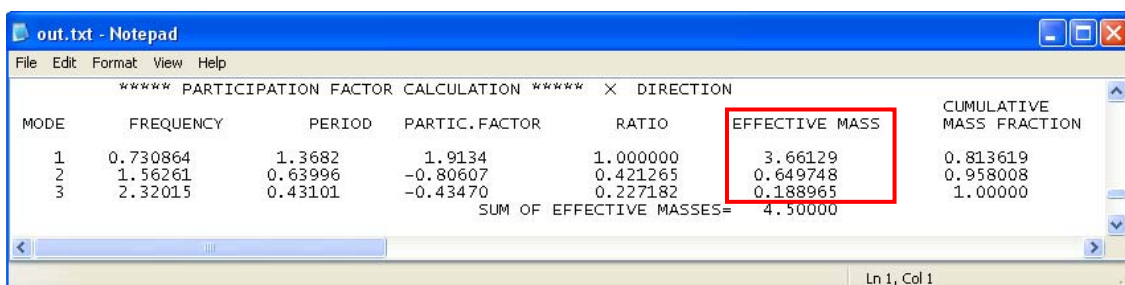


جدول ۲ مقایسه مقادیر پیرودها - ثانیه

شماره مود	پیرودهای تحلیلی	پیرودهای حل دستی
۱	1.3682	1.370
۲	0.63996	0.640
۳	0.43101	0.431

برای کنترل دوم، مقادیر جرم مؤثر مودی حاصل از تحلیل با مثال عددی در جدول ۳ مقایسه شده‌اند. این نتایج نیز در

فایل out.txt قابل استخراج است:



نتایج بدست آمده نشاندهنده دقت خوب نتایج تحلیلی است.

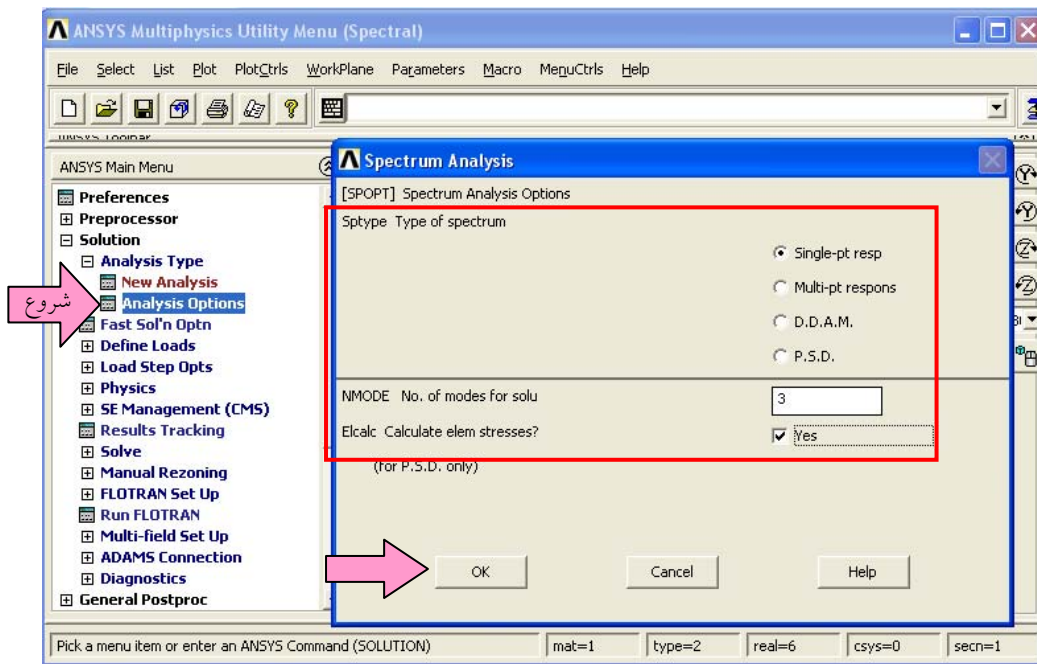
جدول ۳ مقایسه مقادیر جرم مؤثر مودی - تن

شماره مود	تحلیلی	حل دستی
۱	3.661	3.656
۲	0.650	0.641
۳	0.189	0.188

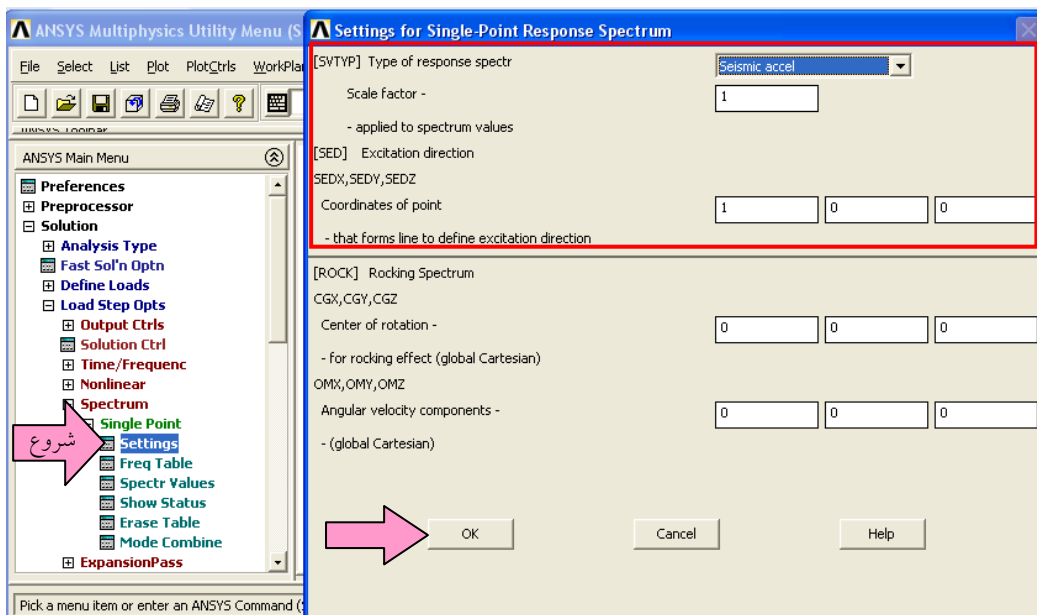
حال نوبت به تحلیل طیفی مرحله اول می‌رسد. ابتدا وارد آدرس زیر شده و تحلیل طیفی را انتخاب کنید:

Main Menu → Solution → Analysis Type → New Analysis → Spectrum

حال نوع تحلیل طیفی و گزینه ELcal را در آدرس زیر انتخاب کرده و Ok کنید:



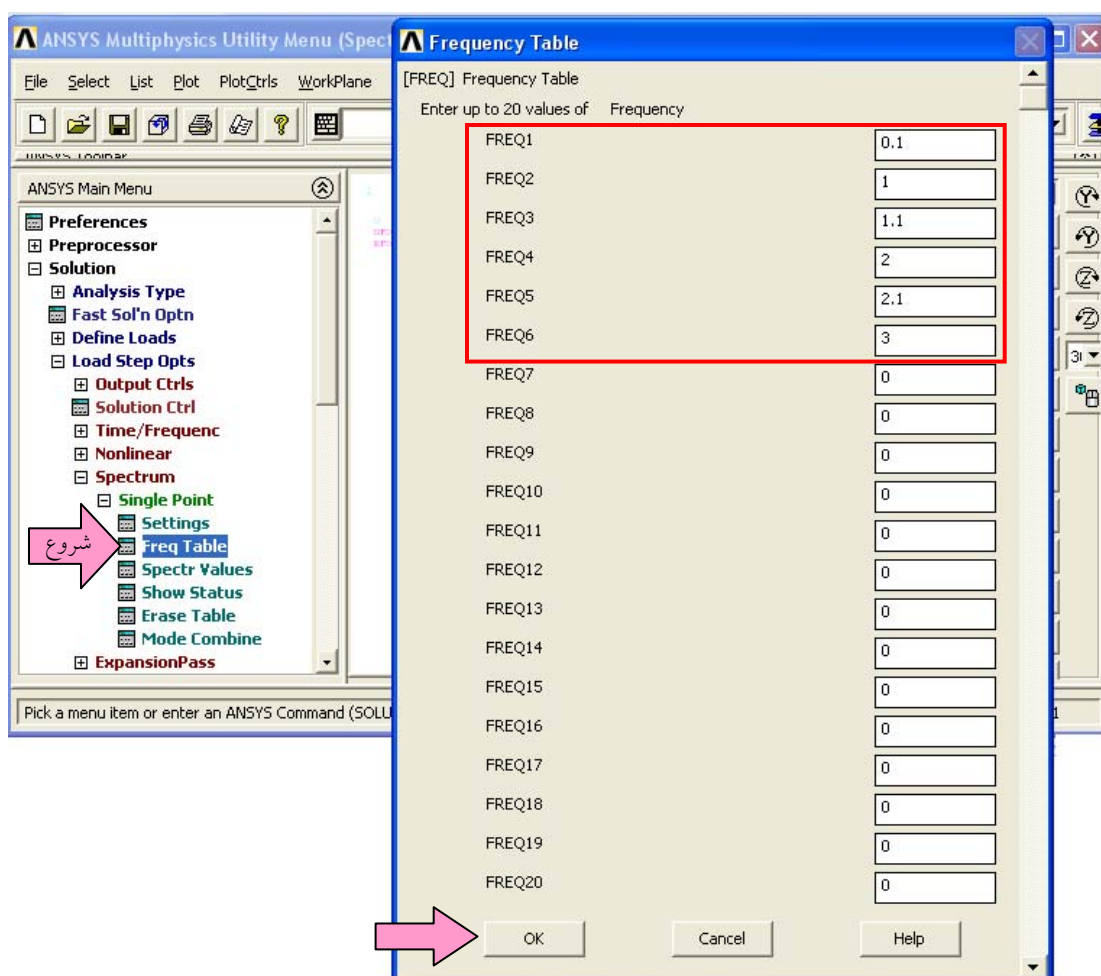
سایر مشخصات طیفی را در آدرس پنجره زیر انتخاب کنید. نوع طیف را شتاب و جهت آنرا در امتداد X تعریف کنید.



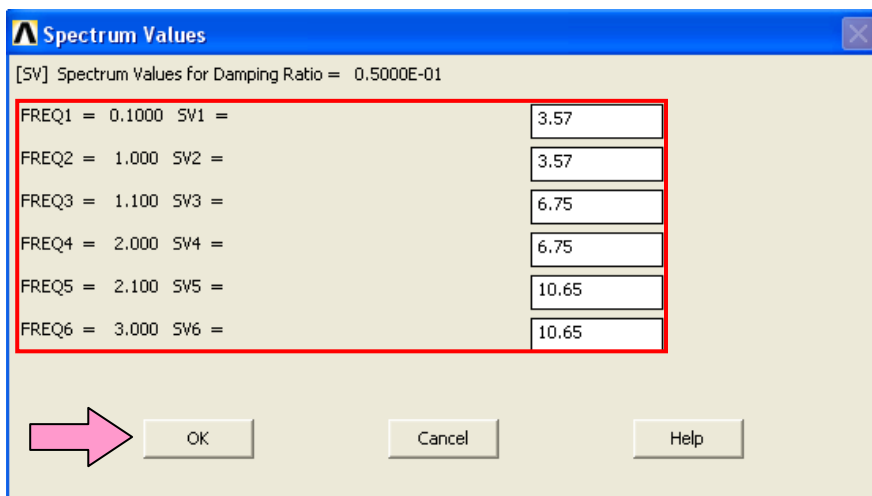
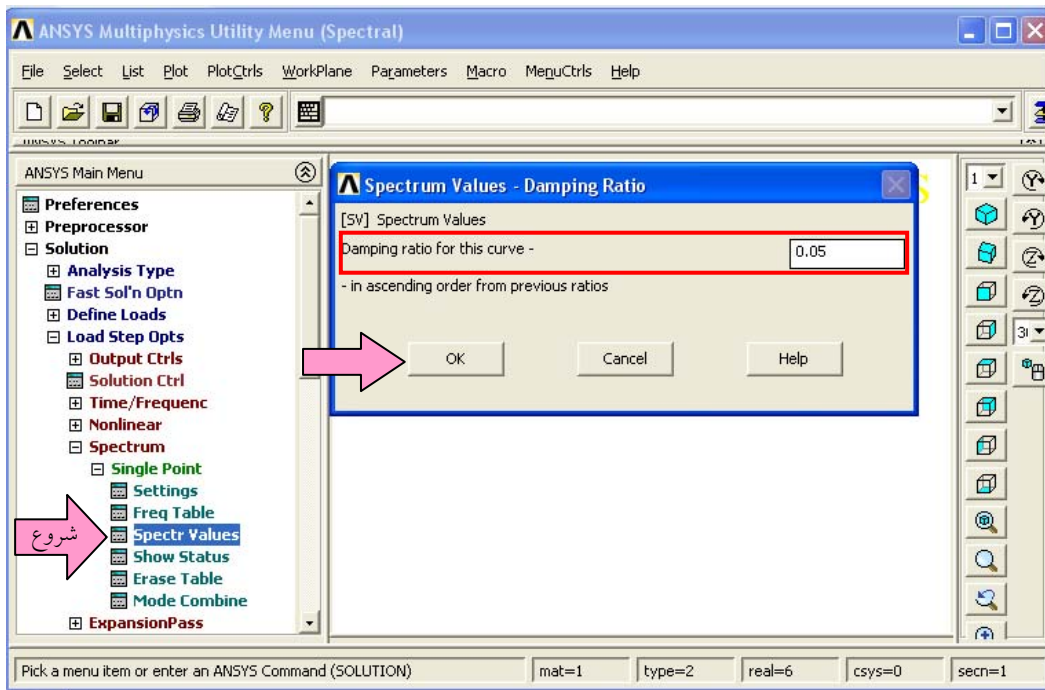
حال مقادیر فرکانس را مطابق جدول ۴ در بخش زیر وارد کنید. برای تطابق مقادیر طیفی با آنچه در مثال آمده است، شکل طیف بصورت پلکانی تعریف شده است.

جدول ۴ مقادیر فرکانس و طیفی متناظر با مثال حل شده

ردیف	فرکانس - هرتز	مقدار طیف شتاب - متر بر ثانیه به توان ۲
۱	0.1	3.57
۲	1.0	3.57
۳	1.1	6.75
۴	2.0	6.75
۵	2.1	10.65
۶	3.0	10.65



به همین ترتیب مقادیر طیفی در بخش زیر وارد می‌شوند. در پنجره اول مقدار میرایی را مشخص کنید (۰.۵٪) و در پنجره دوم مقابل مقادیر فرکانسی، مقادیر طیفی را وارد کنید.



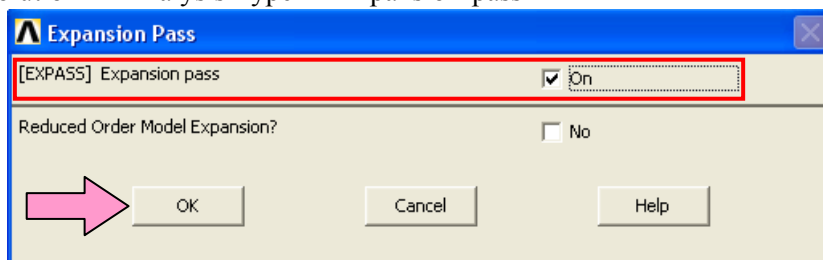
حال مدل را تحلیل کنید:

Main Menu → Solution → Solve → Current Ls

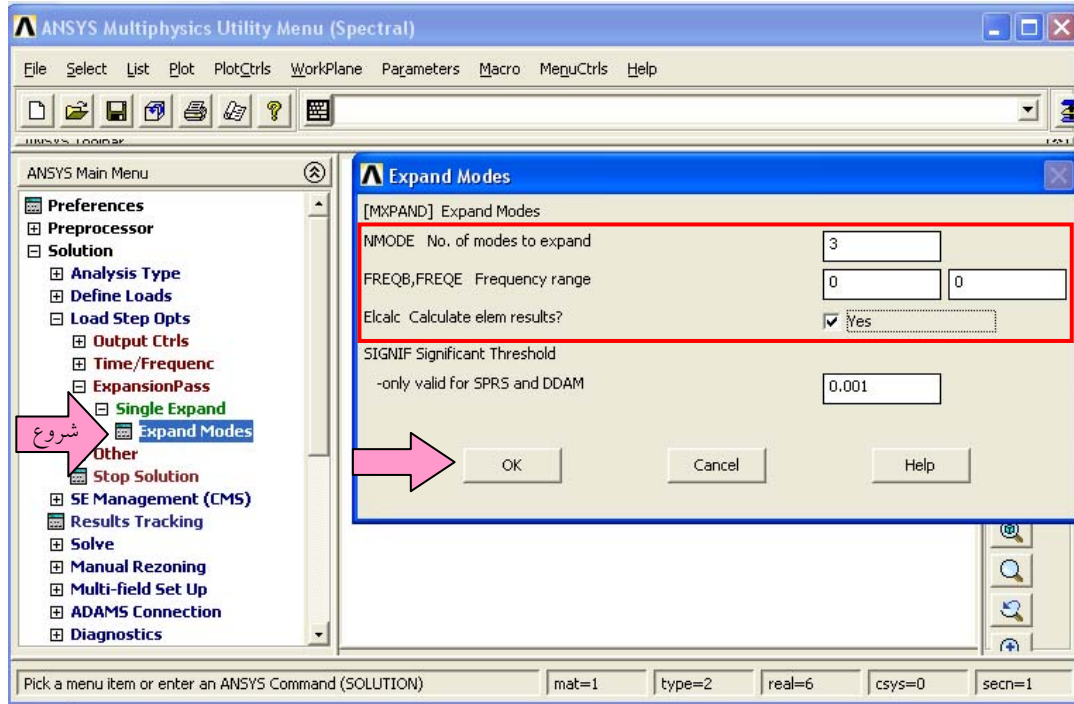
برای بسط مودها لازم است یکبار دیگر تحلیل مودال را انتخاب کرده و گزینه زیر را فعال کنید:

Main Menu → Solution → Analysis Type → New Analysis → Modal

Main Menu → Solution → Analysis Type → Expansion pass

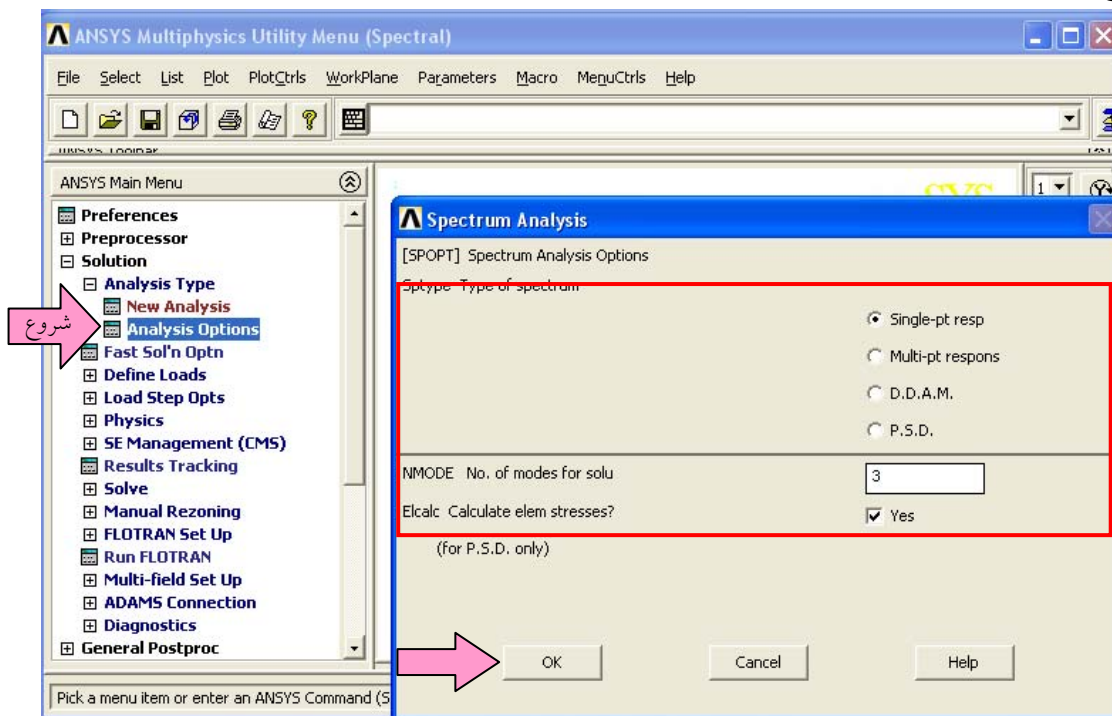


برای تعیین تعداد مودهایی که باید در تحلیل طیفی بکار روند وارد بخش زیر شوید:

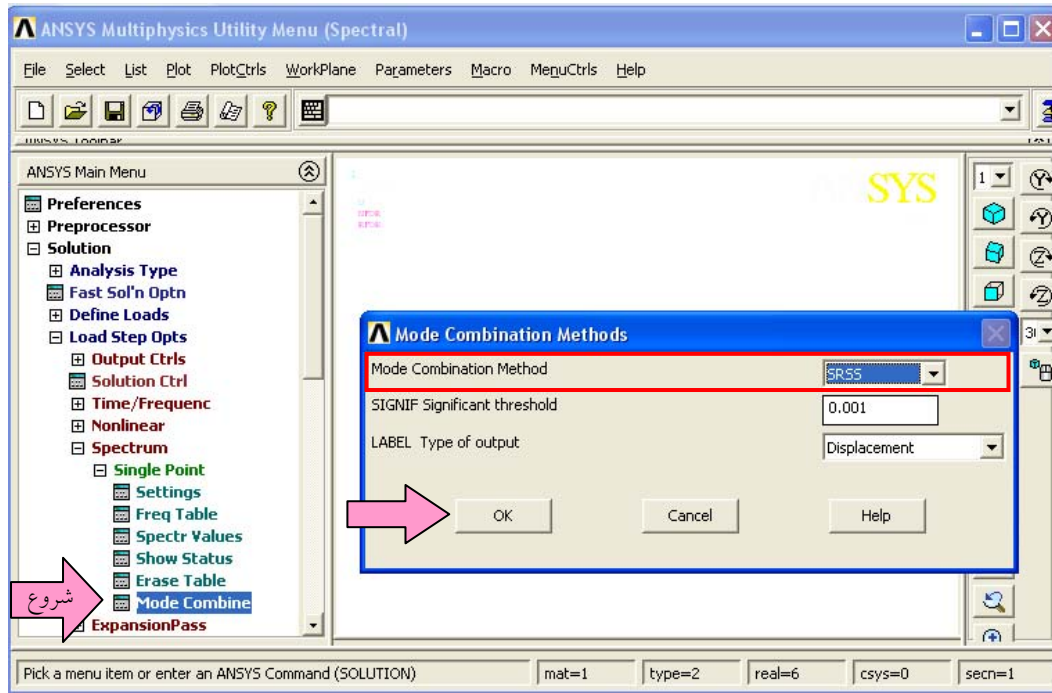


حال مجدداً تحلیل مودال را انجام دهید.

دوباره نوع تحلیل را Spectrum انتخاب کنید و گزینه زیر را در بخش Analysis option انتخاب کنید:



روش ترکیب مودی در تحلیل طیفی را در بخش زیر انتخاب کنید. در اینجا روش SRSS انتخاب می‌شود:



مجدداً تحلیل طیفی را انجام دهید.

دستورات ترکیب نتایج تحلیل طیفی مودهای مختلف در روش طیفی در فایل به نام Jobname.MCOM ذخیره می‌شوند - در اینجا Spectral است - که در بخش General Postproc باید بازخوانی شود. روش بازخوانی آن است که ابتدا وارد بخش زیر شوید:

Main Menu → General Postproc

حال وارد آدرس زیر شده و فایل spectral.MCOM را بخوانید:

Utility Menu → File → Read input from...

برای مقایسه با نتایج مثال عددی، مقادیر جابجایی طبقات که معادل با جابجایی گره‌های مدل است در جدول ۵ مقایسه شده‌اند. مقادیر جابجایی گرهی از آدرس زیر استخراج می‌شوند:

Main Menu → General Postproc → List Results → Nodal Solution

چنانچه ملاحظه می‌شود تطابق خوبی بین نتایج وجود دارد.

جدول ۵ مقایسه جابجایی طبقات بین مدل تحلیلی و مثال با حل دستی - متر

شماره گره-طبقه	جابجایی تحلیلی	جابجایی با حل دستی
۱-۲	0.24327	0.244
۲-۳	0.15796	0.158
۳-۴	0.0774	0.0776

برای مقایسه دیگر مقادیر برش پایه ساختمان نیز مقایسه شده‌اند. برش پایه را می‌توان از آدرس زیر در نرم افزار بدست آورد:

Main Menu → General Postproc → List Results → Reaction Solution

مقدار برش پایه تحلیلی برابر 13.933 KN است و مقدار متناظر آن از حل دستی 13.92 KN است.