مقدمه

در گزارش آموزشی AHR-05 با نحوه مدلسازی یک قاب فولادی دو طبقه آشنا شدیم. در این مثال از همان مدل برای انجام تحلیل مودال و استخراج مشخصات مودی و همچنین انجام تحلیل طیفی با طیف مفروض در استاندارد ۲۸۰۰ برای خاک نوع III استفاده میشود. به همین دلیل نحوه ساخت مدل تکرار نشده و تنها اصلاحات لازم برای انجام تحلیل مودال و طیفی در آن اشاره خواهد شد. برای ترکیب آثار بار ثقلی و تحلیل طیفی از Load Case استفاده میشود. ابتدا جرمهای متمرکز روی قاب تعریف شده سپس تحلیل ثقلی صورت گرفته و نتایج آن در یک Load Case ذخیره می

شود. در ادامه تحلیل طیفی انجام شده و نتایج آن در Load Case دیگری ذخیره می شود. در نهایت نتایج تحلیلی Load Caseهای ثقلی و طیفی با یکدیگر جمع شده و نتایج مشاهده می شوند.

مشخصات مدل

نوع مدل: دو بعدی نوع المان: Beam188 نوع مصالح: الاستیک خطی مدول الاستیسیته: 2.1e11 ضریب پواسون: 0.35 ضریب پواسون: 5000 واحدها: m و kg و N واحدها: m و kg و N

اهداف

- آشنایی با نحوه انجام تحلیل مودال
 - استخراج مشخصات مودی
 - انجام تحليل طيفي



نکات

برای انجام یک تحلیل مودال لازم است از واحدهای سازگار دینامیکی استفاده گردد. در این مثال از واحدهای سازگار زیر استفاده میشود:

- کیلوگرم برای جرم متمرکز و چگالی مصالح،
 - نيوتن براي نيروها،
 - متر برای وحدهای طولی،
- نيوتن بر متر مربع براى مدول الاستيسيته.

بازخوانی مثال AHR-05

در این مثال یک کپی از file.db گزارش AHR-05 تهیه شده و در فولدر جدیدی قرار داده می شود. نام فولدر جدید در Working Directory معرفی و نام Jobname برابر file قرار داده شده و برنامه را Run می کنیم:

Start \rightarrow All Programs \rightarrow ANSYS 17 \rightarrow ANSYS Product Launcher \rightarrow

\Lambda 17.0: ANSYS Mech	hanical APDL Product Launcher [Profile: *** Last ANSYS Run ***] Hostname:
File Profiles Op	otions Tools Links Help
	Simulation Environment: ANSYS License: ANSYS Multiphysics ANSYS Multiphysics
File Management	Customization/ Preferences Computing Setup
	فولدر محتوى كپى از مثال با استفاده از دگمه Browse انتخاب شود. Working Directory: C:WNSYSHelp Job Name: file آاو ر نظر گرفته مى شود.
	Run Cancel Run Product Help



تعريف جرمها

تعریف جرم به دو صورت چگالی مصالح برای المانهای تیر و ستون و جرمهای متمرکز به عنوان نماینده جرم طبقه صورت می گیرد. برای تعریف چگالی وارد بخش مصالح شده و گزینه Density برای مصالح نه و ترینه مصالح شده و گزینه Density برای مصالح نه می مصالح شده و گزینه Density مصالح قده و گزینه Density مصالح شده و گزینه Density مصالح قده و گزینه Density مصالح مده و گزینه Density مصالح مده و گزینه Density می مصالح قده و گزینه Density مصالح قده می مصالح مده و گزینه Density مصالح قده می مصالح قده م



برای تعیین جرم متمرکز نماینده جرم طبقه، از المان MASS21 استفاده می شود. ابتدا نوع المان در بخش Elements Type در آدرس زیر انتخاب میشود:



ANSYS HELP.IR

مقدار جرم المان Mass21 با استفاده از Real Constant تعریف می شود. این المان قابلیت شبیه سازی شش مؤلفه جرمی بصورت جرمهای متمرکز در سه جهت اصلی و اینرسی دورانی حول سه محور اصلی را داراست. در این مثال تنها از گزینه جرم متمرکز در جهت محور X استفاده می شود. با ورود به آدرس زیر یک set جدید از Real Constant برای المان Mass21 تعریف شده و مــــــقدار Mass in X Direction برابر ۵۰۰۰ کیلوگرم قرار داده می شود.



۶

ANSYS HELP.IF

قرار دادن المان Mass روی گره های سر ستونها

برای تعریف المانهای Mass در گره های سر ستونها ابتدا مشخصات المان شامل نوع المان و شماره تعریف شده برای Real Constant در آدرس زیر مشخص میشوند. المان Mass نیازی به تعریف مصالح ندارد.

💦 ANSYS Multiphysics Utility Menu		
<u>File Select List Plot PlotCtrls WorkPlane Pa</u>	<u>r</u> ameters <u>M</u> acro Me <u>n</u> uCtrls <u>H</u> elp	
□ ☞ ■ @ ⊜ @ ? \		🗾 差 📬 🗐
Toolbar		®
SAVE DB RESUM DB QUIT POWRGRPH		· ·
Main Menu 🛞		
Image: Walk with which it is a section of the sect	Image: Second straight line Second straight line Image: Second straight line Second straight line Image: Second straight line Image: Second straight line	ANSYS R17.0 B B B B B B B B B B B B B B B B B B B
Pick a menu item or enter a command (PREP7)	mat=1 type=1 real=1 csys	s=0 secn=1

حال المان Mass بر روی گرهها قرار داده می شود. وارد بخش زیر شده و با فعال شدن موس ابتدا روی گره بالای ستون سمت چپ کلیک کرده و دگمه Apply را در پنجره Elements from Nodes می شود. وارد بخش زیر شده و با فعال شدن موس ابتدا روی گره بالای ستون سمت چپ کلیک کرده و دگمه Mass را در پنجره Elements from Nodes فشار دهید. مجدداً روی گره بالای ستون سمت پر م ۵۰۰۰ کیلوگرم در بالای ستونها قرار داده می شوند. موند و دگمه Mass با جرم ۵۰۰۰ کیلوگرم در بالای ستونها قرار داده می شوند. مول و دگمه Ok با مر و دگمه Mass با جرم ۵۰۰۰ کیلوگرم در بالای ستونها قرار داده می شوند. در بالای ستونها قرار داده می شوند. موند و دگمه Mass با جرم ۵۰۰۰ کیلوگرم در بالای ستونها قرار داده می شوند.





پس از تعریف المانهای Mass، موقعیت آنها بصورت ستارههای کوچکی روی مدل دیده میشود. برای بازنمایش گرافیکی المانها از آدرس زیر استفاده نمائید:







تعريف طبقه صلب

در سازههای قابی که دارای سقف صلب هستند، گرههای فوقانی ستونها بوسیله یک دیافراگم صلب به یکدیگر متصل میشوند. برای این منظور درجه آزادی جهت x گرههای سر ستونها از طریق Ok می در سازههای از طریق Coupling در آدرس زیر به یکدیگر مقید میشوند. با باز شدن پنجره Ok و دقمه Ok را فشار دهید.



ANSYS HELP.IR

در پنجره دوم در مقابل NSET عدد ۱ را وارد و در Lab گزینه Ux را انتخاب کرده و Ok را فشار دهید.

∧ Define Coupled DOFs	83
[CP] Define Set of Coupled DOFs NSET Set reference number	
Lab Degree-of-freedom label	
OK Apply	Cancel Help

تحليل ثقلي

در مدل قاب یک بار متمرکز جانبی بر روی طبقه تعریف شده است. این بار متمرکز با استفاده از دستور زیر حذف می شود:



اینک شتاب ثقل نیز مطابق با آدرس زیر تعریف میشود. شتاب ثقل بر حسب متر بر ثانیه به توان ۲ برابر ۹٫۸۱ در جهت z وارد می شود.



در این مرحله مدل را ذخیره کنید.

File \rightarrow Save as Jobname

تحلیل ثقلی در آدرس زیر صورت میگیرد.

Main Menu \rightarrow Solution \rightarrow Solve \rightarrow Current LS

برای ترکیب نتایج تحلیل ثقلی و طیفی، پس از انجام تحلیل ثقلی نتایج آن در یک Load Case ذخیره می شود. این عمل در آدرس زیر صورت می گیرد. در مقابل LCNO شماره ۱ برای Load Case وارد می شود. برای TEP و LSTEP و SBSTEP دخیره شود. چون تحلیل ثقلی تنها یک فایل بارگذاری و دارای فقط یک علی در این عمل در آدرس زیر صورت می گیرد. در مقابل LCNO شماره ۱ برای Case وارد می شود. برای SBSTEP و SBSTEP دخیره شود. چون تحلیل ثقلی تنها یک فایل بارگذاری و دارای فقط یک علی در این عمل در آدرس زیر صورت می گیرد. در مقابل LCNO شماره ۱ برای و دارای وارد می شود این عمل در آدرس زیر صورت می گیرد. در مقابل SBSTEP دخیره شود. پرای Sub step در ای داد ۱ وارد می شود که نشاندهنده گامی است که می خواهیم نتایج آن در Sub case دخیره شود. چون تحلیل ثقلی تنها یک فایل بارگذاری و دارای فقط یک sub step بوده است، این اعداد برابر ۱ قرار داده می شوند.



حال نتایج LC1 (Load Case 1) برای بازیابی بعدی در یک فایل با نام Gravity.txt ذخیره میشود.

🔨 ANSYS Multiphysics Utility Menu		
<u>File Select List Plot PlotCt</u>	<u>2</u> trls <u>W</u> orkPlane Pa <u>r</u> ameters <u>M</u> acro Me <u>n</u> uCtrls <u>H</u> elp	
D 🛎 🖬 🗗 🎒 🌌 🖺		- 1
Toolbar		۲
SAVE_DB RESUM_DB QUI	JIT POWRGRPH	
Main Menu		1. 0.
 Preferences Preprocessor Solution General Postproc Data & File Opts Results Summary Read Results Failure Criteria Plot Results List Results Query Results Options for Outp Results Viewer Nodal Calcs 	AN SYS BOT CP BTOR BTOR BTOR BTOR BTOR BTOR BTOR BTOR BTOR BTOR BTOR BTOR BTOR BTOR CP BTOR BTOR BTOR BTOR CP BTOR BTOR CP BTOR CP BTOR CP BTOR CP BTOR CP BTOR CP BTOR CP BTOR CP BTOR CP BTOR CP BTOR CP BTOR CP BTOR CP BTOR CP BTOR CP BTOR CP BTOR CP CP BTOR CP BTOR CP CP BTOR CP CP BTOR CP CP CP BTOR CP CP Cancel Help	
Element Table Path Operations Surface Operations Load Case Create Load Case Read Load Case Write Load Case Write Load Case Calc Options Add Subtract Square		
Pick a menu item or enter a com	mmand (POST1) mat=1 type=2 real=1 csys=0	0 se

ترسیم نمودار لنگر حاصل از بار ثقلی

برای مقایسه بعدی نمودار لنگر المانها در اثر بار ثقلی ترسیم میشود. قبلاً با روش Sequence Number در مثال قاب دو بعدی در گزارش AHR-05 آشنا شدهایم برای بازنمایش نمودار لنگر لازم است ابتدا مقادیر Element Table تعریف شده بروزرسانی شوند:

🔨 ANSYS Multiphysics Utility Menu						
<u>File Select List Plot PlotCtrls Work</u>	Relane Pa <u>r</u> amete	rs <u>M</u> acro M	e <u>n</u> uCtrls <u>H</u> elp			
□≈,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,						v E
Toolbar						8
SAVE DB RESUM DB QUIT POW	RGRPH					
Main Menu	⊗ 1				ANCW	
Preferences					AIN SIYS	
Preprocessor Solution	Element Table Data Currently Defu	and Data and	Statue:			
General Postproc			Status.			
Data & File Opts	Label	Item	Comp	Time Sta	amp Status	
Results Summary	SHEAR-I	SIVIS	5 10	Time= 1	.0000 (Previo	/us)
Read Results Failure Criteria		SMIS	10	Time- 1	.0000 (Flevio	us)
		SMIS	14	Time= 1	.0000 (Previo	
	MOMENT-I	SMIS	2	Time= 1	.0000 (Previo	us)
Query Results	MOMENT-J	SMIS	15	Time= 1	.0000 (Previo	us)
Options for Outp						
Results Viewer					D 1 (
Nodal Calcs	A	dd		date	Delete	
Element Table			_			
Define Table المروع المروع المروع						
		Close			Help	
Abs Value Option					T	:
Sum of Each Item	*				*	
Add Items						< <p></p>
Multiply						191 >
Find Maximum						
Exponentiate	-					
Pick a menu item or enter a command (P	OST1)		mat=1	type=2	real=1 c	sys=0 se

در حین انجام اینکار خطای زیر دیده می شود. دلیل این خطای آن است که المان MASS21 فاقد کدهای SMISC است.





حال نمودار لنگر در آدرس زیر ترسیم میشود:

ANSYS Multiphysics Utility Menu				
<u>File Select List Plot PlotCtrls Work</u>	Plane Pa <u>r</u> ameters <u>M</u> acro Me <u>n</u> uC	Ctrls <u>H</u> elp		
□ ☞ ■ Ø ⊜ ☞ ? ■				- 1
Toolbar				8
SAVE DB RESUM DB QUIT POWR	GRPH			
Main Menu				
Preferences	Plot Line-Element Results		NSWS	
Preprocessor	[PLLS] Plot Line-Element Result		R17.0	
	Labi Elem table item at node i			
General Postproc Data & File Onte	LabJ Elem table item at node J	MOMENT-J		<u>8</u>
Results Summary	Fact Optional scale factor	1		
	KUND Items to be plotted on			
		Undeformed shap	e	
Plot Results Deformed Shape		O Deformed shape		
Contour Plot	ViewUP Align With ViewUp Vector			₽
Nodal Solu		NO		ø
Element Solu		C YES		•
Elem Table				
Vector Plot				
Plot Path Item				
Concrete Plot	OK Apply	Cancel Help		
ThinFilm				Q
				40
Options for Outp				•
Results Viewer				
Nodal Calcs				<u>•</u>
Pick a menu item or enter a command (PO	ST1)	mat=1 type=2	real=1 csy	s=0 se



نمودار لنگر المانها در اثر بار ثقلی تنها



تحليل مودال

برای انجام تحلیل مودال، نوع تحلیل در آدرس زیر Modal انتخاب می شود.



ANSYS Multiphysics Utility Menu File Select List Plot Plot A Modal Analysis ΣS [MODOPT] Mode extraction method ₫ Щ • Block Lanczos ٨ Toolbar O PCG Lanczos SAVE DB RESUM DB QU O Supernode Subspace Main Menu 1 - (\mathbf{P}) O Unsymmetric ANSYS Preferences O Damped Ŋ R17.0 \bigcirc Preprocessor Þ O QR Damped 9 Solution Analysis Type No. of modes to extract 5 Ð Ø New Analysis [MXPAND] 3 -Ø ExpansionPass Analysis Options 📷 شروع Expand mode shapes Ves Yes ø °Ð Define Loads NMODE No. of modes to expand 5 Ø Load Step Opts Elcalc Calculate elem results? Ves Yes Ø Results Tracking [LUMPM] Use lumped mass approx? No Ø [PSTRES] Incl prestress effects? □ No Manual Rezoning ۲ Multi-field Set Up \bigcirc ADAMS Connection ОК Cancel A Block Lanczos Method Diagnostics 23 Unabridged Menu [MODOPT] Options for Block Lanczos Modal Analysis General Postproc TimeHist Postpro FREQB Start Freq (initial shift) 0 ■ ROM Tool
 FREQE End Frequency 0 Radiation Opt Session Editor Nrmkey Normalize mode shapes -To mass matrix 🖾 Finish ОК Help Cancel Pick a menu item or enter a command (SOLUTION) ma

حال در Analysis Options تعداد مودهای مورد نیاز برای تحلیل مشخص می شود. تعداد مودها برابر ۵ انتخاب شده است. سایر گزینه ها مطابق تصویر زیر انتخاب می شوند. پنجره دوم فقط Ok می شود.

ANSYS HELP.IR

میرایی مودی در آدرس زیر تعریف میشود. مقدار نسبت میرایی برابر ۵٪ قرار داده میشود.

🔨 ANSYS Multiphysics Utility Menu		
<u>File Select List Plot PlotCtrls WorkPla</u>	ane Pa <u>r</u> ameters <u>M</u> acro Me <u>n</u> uCtrls <u>H</u> elp	
□ ≌ ∎ Ø ∌ Ø ? ₩		
Toolbar		۲
SAVE_DB RESUM_DB QUIT POWRG	RPH	
Main Menu (ANSYS R17.0	1 · (?) () (?)
Preprocessor Solution Analysis Type Define Loads Load Step Opts Output Ctrls Time/Frequenc Damping ExpansionPass Other	A Damping Specifications EX Damping Specifications Image: Comparing Specifications [ALPHAD] Mass matrix multiplier 0 [BETAD] Stif. matrix multiplier 0 [DMPRAT] Constant damping ratio 0.05	₽ ₽ ₽ ₽ ₽ ₽ ₽ ₽ ₽ ₽ ₽ ₽ ₽ ₽ ₽ ₽ ₽ ₽ ₽
 Stop Solution ⊞ SE Management (CMS) Results Tracking ⊞ Solve ⊞ Manual Rezoning ⊞ Multi-field Set Up ⊞ ADAMS Connection ⊞ Diagnostics Unabridged Menu 	OK Cancel Help	
 General Postproc TimeHist Postpro ROM Tool Radiation Opt Session Editor 		
Pick a menu item or enter a command (SOLU	JTION) mat=1 type=2 real=1 csy	/s=0 se

برای دریافت مشخصات مودی مدل از برنامه، لازم است قبل از تحلیل، خروجی برنامه در یک فایل دلخواه ذخیره شود. اینکار در آدرس زیر صورت می گیرد. نام فایل خروجی out.txt انتخاب می شود.

	ANSYS Multiphysics Utility Menu		
	<u>File Select List Plot PlotCtrls WorkPlane Parameters</u>	rs <u>M</u> acro Me <u>n</u> uCtrls <u>H</u> elp	
	Clear & Start New Change Jobname Change Directory Change Title UIT POWRGRPH		ک ا
	Resume Jobname.db Resume from	ANGWS	1 • 🕐
	Save as Jobname.db Save as Write DB log file	R17.0	ତ୍ର ତ୍ର ଟ୍ର
لر شرور	Read Input from Switch Output to File		
γ	List File Operations File Options	Switch Output to File Switch output to Otrectories: OK Out.txt C:\ansyshelp Cancel	8 6 6
	Export	file.BCS file.db file.db file.emat	
	Exit	file.err file.esav file.full	<u>2</u>
		List Files of Type: Drives: All Files (*.*) Image: C: Network	Q (@
		C Append to file	0) 0
			•
	Pick a menu item or enter a command (SOLUTION)	mat=1 type=2 real=1 csys=0	D Se

انجام تحليل

با ورود به آدرس زیر تحلیل را انجام دهید:

Solution > Solve > Current LS

استخراج مشخصات مودي

از آنجائیکه خروجی برنامه در فایل out.txt ذخیره شده، مشخصات مودی مدل داخل آن نوشته شده است. با باز کردن این فایل که داخل Out.txt دخیره شده، مشخصات مودی مدل داخل آن نوشته شده است. با باز کردن این فایل که داخل Working Directory مدل است، اطلاعات مودال شامل فرکانس (بر حسب هرتز)، پریود، ضریب مشارکت مودی و نسبت آن، جرم مؤثر مودی و نسبت آن و جرم مودی تجمعی برای سه جهت اصلی مدل و حول سه محور اصلی مشاهده می شوند. از انجائیکه مدل مورد نظر یک سازه یک طبقه و دو بعدی است، مود این از انجائیکه مدل مودی تجمعی برای سه جهت اصلی مدل و حول سه محور اصلی مشاهده می شوند. از انجائیکه مدل مورد نظر یک سازه یک طبقه و دو بعدی است، مود اول آن شامل حرکت جانبی طبقه بوده و بیشترین پریود و جرم مؤثر مودی را داراست.

🧾 out.txt -	Notepad							×
File Edit	Format View H	lelp						
	**** PARTI	CIPATION FACTOR	CALCULATION ***	*** X DIRE	CTION			*
MODE 1 2 3 4 5	FREQUENCY 3.70111 5.25115 7.51809 19.5483 21.7268	PERIOD 0.27019 0.19043 0.13301 0.51155E-01 0.46026E-01	PARTIC.FACTOR 101.17 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000	RATIO 1.000000 0.000000 0.000000 0.000000 0.000000	EFFECTIVE MASS 10236.3 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000	CUMULATIVE MASS FRACTION 1.00000 1.00000 1.00000 1.00000 1.00000	RATIO EFF.MASS TO TOTAL MASS 0.991503 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000	
sum					10236.3		0.991503	+
*								International Internationa

مشاهده تغییر شکل مود اول

برای مشاهده تغییر شکل مود اول از بخش General Post Processing استفاده می شود. ابتدا لازم است اطلاعات مود اول یا First Set به حافظه فراخوانده شود.

ANSYS Multiphysics Utility Menu		
<u>File Select List Plot PlotCtrls WorkPlane</u>	e Pa <u>r</u> ameters <u>M</u> acro Me <u>n</u> uCtrls <u>H</u> elp	
□ ≌ ■ Ø ⊜ & ? ■		· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·
Toolbar		۲
SAVE_DB RESUM_DB QUIT POWRGRF	PH	
Main Menu 🛞	1	AMEWE 1. ®
 Preferences Preprocessor Solution General Postproc Data & File Opts Results Summary Read Results First Set Next Set Previous Set Last Set By Pick By Pick By Yime/Freq By Set Number Failure Criteria Plot Results Query Results Query Results Options for Outp Results Viewer Nodal Calcs Element Table 	Z	
Path Operations Surface Operations		
Pick a menu item or enter a command (POST1) mat=1 type=2 real:	=1 csys=0 se



ANSYS Multiphysics Utility Menu	A Plot Deformed Shape		83		
<u>File Select List Plot PlotCtrls</u>	[PLDISP] Plot Deformed Shape				
	KUND Items to be plotted				- ₹
		C Def s	shape only		 @
		C Def -	+ undeformed		
SAVE_DB RESUM_DB QUIT P	1	O Def -	+ undef edge		
Main Manu		•			
	ОК Ар	ply Cancel	Help	ANSYS	1 • <u>@</u>
Preprocessor				R17.0	<u> </u>
				1	<u>8</u>
□ General Postproc □ Data & File Opts					82
Results Summary	* ····		····· <u></u>		₫ 3-
Read Results Eailure Criteria					Ø •
					₫
شروع Deformed Shape					Ø
Vector Plot					Ø
Plot Path Item					
ThinFilm					Q
List Results					2
Query Results Options for Outp					
Results Viewer					
Nodal Calcs Element Table					40
Path Operations				E.	0)
Surface Operations					
Load Case Elem Shape	_				0
Pick a menu item or enter a comman	id (POST1)	mat=1	type=2	real=1 csy	s=0 se

تحليل طيفي

در بخش New Analysis گزینه Spectrum را انتخاب نمائید.

🔨 ANSYS Multiphysics Utility Menu	A New Analysis		
<u>File Select List Plot PlotCtrls</u>	[ANTYPE] Type of analysis		
		○ Static	
		O Modal	
		O Harmonic	
SAVE_DB RESUM_DB QUIT P		O Transient	
		© Spectrum	
Main Menu		O Eigen Buckling	ANGYS 1. O
Preferences Proproceser		O Substructuring/CMS	R17.0 9 9
B Solution			
□ Analysis Type	ОК	Cancel Help	8 9
ExpansionPass			
Analysis Options			
Define Loads			
E SE Management (CMS)			
Results Tracking			
Solve			
⊞ Manual Rezoning ⊞ Multi-field Set Up			
ADAMS Connection			
⊡ Diagnostics			2
General Postproc			•
ROM Tool Bediation Ont			40
Session Editor			
🖾 Finish			
	•		
			[👻 []
Pick a menu item or enter a comman	d (SOLUTION)	mat=1 type=2	real=1 csys=0 se

نوع تحلیل طیفی در پنجره زیر انتخاب می شود. تحلیل طیفی می تواند بصورت تک نقطه ای یا چند نقطه ای صورت گیرد که در اینجا Single- pt resp انتخاب می شود. تعداد مودهای تحلیل طیفی



نوع طیف، ضریب آن و جهت وارد شدن طیف بر مدل در آدرس زیر مشخص میشود. نوع طیف شتاب، مقیاس آن ۱ و جهت وارد شدن در جهت x است که عدد متناظر آن در بخش SED برابر ۱ و سایر اعداد صفر قرار داده میشود.

□ ≌ ■ Ø ⊜ & ?		<u> </u>
Toolbar		
SAVE_DB RESUM_DB QUIT POV	VRGRPH	
	A Settings for Single-Point Response Spectrum	<u> </u>
Main Menu	[SVTYP] Type of response spectr	
Preferences	Scale factor -	
Preprocessor	- applied to spectrum values	<u> </u>
Solution	[SED] Excitation direction	
Analysis Type	SEDX SEDZ	6 9
Define Loads	Coordinates of point	
	that forms line to define excitation direction	
Time/Frequenc	- that forms line to define excitation direction	. 🖻 🖺
	[ROCK] Rocking Spectrum	
Spectrum	CGX,CGY,CGZ	
□ Single Point	Center of rotation - 0 0 0	
<u>Settings</u> هر شروع	- for rocking effect (global Cartesian)	
	OMX,OMY,OMZ	
Show Status	Angular velocity components - 0 0 0	
	- (global Cartesian)	
Mode Combine		
ExpansionPass	OK Cancel Help	<u> </u>
Other		
Reset Options		40
Kead LS File Write LS File		
Physics		
■ SE Management (CMS)		<u> </u>
Results Tracking	-	

مقادیر طیف از استاندارد ۲۸۰۰ ایران و برای خاک نوع III و خطر نسبی خیلی زیاد استخراج شدهاند. جدول و نمودار مقادیر طیفی به شکل زیر است:



🔨 ANSYS Multiphysics Utility Menu					
<u>File Select List Plot PlotCtrls WorkPlane</u>	A Frequency Table		23		
	[FREQ] Frequency Table				
	Enter up to 20 values of	Frequency	<		<u> </u>
Toolbar	FREQ1		0.25		<u> </u>
SAVE DB RESUM DB QUIT POWRGRPH	FREQ2		0.3		
	FREQ3		0.4		
Main Menu 🛞	FREQ4		0.5		
	FREQ5		0.7	ANSYS	
Preprocessor	FREQ6		1	R17.0	<u>\$</u>
	FREQ7		1.4		
	FREO8		67		d d
□ Load Step Opts	ERECO		5.7		3
Output Ctrls	FREQS	(fill 👦
Time/Frequenc	FREQIO		0		
	FREQ11		0		
□ Single Point	FREQ12		0		
Settings	FREQ13		0		₽
	FREQ14		0		
Show Status	FREQ15		0		Q
Erase Table	FREQ16		0		2
Mode Combine ExpansionPass	FREQ17		0		•
B Other	FREO18				Q
Reset Options	EREO10		0		
Read LS File	FREQIS		0	1	4w
Write LS File Physics	FREQ20		0		•
BE Management (CMS)					<u>_</u>
Pick a menu item or enter a command (SOLUTIO	ок	Cancel	Help	al=1 csys	5=0 S€

برای وارد کردن طیف ابتدا مقادیر فرکانسها بر حسب هرتز در آدرس زیر وارد میشود.

سپس مقادیر طیفی متناظر در آدرس زیر وارد میشوند. در این بخش ابتدا لازم است درصد میرایی طیف در پنجره Spectrum Values-Damping Ratio تعیین شود. این مقدار برابر 0.05 در نظر گرفته میشود. با زدن Ok پنجره Spectrum Values باز شده و مقادیر طیفی بر حسب فرکانس مشخص شده با واحد متر بر ثانیه به توان دو وارد میشوند.



در این مرحله مدل را ذخیره کنید.

File \rightarrow Save as Jobname

تحليل طيفي

با انتخاب گزینه Solve مدل را تحلیل کنید.

Main Menu \rightarrow Solution \rightarrow Solve \rightarrow Current LS

بسط مودها

برای تکمیل تحلیل طیفی مطابق راهنمای برنامه لازم است مودهای مورد نیاز در محاسبه پاسخ سازه بسط داده شوند. برای اینکار ابتدا لازم است نوع تحلیل مودال شود:



سپس گزینه Expansion pass فعال شود. اینکار در آدرس زیر انجام می شود.

🔨 ANSYS Multiphysics Utility Menu			
<u>File Select List Plot PlotCtrls WorkP</u>	ane Pa <u>r</u> ameters <u>M</u> acro Me <u>n</u> uCtrls <u>H</u> elp		
□ ☞ ■ @ @ @ ? ■			
Toolbar			۲
SAVE_DB RESUM_DB QUIT POWRO	RPH		
	o.1		
Main Menu		ANCVS	1 • 🕐
Preferences		CH SHAL ATRA	
Preprocessor		1.0° hr 2. 0.5°	
New Analysis			
شروع 🖬 ExpansionPass	A Expansion Pass	23	☑ 3 -
Analysis Options	[EXPASS] Expansion pass	🔽 On	
Define Loads	Participal Order Madel Europeire?		
	Reduced Order Model Expansion?	No	
Beaulte Tracking			ø
			Ø
Manual Rezoning	OK Cancel	Help	
Multi-field Set Up			
ADAMS Connection			
⊡ Diagnostics			2
Unabridged Menu			•
General Postproc TimeHist Postpro			
ROM Tool			
Radiation Opt		ļ.	4 ®
Session Editor			0)
Finish			
	*		
			¥ [
Pick a menu item or enter a command (SOI	UTION) mat=1	type=2 real=1 c	sys=0 se
	- F		,

ANSYS Multiphysics Utility Menu		C	
<u>File Select List Plot PlotCtrls Work</u>	Plane Parameters Macro MenuCtrls Help		
□ ≌ ₽ Ø ⊜ & ? ₩			• 🛓
Toolbar			 ®
	CDDU		
SAVE_DB RESUM_DB QUIT POWR	GRPH		
Main Menu		ANGWG	1 - 🕐
Preferences	-	R17.0	89
Preprocessor Solution			
Analysis Type	🔥 Expand Modes	23	<u>a</u> a
Define Loads	[MXPAND] Expand Modes		
□ Load Step Opts	NMODE No. of modes to expand	· · ·	
	FREQB,FREQE Frequency range		Ø •
■ Nonlinear	Elcalc Calculate elem results?		
Spectrum	SIGNIF Significant Threshold		R
ExpansionPass	-only valid for SPRS and DDAM 0.001	-	<u> </u>
Other			
Reset Options	OK Cancel Help		<u> </u>
Read LS File			2
Physics			0
Results Tracking			40
Solve Manual Recepting		1	<u>••</u>
Mariua Rezoning Multi-field Set Up			
ADAMS Connection			Ô
			<u>e</u>
Dick a manuitam or arter a comment (CC			
Pick a menu item of enter a command (SC		ear=1 CSyS=1	U SE

تعیین تعداد مودهای لازم جهت ترکیب مودی پاسخها در آدرس زیر صورت می گیرد. تعداد مودها برابر ۱ قرار داده شده و گزینه Calculate Element Results برابر Yes انتخاب می شود.

حال مجددا تحلیل صورت میگیرد:

Main Menu \rightarrow Solution \rightarrow Solve \rightarrow Current LS

انجام مجدد تحليل طيفي

مطابق با راهنمای برنامه لازم است مجدداً تحلیل طیفی صورت گیرد. در این مرحله روش ترکیب نتایج مودی نیز انتخاب می شود. ابتدا تحلیل طیفی در آدرس زیر انتخاب می شود: Main Menu — Solution — Analysis Type — New Analysis — Spectrum

دادههای تحلیل طیفی مطابق پنجره زیر در آدرس مربوطه مشخص می شوند:

ANSYS Multiphysics Utility Menu		
<u>File Select List Plot PlotCtrls WorkPlane Para</u>	ameters <u>M</u> acro Me <u>n</u> uCtrls <u>H</u> elp	
D 🛎 🖬 🚳 💩 🔋 🖻		🔳 🚹 💽
Toolbar		
SAVE DB RESUM DB QUIT POWRGRPH		· ·
Main Menu 🛞		ANCWS 1. C
Preferences Preprocessor Solution Analysis Type New Analysis Analysis Options Define Loads Load Step Opts Physics SE Management (CMS) Results Tracking Solve Manual Rezoning Multi-field Set Up ADAMS Connection Diagnostics General Postproc TimeHist Postproc ROM Tool Radiation Opt Session Editor Finish	Spectrum Analysis Options Sptype Type of spectrum Sptype Type of spectrum C D.D.A.M. C P.S.D. NMODE No. of modes for solu Elcalc Calculate elem stresses? (for P.S.D. only) modeReuseKey for MODE file OK Cancel Help	
Pick a menu item or enter a command (SOLUTION)	mat=1 type=2 real=1 csys=	0 secn=1

حال روش ترکیب مودها (در اینجا CQC) در آدرس زیر انتخاب میشود:

ANSYS Multiphysics Utility Menu					
<u>File Select List Plot PlotCtrls WorkPla</u>	ne Pa <u>r</u> ameters <u>M</u> acro Me <u>n</u> uC	trls <u>H</u> elp			
D 🛩 🖬 🚳 💩 💡 🕎					- 1
Toolbar					۲
SAVE_DB RESUM_DB QUIT POWRG	RPH				
Main Menu (3 J			5 DE 620.062	
 Preferences Preprocessor Solution Analysis Type Define Loads Load Step Opts 	CQC Mode Combination			7AUX 3 H 2) R17.0	P P <t< th=""></t<>
 Output Ctrls Time/Frequenc Nonlinear Spectrum Single Point Settings Freq Table Spectr Values Show Status Erase Table Mode Combine Source Combine COC Method GRP Method SRSS Method NRL SUM Method ExpansionPass Other 	SIGNIF Significant threshold LABEL Type of output FORCETYPE Forces combined OK	Cancel	0.001 Displacement Modal static Help		
Pick a menu item or enter a command (SOL	JTION)	mat=1	type=2	real=1 csy	′s=0 ∣s€

با انجام تحلیل مجدد، نتایج مودی با یکدیگر ترکیب میشود.

Main Menu \rightarrow Solution \rightarrow Solve \rightarrow Current LS

در این مرحله یک فایل به نام File.MCOM در Working Directory ساخته می شود که در محل بعد مورد استفاده قرار میگیرد.

بازخواني نتايج تركيب طيفي مودها

دستورات لازم برای ترکیب نتایج مودها در روش طیفی در فایلی به نام file.MCOM ذخیره میشوند که در بخش General Postproc باید خوانده شود. برای خواندن این دستورات ابتدا وارد بخش زیر شوید:

Main Menu \rightarrow General Postproc

حال وارد آدرس زیر شده و فایلfile.MCOM را بخوانید:

Utilty Menu \rightarrow File \rightarrow Read input from...



به این ترتیب نتایج در نرم افزار خوانده میشوند.

ترسيم نمودار لنكر حاصل از تحليل طيفي

نمودار لنگر المانها حاصل از تحلیل طیفی با همان روشی که برای بار ثقلی بیان شد ترسیم میشود. ابتدا مقادیر Element Table تعریف شده بروزرسانی می شود:

▲ Element Table Data	1				×
Currently Defir	ned Data and \$	Status:			
Label SHEARJ	Item SMIS	Comp	Time Stamp	Status (Current)	
SHEAR-J	SMIS	18	Time= 0.0000	(Current)	
AXIAL-I	SMIS	1	Time= 0.0000	(Current)	
AXIAL-J	SMIS	14	Time= 0.0000	(Current)	
	SMIS	2	Time= 0.0000	(Current)	
	0,1110			(e car ora)	
	1				1
_	Add		Update	_	Delete
			•		
	Clos	e		Help	
					_



سپس با گزینه زیر نمودار لنگر ترسیم میشود:

Main Menu \rightarrow General Postproc \rightarrow Plot Results \rightarrow Line Elem Res



نتیجه حاصله به شکل زیر است. دقت داشته باشید که در تحلیل طیفی نتایج تنها با علامت مثبت نشان داده می شوند.

نمودار لنگر المانها حاصل از تحلیل طیفی

ذخیرہ نتایج تحلیل طیفی در Load Case

همانند روشی که در ساخت Load Case برای ذخیره نتایج تحلیل ثقلی معرفی شد، در اینجا نیز برای ذخیره نتایج تحلیل طیفی در Load Case 1 استفاده میشود. در مقابل LCNO شماره ۱ برای Load Case وارد میشود. برای LSTEP و SBSTEP نیز اعداد ۱ وارد می شوند.

🔨 ANSYS Multiphysics Utility Menu				
<u>File Select List Plot PlotCtrls M</u>	orkPlane Pa <u>r</u> ameters <u>M</u> acro Me <u>n</u> uCtrls <u>H</u> elp			
D 🛎 🖬 🗿 🎒 🖉 🐒			- T 🛃 💽	
Toolbar	∧ Create Load Case	23		۲
SAVE DB RESUM DB QUIT PO	Create load case from			· •
Main Menu 🛞	Results file			1.0
Preferences	C Load case file			
Preprocessor Solution				
General Postproc	OK Cancel Help			
Data & File Opts				
Results Summary Read Results				
				<u> </u>
Plot Results				
List Results Query Results				Ø
Options for Outp				Ø
Results Viewer	Create Load Case from Results File		-23	
	[LCDEF] Create Load Case from Results File			Q
Path Operations	LCNO Ref. no. for load case			2
■ Surface Operations				3
Create Load Case شروع	LSTEP, SBSTEP			
Read Load Case	Load step + substep nos		1	
Calc Options	- to be defined as the load case	\neg		
Add				
Subtract			1	a l
Square Root	OK Apply	Cancel	Help	¥
SRSS				<u>×</u>
Min & Max				<u>s</u>
				_
Pick a menu item or enter a command	(POST1) mat=1 type=2	real=		
I recta mena tient of chief a command		jicai-	1 103/3-0 3001-1	ļ

حال نتایج LC1 (Load Case 1) برای بازیابی بعدی در یک فایل با نام Spectral.txt ذخیره میشود.

🔨 ANSYS Multiphysics Utility Menu	
<u>File Select List Plot PlotCtrls WorkPlane Parameters</u>	s <u>M</u> acro Me <u>n</u> uCtrls <u>H</u> elp
□ ≤ ■ @ @ @ ? ■	ت ا ا ا ا ا ا ا ا ا ا ا ا ا ا ا ا ا ا ا
Toolbar	8
SAVE DB RESUM DB QUIT POWRGRPH	•
Main Menu 🛞	
Preferences Preprocessor Solution General Postproc Data & File Opts Results Summary Read Results Failure Criteria Plot Results List Results Query Results Options for Outp Results Viewer Nodal Calcs Element Table Path Operations Element Table Path Operations Surface Operations Create Load Case Write Load Case Murite Load Case Square Square Square Root SRSS Min & Max	AN SYS Full A base to Load Case File om Database to Load Case File Apply Cancel Help
Pick a menu item or enter a command (POST1)	mat=1 type=2 real=1 csys=0 secn=1

ANSYS HELP.IR

ترکیب نتایج تحلیل ثقلی و طیفی

ابتدا نتایج تحلیل ثقلی از فایل Gravity.txt فراخوانی شده و در LC2 ذخیره می شود. برای این منظور از دگمه Browse در پنجره Browse در پنجره Create Load Case from Load Case File برای انتخاب فایل Gravity.txt در Working Directory استفاده نمائید.

ANSYS Multiphysics Utility Menu		
<u>File Select List Plot PlotCtrls Work</u>	kPlane Pa <u>r</u> ameters <u>M</u> acro Me <u>n</u> uCtrls <u>H</u> elp	
□ ☞ ■ Ø ቆ & ? ■		
Toolbar	Create Load Case	3
SAVE DB RESUM DB QUIT PC	reate load case from	
Main Menu 🛞	C Results file	
 Preferences Preprocessor Solution General Postproc Data & File Opts Results Summary Read Results Failure Criteria Plot Results List Results Query Results Options for Outp Results Viewer Nodal Calcs 	OK Cancel Help	
 B Element Table B Path Operations 		
Surface Operations Load Case	Create Load Case from Load Case File	×
 Create Load Case Read Load Case Write Load Case Calc Options Add Subtract 	[LCFILE] Create Load Case from Load Case File LCNO Ref. no. for load case Fname Load case file	2 Gravity.txt Browse
Square Square Root SRSS Min & Max	OK Apply	Cancel Help
Pick a menu item or enter a command (P	OST1) mat=1 type=2	real=1 csys=0 secn=1

به این ترتیب هم اکنون دو Load Case وجود دارند که در اولی نتایج تحلیل طیفی و در دومی نتایج تحلیل ثقلی ذخیره شده است. برای ترکیب نتایج این دو LC ابتدا LC1 از حافظه فراخوانی

مىشود:



حال LC2 با LC1 جمع میشود:

ANSYS Multiphysics Utility Menu			
<u>File Select List Plot PlotCtrls Work</u>	Plane Pa <u>r</u> ameters <u>M</u> acro Me <u>n</u> uCtrls <u>H</u> elp		
		🚽 🗿 रु _†	
Toolbar			 (8)
SAVE DB RESUM DB QUIT POWR	IGRPH		+ +
Main Menu 🛞		5 55 05 0C	1.0
Preferences Preprocessor Solution General Postproc Data & File Opts Results Summary Read Results Failure Criteria Plot Results Ust Results Query Results Options for Outp Results Viewer Nodal Calcs Element Table Path Operations Surface Operations Load Case Create Load Case Read Load Case Write Load Case Write Load Case Square Square Root SRSS Min & Max I time There Stream	Add Load Cases ILCOPER],ADD Database = Database + (LCASE1 * LCASE2) LCASE1 1st Load case Oper2 Operation w/2nd load case LCASE2 2nd Load case OK Apply Cancel Help	ANSYS R17.0	
Pick a menu item or enter a command (PC	OST1) mat=1 type=2 real=1 csys=	0 secn=1	

ANSYS HELP.IR

اکنون نتایج ذخیره شده در حافظه حاصل جمع تحلیل طیفی و ثقلی است. برای مشاهده نتایج از روشهای متداول استفاده می شود. توجه داشته باشید که برای مشاهده نتایج از طریق Element Table

لازم است مقادیر آن در هر مرحله Update شوند.

🔨 Element Table Data					—
Currently Defin	ed Data and	Status:			
Label	Item	Comp	Time Stamp	Status	
SHEAR-I	SMIS	5	Time= 0.0000	(Current)	
SHEAR-J	SMIS	18	Time= 0.0000	(Current)	
AXIAL-I	SMIS	1	Time= 0.0000	(Current)	
	SMIS	14 2	Time= 0.0000	(Current)	
	SMIS	15	Time = 0.0000	(Current)	
_	Add Clos	se		Help	elete

ترسیم نمودار لنگر حاصل از بار طیفی تنها



به عنوان نتیجه نهایی نمودار لنگر المانها تحت بارگذاری ترکیبی ثقلی و طیفی با روش ذکر شده قبلی ترسیم میشود:

نمودار لنگر المانها در اثر ترکیب بار طیفی+ ثقلی

در پایان مدل را ذخیره کنید.

