مقدمه

در مثال حاضر نحوه ساخت مدل یک تیر فولادی با استفاده از المان Shell 181 ارائه شده و چگونگی بارگذاری تناوبی آن مرور می شود. بار تناوبی بصورت نیروی متمرکز در امتداد جان تیر و در انتهای آن وارد می شود. در پایان مثال، نحوه استخراج منحنی نیرو – تغییر مکان رفتار غیر خطی تیر نمایش داده خواهد شد.

مشخصات مدل



ANSYS HELP.IR

آغاز برنامه

یک فولدر جدید با نام دلخواه ایجاد کرده و ANSYS Product Launcher را اجرا کنید. نام فولدر را در مقابل Working Directory بنویسید و نام Jobname را file قرار دهید.

انتخاب نوع المان

نوع المان صفحهای و از دسته Shell با شماره Shell 181 انتخاب شده است. این المان امکان شبیه سازی رفتارهای غیر خطی را در مدل فراهم می سازد. المان دارای چهار گره با شش درجه آزادی در هر گره است که شامل درجات آزادی جابجایی در سه جهت و دوران حول سه محور اصلی است. برای انتخاب المان همانند مثالهای قبلی عمل میشود که بطور خلاصه در آدرس زیر صورت می گیرد:

Main Menu \rightarrow Preprocessor \rightarrow Element Type \rightarrow Add/Edit/Delete \rightarrow





تعريف مشخصات الاستيك مصالح

ابتدا اطلاعات الاستيك مصالح وارد مىشود:

Preprocessor > Material Props > Material Models >



منحنی دو خطی تنش- کرنش فولاد

الگوی غیر خطی رفتار تنش - کرنش فولاد در نرم افزار ANSYS بدو صورت دو یا چند خطی قابل تعریف است. در این مثال از الگوی دو خطی استفاده می شود.





تعریف ضخامت بال و جان تیر

برای تعریف ضخامت بال و جان به دو Section نیاز است که به ترتیب به روش زیر ایجاد می شوند.



برای Section دوم که تعریف ضخامت جان است مجددا وارد منوی بالا می شویم:

\Lambda ANSYS Multiphysics Utility Menu	
<u>File Select List Plot PlotCtrls W</u>	orkPlane Pa <u>r</u> ameters <u>M</u> acro Me <u>n</u> uCtrls <u>H</u> elp
D 🛎 🖬 🔊 🎒 🕼 🔋 🔳	
Toolbar	
SAVE DB RESUM DB QUIT PO	WRGRPH
Main Menu 🛞	
 Preferences Preprocessor Element Type Real Constants Material Props Sections Section Library Beam Shell Lay-up 	Create and Modify Shell Sections Create and Modify Shell Section Create and Modify Shell Section Name web ID 2
Add / Edit Plot Section Pre-integrated Pretension Joints Reinforcing Pipe	Thickness Material ID Orientation Integration Pts Pictorial View 0.66 1 0 3 Image: Comparison of the second seco
 ■ Link ■ Axis ■ Contact ■ List Sections ■ Delete Section ■ Modeling ■ Meshing 	Section Q Mid-Plane User Defined Value Section F Pattern Y
 	
Pick a menu item or enter a command	(PREP7) mat=1 type=1 real=1 csys=0 secn=1

ساخت مدل: تعريف نقاط و خطوط مقطع

برای ساخت مدل ابتدا با شش گره و پنج خط، مقطع تیر فولادی ترسیم شده، سپس با Extrude کردن آن به اندازه طول تیر مدل سه بعدی آن ساخته می شود. مختصات نقاط مقطع تیر در جدول زیر آورده شده است. چون در مدل اجزای محدود از المان صفحهای Shell استفاده میشود، KPها بر روی لایه میانی بال و جان تعریف می شوند:



برای تعریف KPها از آدرس زیر استفاده می شود که در مثالهای قبلی معرفی شده است:

Main Menu \rightarrow Preprocessor \rightarrow Modeling \rightarrow Create \rightarrow Keypoints \rightarrow In Active CS

تصویر KPها پس از ساخته شدن به صورت زیر است:



تعريف خطوط

شش خط برای تعریف مقطع تیر بکار میروند که مطابق با جدول زیر بین نقاط ساخته شده تعریف میشوند. برای ساخت هر خط وارد آدرس زیر شده و ابتدا روی KP اول کلیک کرده و سپس روی KP دوم کلیک می شود. در اینحالت خطی مستقیم بطور خودکار بین دو KP ساخته میشود. شکل نهایی مقطع ساخته شده در تصویر نشان داده شده است.

Main Menu \rightarrow Preprocessor \rightarrow Modeling \rightarrow Create \rightarrow Lines \rightarrow Lines \rightarrow Straight Lines

	Line	First KP	End KP	
	L1	1	2	
	L2	2	3	
	L3	2	5	
	L4	4	5	
	L5	5	6	
LINE NIM	1 [1 2	<u> 1.2 3</u>	
		v		
		ī Q.,		
		X.		
	4 1	4 5	<u> </u>	

ساخت صفحات بال و جان تیر

برای ساخت صفحات جان و بال تیر فولادی از دستور Extrude استفاده می شود. به نحوی که ابتدا یک خط هادی در امتداد طول تیر و عمود بر مقطع فوق ساخته شده سپس کلیه خطوط مقطع در امتداد آن Extrude می شوند. برای ساخت خط هادی ابتدا یک KP به شماره ۷ و مختصات y=12.99 و y=12.99 و z=300 سانتیمتر ایجاد می شود:

∧ Create Keypoints in Active Coordinate System	83
[K] Create Keypoints in Active Coordinate System	
NPT Keypoint number	7
X,Y,Z Location in active CS	6.75 12.99 300
OK Apply	Cancel Help

و سپس خطی بین KP3 و KP7 مطابق روند قبل ساخته می شود. شکل بدست آمده مطابق تصویر زیر است:



<u>Т</u>6

در آدرس زیر شماره خطوط را فعال کنید:

Plot Ctrls > Numbering ... > Lines



در بخش دوم هر خط در امتداد خط هادی شماره ۶، Extrude میشود. این کار در آدرس زیر انجام میشود. با وارد شدن به این مسیر ابتدا روی خط شماره ۱ کلیک کرده و دگمه Apply را فشار دهید، سپس روی خط ۶ کلیک کرده و دگمه Ok را فشار دهید. به این ترتیب نیمی از بال فوقانی ایجاد میشود. در صورتیکه نمایش گرافیگی ناقص است از منوی Plot > Multi Plot برای نمایش کل مدل استفاده نمائید.







اینکار برای خطوط ۲ تا ۵ تکرار می شود. در طی اینکار ممکن است پیام زیر ظاهر شود. می توانید آنرا ok کنید و ادامه دهید.

Multiple_Entities	;	
There are 2 Lin Picked Line is 6 Continue picking	nes at this location ; g or select OK, P	REV or NEXT
ОК	Prev	Next

با ساخت کلیه صفحات بال و جان شکل نهایی صفحات تیر بصورت زیر دیده می شود:





صفحات ساخته شده مجزا از یکدیگرند و برای تکمیل مدل هندسی تیر لازم است نقاط و خطوط آنها به یکدیگر وصل شده و به عبارتی یکی شوند. برای این منظور از آدرس زیر استفاده میشود. با اجرای این دستور در پنجره خروجی (پنجره Mechanical APDL 17.0 Output Window) فهرست KP ها و خطوطی که به یکدیگر متصل شدهاند نشان داده میشود.

	ANSYS Multiphysics Utility Menu		
	<u>File Select List Plot PlotCtrls Work</u>	A Merge Coincident or Equivalently Defined Items	
		[NUMMRG] Merge Coincident or Equivalently Defined I ems	
		Label Type of item to be merge	
		TOLER Range of coincidence	
		GTOLER Solid model tolerance	
	Main Menu 🛞	ACTION Merge items or select?	
	Preferences	Merae items	
	Preprocessor Element Type	C Select w/o merge	
	Real Constants	SWITCH Pataia lawart/bishart2	
	Material Props		
	Sections		
	Modeling		
	Mesning Checking Ctris	OK Apply Cancel Help	
	□ Numbering Ctrls		
ع	🖬 Merge Items		
_	Compress Numbers		
	Set Start Number		
	Start Num Status		
	Add Num Offset	Mechanical APDL 17.0 Output Window	
	Archive Model		
	Coupling / Ceqn Multi field Set Up	MERGE COINCIDENT REPOINTS WITHIN TOLERANCE OF 0.10000E-03 REPOINT 7 USED FOR REPOINT(S) 11	
	E Loads	KEYPOINT 9 USED FOR KEYPOINT(S) 10 12	
	Physics	REIFOINI 13 USED FOR REIFOINI(S) 15 16	
	Path Operations	LINE 6 USED FOR LINE(S) 12 LINE 9 USED FOR LINE(S) 11 14	_
	Solution General Postproc	LINE 15 USED FOR LINE(S) 18 20	
	General Postproc TimeHist Postpro		
	Pick a menu item or enter a command (PR	EP7) mat=1 type=1 real=1 csys=0	

نسبت دادن خصوصيات صفحات

چون بال و جان ضخامت متفاوتی دارند باید مشخص شود که هر Section به کدام صفحه تعلق دارد. این کار در آدرس زیر صورت می گیرد. ابتدا مشخصات بالها تعیین می شود. پس از ورود به آدرس، با فعال شدن موس کلیه صفحات بال را با موس انتخاب نموده و دگمه Apply را فشار دهید. در پنجره بعدی شماره MAT را برابر ۱، نوع المان یا Type را برابر 181 Section و نام Section را فشار دهید. در پنجره بعدی شماره کناشته می شود. این از مران بال را با موس انتخاب نموده و دگمه Apply را فشار دهید. در پنجره بعدی شماره MAT را برابر ۱، نوع المان یا Type را برابر Shell 181 و نام Section را نوع المان یا نوع المان یا نوع المان یا Type و نام Section را انتخاب نموده و دگمه که نام Section را فشار دهید. در پنجره بعدی شماره کنود. می شود. این از می تعوین می انتخاب کنید. مشخصات جان نیز به همین صورت تعیین می شود. با این تفاوت که نام Section برای آن web گذاشته می شود.





کنترل مقاطع نسبت داده شده



در آدرس زیر شماره مقاطع را فعال کنید و مقاطع نسبت داده شده را کنترل کنید.

تقسيم بندي الماني

در هنگام مش بندی میتوان از مشخصات پیش فرض برنامه استفاده نمود. اما برای ایجاد المانهایی با ابعاد دلخواه گزینههایی در نرم افزار تعبیه شده است. ابعاد المانها در مدل مفروض برابر ۲ سانتیمتر در امتداد مقطع و ۵ سانتیمیتر در امتداد طول تیر فرض می شود. ابتدا وارد آدرس زیر شده و خطوط مقطع در ابتدا و انتهای تیر را انتخاب نمائید. با زدن Ok پنجره صفحه بعد مشاهده میشود. در این پنجره در مقابل Element Edge Length) Size ۲ را وارد کرده و Size,NDIV can be Chaned را انتخاب نمائید. با زدن Ok ا معد ۲ را وارد کرده و Size,NDIV can be Chaned را از در می از در می از در این از در این انتخاب نمائید. با زدن Ok



X A Element Sizes on Picked Lines [LESIZE] Element sizes on picked lines SIZE Element edge length 2 NDIV No. of element divisions (NDIV is used only if SIZE is blank or zero) KYNDIV SIZE, NDIV can be changed 🗆 No SPACE Spacing ratio ANGSIZ Division arc (degrees) (use ANGSIZ only if number of divisions (NDIV) and element edge length (SIZE) are blank or zero) Clear attached areas and volumes □ No OK Apply Cancel Help

با plot كردن خطوط در آدرس Plot > Lines تنها تقسيمات الماني روى آنها قابل ديدن است.



المان بندي

برای المان بندی از آدرس زیر وارد شده و در پنجره Mesh tool گزینه Mapped و Quad را در مربع چهارم انتخاب نمائید. حال دگمه Mesh را زده و به کمک موس کلیه صفحات را انتخاب کنید.



تعريف تكيه كاهها

در مثالهای قبلی روش تعریف تکیه گاهها نشان داده شده است. برای این منظور به آدرس زیر مراجعه کرده و گرههای مقطع ابتدایی تیر (محل تعریف خطوط اولیه) را انتخاب و کلیه درجات آزادی آنها را مقید کنید. برای نمایش نمای جانبی از دگمه گرافیکی 💷 در سمت راست پنجره نرم افزار استفاده نموده و برای زوم بر روی بخش اولیه تیر کلیک راست موس را نگهداشته و یک مربع تقریبی حول محل مفروض ترسیم کنید. برنامه بطور خودکار روی منطقه انتخاب شده زوم می کند. برای انتخاب گره ها نیازی نیست که بر روی تک تک آنها کلیک شود. تنها از گزینه Box در مربع دوم پنجره کره ما نیازی نیست که بر روی تک تک آنها کلیک شود. تنها از گزینه Box در مربع دوم پنجره V.ROT on Nodes سال محل مفروض ترسیم کنید. برنامه بطور خودکار روی منطقه انتخاب شده زوم می کند. برای انتخاب گره ها نیازی نیست که بر روی تک تک آنها کلیک شود. تنها از گزینه Box در مربع دوم پنجره V.ROT on Nodes



اینک درجات آزادی که باید مقید شوند را در پنجره بعدی تعیین کنید (در اینجا ALL DOF) شکل نهایی تکیه گاهها بصورت تصویر زیر مشاهده خواهد شد.





بارگذاری

چون بار وارد شده به انتهای تیر بصورت تناوبی اعمال می شود لازم است از فایلهای بارگذاری یا Load Step Files استفاده شود. روند کار به این شکل است که با فرض یک زمان مجازی مقادیر بار در هر تناوب در انتهای تیر تعریف شده و زمانی به آن اختصاص داده می شود. تعریف زمان مجازی، تقدم و تأخر وارد شدن بار را به برنامه معرفی می کند. سپس هر تناوب بصورت یک فایل بارگذاری ذخیره می شود در انتهای تیر تعریف شده و زمانی به آن اختصاص داده می شود. تعریف زمان مجازی، تقدم و تأخر وارد شدن بار را به برنامه معرفی می کند. سپس هر تناوب بصورت یک فایل بارگذاری ذخیره می شود. در انتهای تیر تعریف شده و زمانی به آن اختصاص داده می شود. تعریف زمان مجازی، تقدم و تأخر وارد شدن بار را به برنامه معرفی می کند. سپس هر تناوب بصورت یک فایل بارگذاری ذخیره می شود. در این مرحله ابتدا بار در انتهای تیر مشخص می شود. چون بار تنها بر گره های جان وارد خواهد شد لازم است گره های مورد نظر تک به تک انتخاب شوند. با استفاده از دگمه 🗺 در سمت می شود. در این مرحله ابتدا بار در انتهای تیر مشخص می شود. چون بار تنها بر گره های جان وارد خواهد شد لازم است گره های مورد نظر تک به تک انتخاب شوند. با استفاده از دگمه 🗺 در سمت راست می توان با نگاه داشتن کلیک چپ، مدل را حرکت داد و با نگاه داشتن کلیک راست، آنرا چرخاند. با استفاده از این ابزارها مدل را در موقعیت مناسب مانند آنچه در شکل زیر نشان داده شده قرار دهید:





با وارد شدن به آدرس زیر گره های جان در انتهای تیر را انتخاب کرده و دگمه Apply را بزنید. در پایان تعداد گره ها انتخاب شده برابر ۱۴ خواهد بود.



اولین مقدار بار در زمان ۱ ثانیه و به مقدار ۱۰۰۰ کیلوگرم در جهت y مثبت به انتهای تیر وارد می شود. چون تعداد گره ها ۱۴ عدد است لازم است بار وارده بر هر گره بر عدد ۱۴ تقسیم شود.







تعريف زمان

برای تعریف زمان ابتدا دگمه Unabridged Menu را در تصویر زیر انتخاب کنید تا گزینه Time/Frequency در پنجره Main Menu دیده شود. با انتخاب گزینه Time and Substep پنجره تعریف زمان مشاهده خواهد شد.



در پنجره Time and Substep Options گزینه Time کر ابر ۱ و گزینه NSUBST را برابر ۱ قرار دهید. در تحلیلهای غیر خطی برای اعمال بار در محدوده غیر خطی لازم است اعمال بار بصورت گام به گام بر مدل وارد شود. این عمل با استفاده از NSUBST صورت می گیرد. عدد مقابل آن نشاندهنده تعداد گامهای اعمال بار یا Sub Stepهای تعریف شده برای آن Load Step است. برای مثال عدد چهار یعنی تقسیم ۱۰۰۰ کیلوگرم به چهار بار ۲۵۰ کیلوگرمی که در چهار گام وارد خواهند شد. در بخش اول به علت رفتار الاستیک تیر، تعداد NSUBST برابر ۱ قرار داده می شود. سایر گزینه ها بصورت پیش فرض بکار می روند.

▲ Time and Substep Options	X
Time and Substep Options (TIME1 Time at end of load step [NSUBST] Number of substeps	
INDOJ Stepped of ramped b.c.	© Ramped
	C Stepped
[AUTOTS] Automatic time stepping	
	C ON
	° OFF
	 Prog Chosen
[NSUBST] Maximum no. of substeps	
Minimum no. of substeps	
Use previous step size?	I Yes
[TSRES] Time step reset based on specific Time points from :	time points
	 No reset
	 Existing array
	O New array
Note: TSRES command is valid for thermal elements, thermal surface effect element or any combination thereof.	elements, thermal-electric s and FLUID116,
OK	Cancel Help



ساخت فایل بارگذاری شماره ۱

پس از تعریف بار و زمان لازم است اطلاعات بارگذاری در یک فایل بارگذاری یا Load Step File ذخیره شوند. اینکار در آدرس زیر صورت می گیرد. شماره فایل بارگذاری ۱ وارد شده و OK می شود.



ساخت سایر فایلهای بارگذاری

سایر فایلهای بارگذاری همانند عملیات فوق ساخته میشوند. ابتدا بارگذاری در انتهای تیر تغییر داده شده سپس مقادیر زمان و تعداد SubStepها تعریف شده و نهایتاً فایل بارگذاری ذخیره میشود. تعداد SubStepها برای سایر فایلهای بارگذاری در جدول زیر آورده شده است.

Load Step	time (sec)	Force (kg)	NSUBST
1	1	1000	1
2	4	-2000	2
3	9	3000	4
4	15.5	-3500	10
5	23	4000	10
6	31.5	-4500	10
7	41	5000	10

تحليل تير

قبل از انجام تحلیل تیر لازم است به برنامه دستور داده شود که نتایج کلیه LoadStepهای و SubStepهای آنها را ذخیره کند. زیرا برنامه بطور پیش فرض تنها نتایج انتهای هر Load Step را در حافظه ذخیره می کند. برای این منظور وارد آدرس زیر شده و گزینه Every SubSteps را انتخاب کنید.

ANSYS Multiphysics Utility Menu		
<u>Eile Select List Plot PlotCtrls W</u> orkPlane Pa	a <u>r</u> ameters <u>M</u> acro Me <u>n</u> uCtrls <u>H</u> elp	
D 🚅 🖬 🗐 🎒 🌆 ? 🕎		• 🛃 र
Toolbar		۲
SAVE_DB RESUM_DB QUIT POWRGR	RPH	
Main Menu 🛞	Controls for Database and Results File Writing	1.2
Preferences Preprocessor Solution Analysis Type Define Loads Load Step Opts Output Ctrls Solu Printout Grph Solu Track DB/Results File Show Status Incl Mass Summry Integration Pt Time/Frequenc Nonlinear ExpansionPass Other Reset Options Read LS File Write LS File Physics SE Management (CMS) Results Tracking Solve Manual Rezoning Multi-field Set Up ADAMS Connection	[OUTRES] Controls for Database and Results File Writing Item Item to be controlled All items FREQ File write frequency	
Pick a menu item or enter a command (SOLU	TTION) mat=1 type=1 real=1 csys=	=0 secn

تحلیل تیر باید از شماره بارگذاری ۱ تا ۷ به ترتیب صورت گیرد. اینکار توسط آدرس زیر انجام می شود. Starting LS File Number برابر ۱ و Ending LS File Number برابر ۷ قرار داده شده و OK می شود. OK می شود. Solution is Done برابر ۱ و Solution is Done برابر ۷ قرار داده شده و OK می شود.



در پنجره خروجی نمودار های معیارهای همگرایی دیده می شوند. این معیارهای در زمان تحلیل غیر خطی همگرایی یا واگرایی محاسبات را کنترل می کنند. اگر محاسبات شروع به واگرا شدن کند آنگاه گامهای بارگذاری بطور خودکار کوچکتر می شوند. در صورت وقوع ناپایداری در سازه، محاسبات واگرا شده و تحلیل unconverged می شود و نا تمام می ماند. در این مثال سه معیار همگرایی نیرو F، جابجایی U و لنگر M بطور خودکار توسط برنامه در نظر گرفته شده اند. این معیار ها می توانند توسط کاربر تغییر داده شوند.



کنترل Load Step های تحلیل شده

پس از پایان یافتن تحلیل، برای اینکه مطمئن شوید همه Load Step ها تحلیل شده اند وارد آدرس زیر شده و گزینه Results Summary را انتخاب کنید. فهرست نمایش داده شده گامـــها (Load Step) و ریزگامهای (Sub Step) تحلیل شده را نشان می دهد. همانطور که دیده می شود تا زمان ۴۱ ثانیه تحلیل انجام شده است. بنابراین همه Load Step ها تحلیل شده اند.

*****	INDEX OF D	ATA SETS ON R	ESULTS FII	E *****	
SET	TIME/FREQ	LOAD STEP	SUBSTEP	CUMULATIVE	
1 2	1.0000 2 0000	1 2	1	2	
3	3.0000	2	2	5	
4	4.0000	2	3	6	
5	5.0000	3	1	8	
5	6.0000 7 5000	3	23	10	
8	9.0000	3	4	11	
9	10.500	4	1	13	
10	12.000	4	2	14	
11	14.250	4	3	15	
13	16.750	5	1	19	
14	18.000	Š	ź	20	
15	19.875	5	3	21	
16	21.438	2	4	22	
18	23.000	5	5	29	
19	26.125	ĕ	2	30	
20	28.469	6	3	31	
21	29.984	6	4	40	
22	30.742	6 6	5	51	
24	30.884	6	ž	84	
25	30.932	Ğ	8	86	
26	31.003	6	.9	88	
27	31.109	6	10	93	
29	31.376	6	12	102	
30	31.500	Ğ	13	107	
31	31.624	2	1	108	
32	31.749	2	2	109	
33	31.735 32 215	7	3 4	110	
35	32.634	÷	5	112	
36	33.264	7	ē	113	
37	34.208	2	7	114	
38	35.624 37 740	7 7	8	115	
37 40	39.374	÷	10	123	
41	39.577	Ż	11	149	
42	39.781	2	12	153	
43	40.086	2	13	159	
44	40.238 40 390	2	14	171	
	10.070		1.2		

ترسیم نمودار نیرو - تغییر مکان انتهای تیر

ترسیم نمودار نیرو – تغییر مکان تیر در بخش TimeHist Postpro صورت می گیرد. این نمودار بطور مستقیم قابل ترسیم نیست. دو کار اصلی برای ترسیم نمودار شامل استخراج نیروی برش تیر در تکیه گاه آن و استخراج جابجایی انتهایی هستند. نیروی برش تیر در هر لحظه در محل تکیه گاه برابر نیروی وارد شده در انتهای آن است. بنابراین اگر جمع نیروی وارد شده در انتهای تیر در هر مرحله در دسترس باشد مقدار آن معادل برش تکیه گاه تیر است. نیروی وارد بر انتهای تیر در چهارده نقطه وارد شده است که مقدار آنها با یکدیگر برابر است. پس با داشتن یکی از آنها و ضرب آن در عدد ۱۴ می توان برش کل را بدست آورد. برای این منظور یکی از گره های میانی جان را در نظر گرفته و مقدار نیروی گرهی آن در کلیه المانهای متصل به گره در متغیرهای عددی ذخیره می شود.

بارگذاری تناوبی یک تیر فولادی یکسر گیردار با رفتار غیر خطی



ـده و

هدف استخراج نیروی گرهی مشترک بین دو المان وسطی جان در انتهای تیر است که در شکل زیر نشان داده شده اند. این نیروها وقتی با یکدیگر جمع شوند، عکس العمل نیروی قائم در گره مشترکشان بدست می آید. اگر این عکس العمل در عدد ۱۴ (تعداد گره هایی که بارگذاری شدند) ضرب شوند، نیروی انتهای تیر بدست می آید. به جای این دو المان می توانید هر دو المان مجاور در انتهای جان را انتخاب کنید:





با فعال شدن موس ابتدا المان بالایی انتخاب کرده و سپس Apply را فشار دهید . اینک گره مشترک بین این دو المان را انتخاب و Ok را فشار دهید. به این ترتیب نیروی المان بالایی در جهت Y در

گره مشترک در متغیر Fy_2 ذخیره شد. با تکرار همین مراحل، نیروی المان پایینی در جهت Y در گره مشترک در متغیر سوم به نام Fy_3 ذخیره می شود:



بدین ترتیب دو متغیر جدید در پنجره متغیرها مشاهده خواهد شد:

Time History	Variables	file.rst						×
File Help								
	1 🗗 🖻 1	None	-	S 3				Real 💌
Variable L	ist	,						
Name	Element	Node	Res	sult Item			Minimum	Maximum 🖆
TIME			Tim	е			1	41
FY_2	1254	628	Y-C	omponent of	force		-195.457	175.911
FY_3	1203	028	Y-U	omponent of	Torce		-101.080	140.018
								-
•								•
Calculator								<u> </u>
		=						
()				•		•	
MIN	CONJ	e^x			1			
MAX	a+ib	LN	7	8	9	1	CLEAR	
RCL								
STO		LOG	4	5	6	*	•	
INS MEM		SQRT						
ABS	ATAN	x^2	1	2	3	-	E	
	INT1	IMAG					T	
INV	DERIV	REAL		0		+	E R	

در ادامه دو متغیر نیروی فوق با یکدیگر جمع شده تا نیروی کل در گره مشترک بدست آید و سپس مقدار آن در ۱۴ ضرب می شود تا کل نیروی برشی محاسبه شود. برای جمع دو متغیر ابتدا وارد آدرس زیر شوید. جمع دو متغیر در متغیر جدیدی با شماره ۴ ذخیره می شود. بنابراین عدد ۴ را در بخش IR وارد کنید. به جای IA و IB اعداد ۲ (یعنی متغیر ۲ که نام آن Fy_2 بود)و ۳ (یعنی متغیر ۳ که نام آن Fy بود) را وارد کنید. ضرایب FACTA و FACTB که به ترتیب ضرایب IA و IB هستند برابر ۱۴ قرار دهید. با زدن OK، متغیر جدید ۴ ایجاد می شود.

ANSYS Multiphysics Utility Menu		
<u>File Select List Plot PlotCtrls WorkP</u>	lane Pa <u>r</u> ameters <u>M</u> acro Me <u>n</u> uCtrls <u>H</u> elp	
D 🛩 🖬 🗗 🎒 🌆 🖉 🕿		9 🗷 🗉
Toolbar		۲
SAVE_DB RESUM_DB QUIT PO	Add Time-History Variables	- •
Main Menu Preferences Preprocessor Solution General Postproc TimeHist Postpro Variable Viewer Settings Store Data Define Variables Read LSDYNA Data List Variables List Extremes Graph Variables Math Operations Add Multiply Divide Absolute Value Square Root Exponentiate Common Log Natural Log Derivative Integrate Find Maximum Find Minimum Table Operations	[ADD] IR = (FACTA * IA) + (FACTB * IB) + (FACTC * IC) IR Reference number for result FACTA 1st Factor 14 IA 1st Variable FACTB 2nd Factor 14 IB 2nd Variable FACTC 3rd Factor 1 IC 3rd Variable OK Apply Cancel Help	
Pick a menu item or enter a command	(POST26) mat=1 type=1 real=1 cs	ys=0 secn

اینک در پنجره متغیرها متغیر جدید دیده میشود.

	-111							
±×¤∎] 🗳 🖆 [None	-	S (2)				Real
Variable Li	st							
Name	Element	Node	Res	ult Item			Minimum	Maximum
TIME	1051		Tim	e,			1	41
FY_2	1254	628	Y-Ci	omponent o	f force		-195.457	1/5.91
4	1205	020	T-Co Calc	unponent o	litorce		-101.000	4500
			- Cuin				0000	1000
•							1	
Calculator								
	4	=						
1								
()				_		<u> </u>	
MIN	CONJ	e^x		1		1		
MAX	a+ib	LN	7	8	9	1	CLEAR	
RCL								
STO		LOG	4	5	6	*	*	
INS MEM		SQRT						
ABS	ATAN	x^2	1	2	3	-	E	
	INT1	IMAG				1	T	
					1			



Y مراحلی مشابه اما ساده تر برای تعریف متغیر جابجایی انتهایی تیر دنبال میشود. برای تعریف متغیر جابجایی در پنجره Solution دگمه 🕂 را انتخاب و در پنجره زیر گزینه Y Componete of Displacement در DOF Solution در Nodal Solution را انتخاب کنید. با فعال شدن موس گره مشترک بین دو المان را انتخاب و دگمه OK را بزنید. به این ترتیب یک متغیر جدید ایجاد میشود که جابجایی انتهای تیر در حین بارگذاری تناوبی در آن ذخیره شده است.



متغیر جدید جابجایی در پنجره متغیرها به نام Uy_5 ذخیره می شود:

Time Histor	ry Variables\fil	e.rst			×
File Help					
$\pm \times \blacksquare$	E 😭 🖻 日	Real			
Variable L	ist				۱
Name	Element	Node	Result Item	Minimum	Maximum
TIME			Time	1	41
FY_2	1254	628	Y-Component of force	-195.457	175.911
FY_3	1253	628	Y-Component of force	-161.686	145.518
4			Calculated	-5000	4500
UY_5		628	Y-Component of displacement	-64.7231	158.086
•					Þ



برای ترسیم نمودار نیرو – تغییر مکان در بخش X-Axis پنجره Time History Variables در مقابل متغیر پنجم یا UY_5 کلیک کنید تا انتخاب شود:

Time Histo	ory Variables\fil	e.rst					×
File Help							
±×⊠	🗉 🖆 🖬	None				Real	•
Variable	List						۲
Name	Element	Node	Result Item	Minimum	Maximum	X-Axis	<u> </u>
TIME			Time	1	41	0	
FY_2	1254	628	Y-Component of force	-195.457	175.911	0	
FY_3	1253	628	Y-Component of force	-161.686	145.518	0	
4			Calculated	-5000	4500		
UY_5		628	Y-Component of displacement	-64.7231	158.086	─ > ⊙	
•							

حال متغیر چهار را انتخاب کرده تا رنگ آن آبی شود، سپس دگمه 🖾 را فشار دهید. نمودار نیرو – تغییر مکان تیر در پنجره گرافیکی نمایش داده می شود. (تصویر صفحه بعد).

Time Histor	y Variables\file	e.rst					×
File Help							
	I 🗗 🖻 日	None				Real	•
Variable L	.ist						۲
Name	Element	Node	Result Item	Minimum	Maximum	X-Axis	<u> </u>
TIME			Time	1	41	0	
FY_2	1254	628	Y-Component of force	-195.457	175.911	0	
FY_3	1253	628	Y-Component of force	-161.686	145.518	0	
4			Calculated	-5000	4500	0	
UY_5		628	Y-Component of displacement	-64.7231	158.086	۰	Ŧ
•							•



نامگذاری محورهای افقی و قائم نمودار کلمات پیش فرض TIME و VALU هستند که در آدرس زیر توسط کاربر قابل تغییرند. برای مثال عبارت Displacement و Force می توانند به ترتیب برای محورهای X و Y استفاده شوند.

ANSYS Multiphysic Vtility Menu							
<u> شروع F</u> ile <u>S</u> elect	Plot <u>C</u> trls <u>W</u> orkPlane Pa <u>r</u> amete	rs <u>M</u> acro Me <u>n</u> uCtrls <u>H</u> elp					
Toolbar	Pan Zoom Rotate View Settings Numbering Symbols			3 E -			
Main Menu Preferences Preprocessor Solution	Style Font Controls Window Controls	Hidden Line Options … Size and Shape … Edge Options …					
 □ General Postproc □ TimeHist Postpro □ Variable Viewer □ Settings 	Erase Options	Contours Graphs Colors	Viewing Control Modify Curve Modify Curve	Image: Constraint of the second secon			
 Settings Store Data Define Variables Read LSDYNA I List Variables List Extremes Graph Variables Math Operations Add Multiply Divide Absolute Value Square Root Exponentiate Common Log Natural Log Derivative Integrate Find Maximun Table Operations 	Device Options Redirect Plots Hard Copy	Light Source Translucency Texturing	Modify Grid Modify Axes Select Anno/Graph Font	Image: Second se			
	Save Plot Ctrls Restore Plot Ctrls Reset Plot Ctrls Capture Image Restore Image	Background Multilegend Options Floating Point Format …					
		Displacement Scaling Vector Arrow Scaling					
	Multi-Plot Controls Multi-Window Layout	Solid Model Facets Symmetry Expansion	,	© (®)			
	Best Quality Image						
Pick a menu item or enter a command (POST26) mat=1 type=1 real=1 csys=0 secn							



ANSYS HELP.IR

برای ذخیره داده های متغیرهای تعریف شده بصورت فایل متنی، ابتدا آنها را انتخاب کنید (رنگ متغیرها آبی شود)، سپس از دگمه 🖃 در پنجره Time History Variables استفاده نموده و نام فایل مورد نظر را وارد کنید. به این ترتیب برنامه یک فایل در Working Directory شما با نام داده شده خواهد ساخت که محتوی مقادیر عددی متغیرهای انتخاب شده است (مشابه تصویر صفحه بعد)



بارگذاری تناوبی یک تیر فولادی یکسر گیردار با رفتار غیر خطی

D-F.txt - Notepad					x
File Edit Format	View Help				
TIME Luit Format TIME 1.0000 2.0000 3.0000 4.0000 5.0000 6.0000 7.5000 9.0000 10.500 12.000 14.250 15.500 16.750 18.000 19.875 21.438 23.000 24.562 26.125 28.469 29.984 30.742 30.837 30.884 30.932 31.003 31.109 31.216 31.376 31.500 31.624 31.749 31.935 32.215 32.634 33.264 34.0086 40.238 40.390 41.000	FY_2 -39.091 3.64852E-08 39.091 78.183 39.091 1.09456E-07 -58.637 -117.27 -58.637 -117.27 -58.637 -117.27 -58.637 -117.27 -58.637 -58.637 -117.27 -58.637 -117.27 -58.637 -117.27 -58.637 -95.285 -156.37 -95.285 -34.205 -95.285 -34.205 57.415 116.66 146.29 149.99 151.84 153.69 156.47 160.64 164.80 171.05 166.19 158.90 147.96 131.56 106.96 70.050 14.690 -68.350	$\begin{array}{r} FY_3\\ -32, 337\\ 3, 01815E-08\\ 32, 337\\ 64, 675\\ 32, 337\\ 9, 05444E-08\\ -48, 506\\ -97, 012\\ -48, 506\\ 6, 96496E-08\\ 72, 759\\ 113, 18\\ 72, 759\\ 113, 18\\ 72, 759\\ 32, 337\\ -28, 295\\ -78, 822\\ -129, 35\\ -78, 822\\ -28, 295\\ 47, 495\\ 96, 507\\ 121, 01\\ 124, 08\\ 125, 61\\ 127, 14\\ 129, 44\\ 132, 88\\ 136, 33\\ 141, 50\\ 145, 52\\ 141, 50\\ 137, 48\\ 131, 45\\ 122, 40\\ 108, 83\\ 88, 477\\ 57, 947\\ 12, 152\\ -56, 541\\ -109, 11\\ -115, 69\\ -132, 11\\ -137, 04\\ -141, 97\\ -149, 36\\ -155, 53\\ -161, 69\\ \end{array}$	4 -1000.0 9.3333E-07 1000.0 2000.0 1000.0 2.8000E-06 -1500.0 -3000.0 2.50.0 2250.0 3500.0 2250.0 1000.00 -2437.5 -4000.0 -2437.5 -875.00 1468.7 2984.4 3742.2 3836.9 3884.3 3931.6 4002.7 4109.3 4215.8 4375.7 4501.0 4375.7 4251.3 4064.8 3785.1 3365.5 2736.1 1792.0 375.79 -1748.5 -377.5 -3780.7 -4085.5 -4237.9 -4390.3 -4619.0 -4809.5 -5000.0	$\begin{array}{c} UY_5 \\ 0.78567 \\ -7.33293E-10 \\ -0.78567 \\ -1.5713 \\ -0.78567 \\ -2.19988E-09 \\ 1.1785 \\ 2.3570 \\ 1.1785 \\ -1.69222E-09 \\ -1.7678 \\ -2.7592 \\ -1.7772 \\ -0.79506 \\ 0.67807 \\ 1.9057 \\ 9.4814 \\ 8.2539 \\ 7.0263 \\ 5.1849 \\ 3.9768 \\ 1.6438 \\ -0.38845 \\ -2.4825 \\ -5.0401 \\ -9.4619 \\ -17.353 \\ -27.388 \\ -46.769 \\ -64.723 \\ -64.626 \\ -64.528 \\ -64.381 \\ -64.626 \\ -64.528 \\ -64.381 \\ -64.626 \\ -64.528 \\ -64.381 \\ -64.626 \\ -64.528 \\ -64.381 \\ -64.626 \\ -64.528 \\ -64.381 \\ -62.596 \\ -61.483 \\ -52.573 \\ -40.546 \\ -24.755 \\ 7.3217 \\ 26.681 \\ 48.042 \\ 84.060 \\ 119.03 \\ 158.09 \\ \end{array}$	
				Ln 1, Col 1	.d

در پایان مدل را ذخیره کنید.

