

یا لطیف

برنامه ی تحلیل قاب ها و خرپا های دو بعدی با امکان رسم شکل و محاسبه و نمایش ماتریس سختی ، جابجایی و نیروهای داخلی هر المان به زبان برنامه نویسی متلب

با سلام خدمت شما جستجوگران دانش

به پاس استقبال گرمی که دوستان از پروژه ی آموزشی پیشین که مربوط به تحلیل خرپاهای دوبعدی با نرم افزار متلب بود به عمل آوردند و درخواست دوستان برای آموزش نوشتن برنامه ی تحلیل قابهای دو بعدی لذا تصمیم گرفتم برنامه ای به مراتب کامل تر براتون بنویسم که بعد از مدتها بلاخره آماده شد و اکنون به رایگان در اختیار شما قرار خواهد گرفت.

همانطور که از عنوان این مطلب مشخص است این برنامه ، برنامه ای است به زبان برنامه نویسی متلب که توانایی تحلیل انواع قاب و خرپا را دارا می باشد.

نرم افزارهای مشابه ای در سایت های اینترنتی موجود است که بصورت جداگانه مفتص به تحلیل قاب یا خرپا هستند و شاید بتونم با اطمینان بگم برای اولین بار است که برنامه ای در این سطح و با قابلیت رسم شکل به **رایگان** به اشتراک گذاشته خواهد شد.

از آنجایی که دوستان زیادی هستند که مشغول گذراندن دوره کارشناسی ارشد سازه میباشند و در درس اجزاء محدود به همچین برنامه ای نیاز دارن و چه بسا آشنایی چندانی با برنامه نویسی نیز نداشته باشند لذا این آموزش میتونه کمک زیادی بهشون کنه.

قبل از هر چیز باید بگم که فرض بر این است که شما مخاطب عزیز حداقل ۶۰٪ با مبحث تحلیل قابها و خرپاها به روش اجزای محدود آشنایی دارید و با برنامه ی متلب هم خیلی بیگانه نیستید و یا شفصی آشنا با متلب در کنار شما هست که راهنماییتان کند ، چرا که این آموزش، آموزش ممض درس اجزای محدود و یا برنامه ی متلب نیست.

بیشترین آموزش مربوط به آموزش خط به خط موجود در متن برنامه میشه که به صورت فینگیلیش جلوی هر خط نوشته شده.

از آنجایی که استفاده ی مناسب از این برنامه بستگی به ۱۰۰٪ به وارد کردن صمیح اطلاعات مساله در نرم افزار توسط شما کاربر گرامی داره لذا در ابتدا کمی از ویژگی های برنامه براتون میگم و در ادامه با نمونه ی ورود داده ها آشنا شده و سرانجام به شروع کار با نرم افزار میپردازیم.

در واقع اسکلت این برنامه تشکیل شده از دو برنامه که یکی مربوط به تحلیل خرپاها و دیگری مربوط به تحلیل قابها میباشد که با یکدیگر ترکیب شده و برنامه ای واحد را میسازند. این را از این رو گفتم که وقتی برنامه را باز کنید میبینید که حجم بالایی دارد (حدوداً ۳۰۰ خط) که ممکنه برقی دوستان رو بترسونه اما اصلاً جای نگرانی نداره زیرا با تسلط بر یکی از دو حالت فوق (قاب و خرپا) درواقع دیگری نیز در مشت شماست. از این رو دوستانی که آموزش قبلی که مربوط به خرپا بود را مطالعه کرده اند و یا با یکی از برنامه های مشابه برای خرپا یا قاب آشنایی دارند مسلماً برایشان راحت تر است. (در اینجا نیز هم قاب و هم خرپا تشریح خواهند شد)

درباره ی این برنامه :

- 1- همه ی ورودی های مسئله از طریق دو فایل اکسل (2010) همراه برنامه با نامهای TRUSS.xlsx و FRAME.xlsx دریافت میشوند. مزیت این نوع دریافت داده در این است که اگر در وارد کردن مشخصات مساله دچار اشتباه بشید نیاز نیست مجددا از ابتدا پروسه ی وقت گیر وارد کردن اطلاعات رو انجام بدید بلکه کافیه فایل اکسل را اصلاح و مجددا فقط برنامه را اجرا نمایید. (سرعت عمل)
- 2- تا مد امکان سعی کرده این برنامه رو به ساده ترین صورت و با کمترین تنوع دستورات برنامه نویسی بنویسم لذا فقط از حلقه ی for و شرط if استفاده کردم که قابل فهم تر و روان ترند و برای آموزش مناسبتر. (به راحتی میتوان با دستورات پیچیده تر حجم برنامه را به میزان قابل توجهی کم کرد که در آن صورت به نظر من برای آموزش مناسب نخواهد بود)
- 3- قابلیت محاسبه و نمایش جابجایی ها و نیروهای واکنش تکیه گاهی و ماتریس سفتی برای کل سازه و همچنین محاسبه و نمایش ماتریس سفتی و جابجایی و نیروهای داخلی برای هر المان به صورت جداگانه.
- 4- نمایش تاریخ و زمان در انتهای هر تحلیل.
- 5- ذخیره ی خودکار نتایج هر تحلیل بر روی دو فایل با نام های Frame Displacements و Truss Reactions برای قابها و Truss Displacements و Truss Reactions برای خرپاها با فرمت txt پس از پایان هر تحلیل. (فقط برای جابجایی ها و واکنش های تکیه گاهی کل سازه).

6- هماهنگ با کتاب "مقدمه ای بر روش اجزاء محدود" تألیف "جی.ان.ردی" که مرجع بسیاری از دانشجویان میباشد.

7- در متن برنامه، رو به روی هر قط توضیحات مربوط به آن قط به صورت فینگیلیش آورده شده.

8- قابل استفاده برای فریاه و قابهایی که اعضایشان دارای ضرایب الاستیسیته و سطح مقطع های مختلف هستند.

9- غیر قابل استفاده برای فریاه و قابهایی که تکیه گاه شیبدار دارند. (تأکید میکنم تکیه گاه شیبدار)

10- از مهمترین قابلیت های این نرم افزار میتوان به **قابلیت رسم شکل** فریا یا قاب مربوطه به همراه بارگذاریهای اشاره کرد.

11- در متن برنامه جلوی بیشتر خطوط با گذاشتن علامت ؛ مانع نمایش محاسبات برنامه در طول فرایند تحلیل شده ام تا خروجی های برنامه زیاد، شلوغ و گیج کننده نباشد. از این رو میتونید بسته به اینکه میخواهید عملیات مربوط به کدام بخش را ببینید علامت مربوطه را از جلوی آن قط بردارید. این توضیحات را از این رو عرض کردم که مسلماً بسیاری از دوستان ماتریس سفتی کل سازه را نیز نیاز دارند که بصورت پیشفرض در خروجی های برنامه مدنظر قرار نداده ام و میبایست در صورت نیاز با حذف علامت ؛ از انتهای قط مربوط به محاسبه ی سفتی سازه آن ماتریس سفتی را مشاهده کنید که در واقع آخرین گردش از حلقه ی مربوط به محاسبه سفتی است. (توضیحات بیشتر در ادامه)

12- از آنجایی که رسم شکل در این برنامه ی محاسباتی برای برقی از دوستان ممکنه جزو اولویت های یادگیری نباشد و بدلیل گستردگی مربوط به دستورات رسم شکل (با اینکه از ساده ترین دستورات استفاده شده) لذا در این مورد به همان توضیحات مختصری که در متن برنامه موجود است بسنده میکنیم و یادگیری بیشتر را به عهده ی خود دوستانی که علاقه مندند میگذاریم.

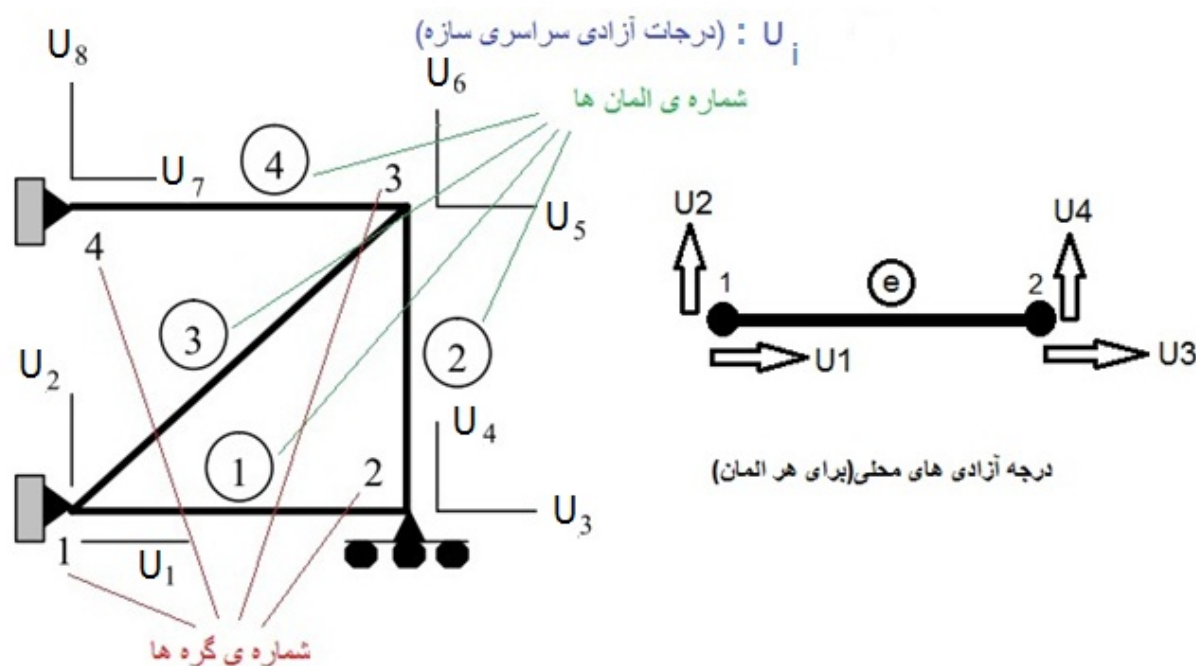
مرور مطالبی که دانستن و رعایت آنها الزامیست :

***در فایل‌های اکسلی که باید ورودی‌های مسئله را در آنها وارد کنید یک مثال از فرپا و قاب را وارد کرده ام به همراه مل دستی آن در فایل‌های PDF با عنوان frame example و truss example که میتونید نتایج نرم افزار رو با مل دستی مقایسه کنید. فقط دقت داشته باشید به دلیل اینکه نمونه نامگذاری درجات آزادی در این برنامه با نامگذاری درجات آزادی در مل‌های دستی فرپا و قاب متفاوت است لذا به هنگام مقایسه خروجی‌های برنامه با نتایج مل دستی الزاما هر دو پارامتر همنامی با یکدیگر متناظر نیستند. به عنوان مثال عکس العمل تکیه گاهی روی درجه آزادی U_6 در مثال قاب که با نرم افزار بدست می‌آید متناظر است با عکس العمل تکیه گاهی روی درجه آزادی U_8 در مل دستی آن مثال. اختلافات اعشاری در برقی خروجی‌های برنامه با مل دستی نیز بدلیل تبدیل وامد هاست.

مسائل فرپا

*** برای مل یک مسئله ابتدا باید درجات آزادی فرپای مورد نظرتون را روی فرپا مشخص کنید (تا در ورود داده‌های مسئله اشتباهی صورت نگیرد) که در این برنامه میبایست متما از گره 1 شروع کرده و به گره 1 بعدی بروید. به این صورت که درجه آزادی افقی در گره 1 را U_1 و درجه آزادی قائم‌ش را U_2 بنامید، درجه آزادی افقی در گره 2 را U_3 و درجه آزادی قائم‌ش را U_4 بنامید، درجه آزادی افقی در گره 3 را U_5 و درجه آزادی قائم‌ش را U_6 بنامید و به همین صورت تا آخرین گره‌ی سراسری نامگذاری را ادامه دهید.

تذکر : متما میبایست درجات آزادی را همانگونه که عنوان شد در نظر بگیرید زیرا ماتریس سختی ، متناسب با این نامگذاری نوشته شده.(به شکل زیر توجه کنید):



***** جهت المانها را از چپ به راست و از پایین به بالا در نظر میگیریم و برای المانهای مورب هم از پایین به بالا. بنابراین در وارد کردن گره های ابتدا و انتهای هر المان در فایل اکسل به این نکته توجه میکنیم)**

*** در وارد کردن اطلاعات در فایل اکسل باید واحد ها با هم هماهنگ باشند.(مثلا اگر مفتصات (فاصله ها) را بر مسب سانتیمتر در نظر گرفتیم ، سطح مقطع (A) نیز متما باید برمسب سانتیمتر مربع بیان شود و ...)

*** در وارد کردن نیروها (بارها) در فایل اکسل اگر جهت باری فلاف جهت درجه آزادی متناظرش بود آن بار را با علامت منفی وارد کنید.

*** توضیحات مربوط به فایل اکسل و وارد کردن اطلاعات در فایل اکسل را در مورد مثالی که همراه برنامه موجود است در پیوست انتهای همین فایل به صورت تصویری براتون نمایش داده ام که برای هر مسأله ای صادق است.

*** نام فایل اکسل همراه برنامه را عوض نکنید.

*** بارها میبایست متما"بر روی گره ها و روی درجه آزادی هم راستا با خود در آن گره اعمال شوند.(توضیحات بیشتر در راهنمای فایل ورودی اکسل در پیوست انتهای همین فایل)

*** از خط ۱۶ تا خط ۱۴۰ مربوط به **تملیل خرپا** می باشد ، پس برای بررسی مسائل مربوط به خرپا و تجزیه و تملیل کدهای برنامه فقط به این خطوط توجه کنید.

*** خطوط ۲۷ تا ۵۷ و ۶۳ تا ۸۳ مربوط به رسم شکل خرپا میباشد ، دوستانی که در ابتدای یادگیری هستند میتوانند با خیال راحت از این خطوط فاکتور بگیرن و روی خطوطی که جنبه ی محاسباتی دارند تمرکز کنند.

*** در مورد ورودی های برنامه از طریق فایل اکسل به تصویر پیوست شده به انتهای همین فایل توجه کنید و در مورد خروجی های برنامه به تصویر زیر:

Command Window

please wait ...

Displacement

ans =

1.0000	0
2.0000	0
3.0000	0.0271
4.0000	0
5.0000	0.0056
6.0000	-0.0222
7.0000	0
8.0000	0

شماره ی درجات آزادی (تمام درجات آزادی)

مقدار جابجایی در هریک از درجات آزادی مقابل

Reactions

ans =

1.0e+004 *

0.0001	-1.5833
0.0002	0.3125
0.0004	2.1875
0.0007	-0.4167
0.0008	0

شماره ی درجات آزادی غیر فعال

مقدار عکس العمل تکیه گاهی در درجات آزادی مقابل

مقادیر U_e و K_e و f_e که در پایین این خط مشاهده خواهید کرد به ترتیب ماتریس جابجایی المان 1 و ماتریس سختی المان 1 و ماتریس نیروهای داخلی المان 1 میباشد. برای سایر المانها نیز به همین صورت.

Internal Force, Stiffness and Displacement Matrix For Element

1

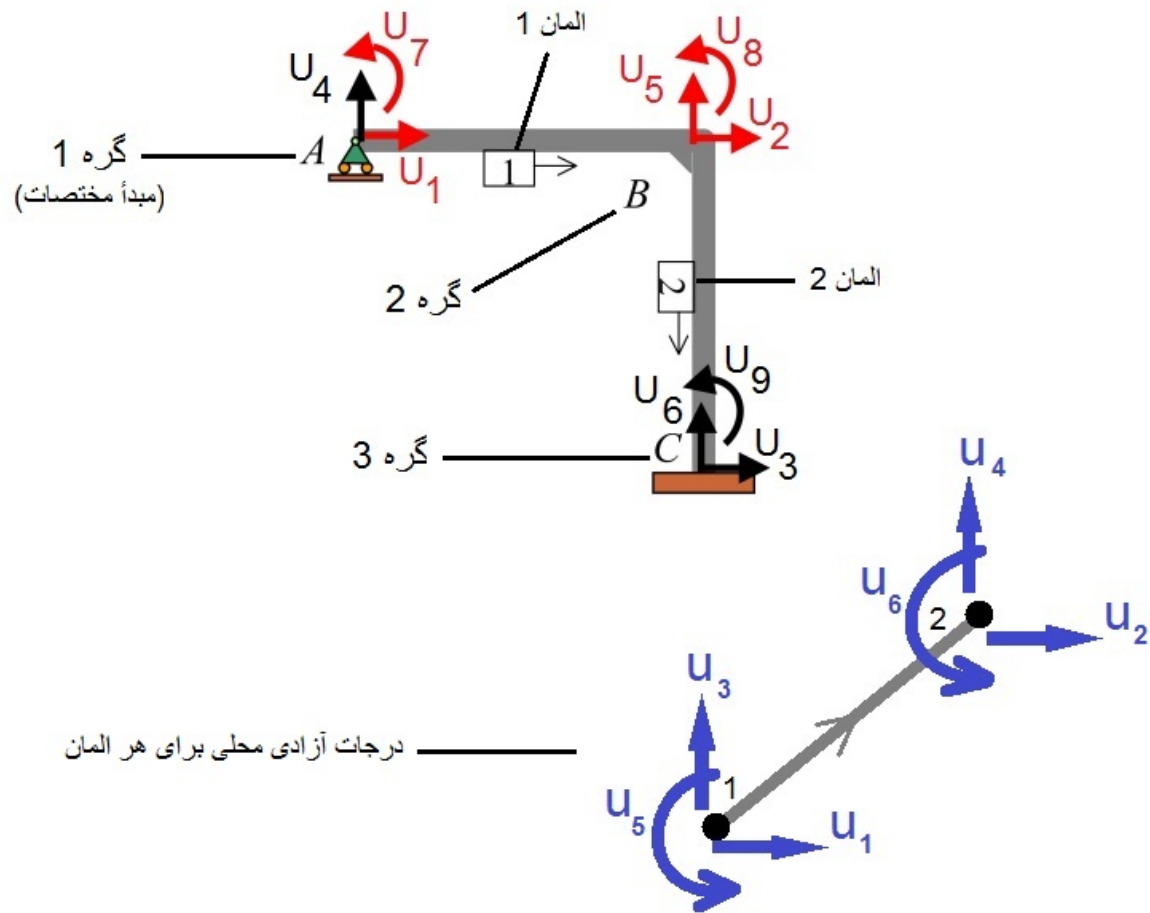
مسائل قاب

*** برای حل یک مسئله ابتدا باید درجات آزادی قاب مورد نظرتون را روی قاب مشخص کنید (تا در ورود داده های مسئله اشتباهی صورت نگیرد) که در این برنامه میبایست ابتدا درجات آزادی افقی را بترتیب از اولین گره تا آخرین گره اختصاص دهید سپس درجات آزادی قائم را از اولین گره تا آخرین گره اختصاص دهید و در آخر درجات آزادی دورانی را نیز به همین صورت اختصاص دهید.

به این صورت که درجه آزادی افقی گره ۱ را U_1 ، درجه آزادی افقی گره ۲ را U_2 ، درجه آزادی افقی گره ۳ را U_3 ، ... و درجه آزادی افقی گره i را U_i بنامید سپس درجه آزادی قائم گره ۱ را U_{i+1} ، درجه آزادی قائم گره ۲ را U_{i+2} ، ... و درجه آزادی قائم گره i را U_{i+i} بنامید و در نهایت درجه آزادی دورانی گره ۱ را U_{i+i+1} ، درجه آزادی دورانی گره ۲ را U_{i+i+2} ، ... و درجه آزادی دورانی گره i را U_{i+i+i} بنامید.

تذکر : متما میبایست درجات آزادی را همانگونه که عنوان شد در نظر بگیرید زیرا ماتریس سفتی ، متناسب با این نامگذاری نوشته شده. دقت داشته باشید که نمونه نامگذاری درجات آزادی قاب با فرپا متفاوت است. (به شکل زیر توجه کنید):

U_i ها درجات آزادی سراسری سازه هستند



درجات آزادی محلی برای هر المان

*** جهت المانها را از چپ به راست و از پایین به بالا در نظر میگیریم و برای المانهای مورب هم از پایین به بالا. بنابراین در وارد کردن گره های ابتدا و انتهای هر المان در فایل اکسل به این نکته توجه میکنیم.

*** در وارد کردن اطلاعات در فایل اکسل باید وامد ها با هم هماهنگ باشند.(مثلا اگر مختصات (فاصله ها) را بر مسب سانتیمتر در نظر گرفتیم ، سطح مقطع (A) نیز متما باید برمسب سانتیمتر مربع بیان شود و ...)

*** در وارد کردن نیروها (بارها) در فایل اکسل اگر جهت باری فلاف جهت درجه آزادی متناظرش بود آن بار را با علامت منفی وارد کنید.

*** توضیحات مربوط به فایل اکسل و وارد کردن اطلاعات در فایل اکسل را در مورد مثالی که همراه برنامه موجود است در پیوست انتهای همین فایل به صورت تصویری براتون نمایش داده ام که برای هر مسأله ای صادق است.

*** نام فایل اکسل همراه برنامه را عوض نکنید.

*** بارها میبایست متما بر روی گره ها و روی درجه آزادی هم راستا با خود در آن گره اعمال شوند.(توضیحات بیشتر در راهنمای فایل ورودی اکسل در پیوست انتهای همین فایل)

*** از فط ۱۴۵ به بعد مربوط به **تملیل قاب** می باشد ، پس برای بررسی مسائل مربوط به قاب و تجزیه و تملیل کدهای برنامه فقط به این خطوط توجه کنید.

*** خطوط ۱۵۷ تا ۱۸۷ و ۱۹۳ تا ۲۲۹ مربوط به رسم شکل قاب میباشد ، دوستانی که در ابتدای یادگیری هستند میتوانند با خیال راحت از این خطوط فاکتور بگیرن و روی خطوطی که جنبه ی محاسباتی دارند تمرکز کنند.

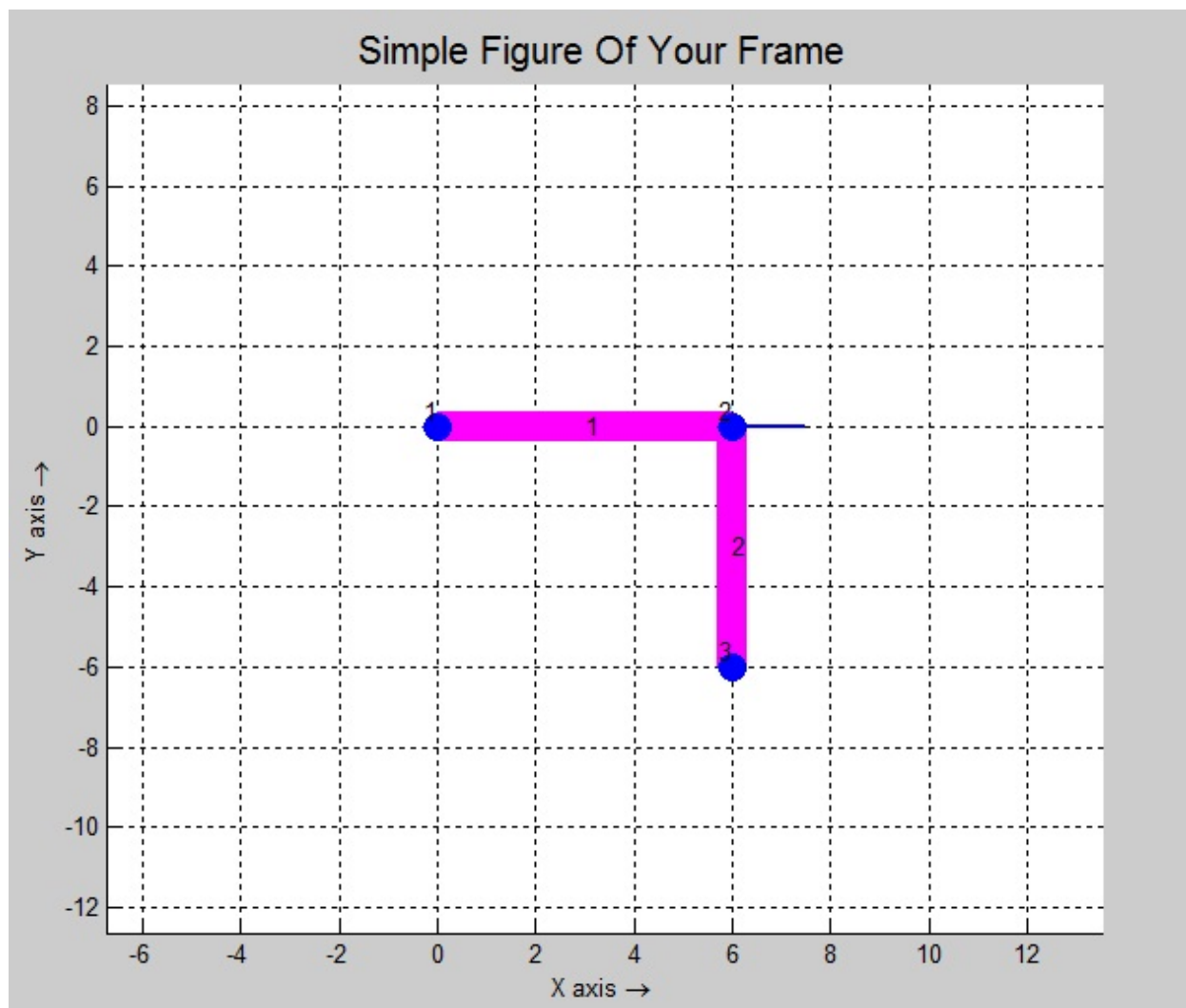
*** در مورد فروجی های برنامه تفاوتی برای قاب و فرپا وجود ندارد.(به شکلی که در بالا برای فروجی فرپا آورده شده مراجعه کنید)

*** در مورد ورودی های برنامه تنها تفاوتی که در فایل های اکسل بین ورودی های فرپا و قاب وجود دارد این است که در فایل اکسل مربوط به قاب یک ستون با عنوان (Imatrix) به ورودی های برنامه اضافه شده که مربوط به ورود ممان اینرسی هر یک از المانهاست که دقیقا مانند وارد کردن سطح مقطع ها (Amatrix) و ضرایب الاستیسیته (Ematrix) میباشد و باید از بالا به پایین برای المانهای شماره ۱ و ۲ و ۳ و ... به ترتیب وارد شود. در انتهای این فایل توضیحات مربوط به فایل اکسل ورودی های فرپا در قالب یک تصویر آورده شده که جز نکته ای که بهش اشاره کردم تفاوتی با ورودی های قاب ندارد.

نکاتی در مورد رسم شکل

*** برای دوستان صامب نظر احتمالا این سوال پیش میاد که چرا از دستورات و توابع مربوط به رسم بردارها برای رسم شکل و بفصوص رسم بارهای وارده استفاده نکردم ، همانطور که قبلا هم اشاره کردم در نوشتن این برنامه اصل را بر آموزشی بودن گذاشتم نه تجاری بودن ، به همین دلیل در دستورات مربوط به رسم شکل از ساده ترین دستورات و ساده ترین روش ها استفاده کردم تا دوستان علاقه مند به مشکل بر نفورند ، به عنوان مثال همانطور که در شکل زیر مشاهده میکنید بار اعمالی بر قاب که بصورت افقی بر گره شمار ۲ وارد شده دارای جهت نمیشد (هیچکدام از بارگذاری های قایم و دورانی نیز دارای جهت نیستند). البته بدون استفاده از توابع بردار و تنها با دستورات ساده ی مشابهی نیز میتوان جهت بارها را مشخص کرد که با توجه به شرایطی که باید در نظر گرفت حجم برنامه را بیش از این زیاد میکند.

*** با کمی موصله ، ابتکار و خلاقیت میتونید رسم تخییر شکل ها را نیز اضافه کنید.



*** همانطور که در شکل فوق مشاهده میکنید شماره ی هر المان و هر گره روی آن نوشته میشود.

شروع کار با برنامه :

پس از آنکه ورودی های مسألتون رو وارد فایل اکسل مربوطه کردید آماده اید که از برنامه استفاده کنید. از درون متلب به پوشه ی برنامه بروید و فایل MainTaha را باز کنید ، سپس روی دکمه ی Run کلیک کنید تا برنامه اجرا شود. پس از فوشامدگویی و معرفی برنامه مشاهده خواهید کرد که برنامه سوال زیر را از شما میپرسد و منتظر پاسخ شما میماند.

Your Problem Is Frame Or Truss (Frame/Truss)?

اگر مسألتون فریاست عبارت Truss و اگر قاب است عبارت Frame را تایپ کنید (به بزرگ بودن حرف اول هر یک از کلمات توجه کنید) و کلید Enter را فشار دهید ، منتظر انجام محاسبات و دیدن خروجی ها بمانید.

پذیرای نظرات ، انتقادات و پیشنهادات شما عزیزان هستم.

پاینده و پیروز باشید

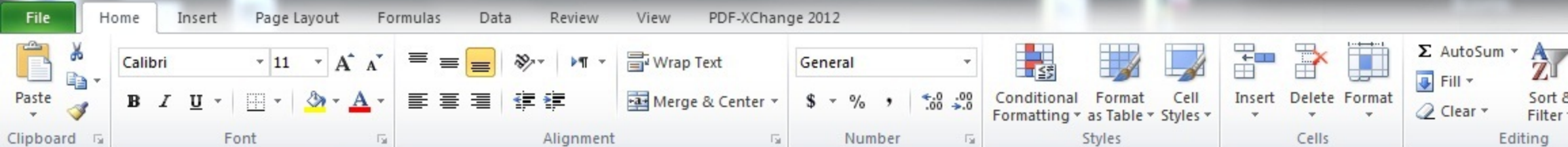
طه بابایی

دانشجوی کارشناسی ارشد سازه

دانشگاه هرمزگان

taha_212@yahoo.com

1392/07/27



	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
	ElementNum	NodeNum	U0Num	Ematrix	Amatrix	force	DeactivatedDof	ElementNodes(ebtada)	ElementNodes(enteha)	NodeCoordinates(x)	NodeCoordinates(y)
1	4	4	5	2.95E+07	1.00E+00	0	1	1	2	0	0
2				2.95E+07	1.00E+00	0	2	2	3	40	0
3				2.95E+07	1.00E+00	20000	4	1	3	40	30
4				2.95E+07	1.00E+00	0	7	4	3		
5						0	8				
6						0					
7						-25000					
8						0					
9						0					
10											
11											
12											
13											
14											
15											
16											
17											
18											
19											
20											
21											
22											
23											
24											
25											
26											
27											

تعداد المان ها

تعداد گره ها

تعداد درجات آزادی غیر فعال

ستون مربوط به ضرایب الاستیسیته (از بالا به پایین به ترتیب برای المانهای 1 و 2 و 3 و 4)

ستون مربوط به سطح مقطع هر المان (از بالا به پایین به ترتیب برای المانهای 1 و 2 و 3 و 4)

ستون مربوط به بارگذاری (از بالا به پایین بارهای نقطه ای به ترتیب وارد بر درجات آزادی سراسری 1 و 2 و 3 و 4 و 5 و 6 و 7 و 8 که هر بار هم راستا با درجه آزادی متناظر با خودش است)

ستون مربوط به شماره درجات آزادی غیر فعال (بیانگر این است که از بالا به پایین و از کوچک به بزرگ به ترتیب درجات آزادی 1 و 2 و 3 و 4 و 7 و 8 غیر فعال هستند)

مربوط به المان 3

ستونهای مربوط به جهت هر المان (از بالا به پایین هر سطر که شامل دو ستون میباشد به ترتیب مربوط به المانهای 1 و 2 و 3 و 4 می باشد. همچنین عدد ستون سمت چپ در هر سطر مربوط به گره ی ابتدا و عدد ستون سمت راست در آن سطر مربوط به گره ی انتهای المان مربوط به آن سطر است)

یعنی ابتدای المان 3 گره 1 میباشد

یعنی انتهای المان 3 گره 3 میباشد

مربوط به گره 4

ستونهای مربوط به مختصات هر گره (از بالا به پایین هر سطر که شامل دو ستون میباشد به ترتیب مربوط به گره های سراسری 1 و 2 و 3 و 4 میباشد. همچنین عدد ستون سمت چپ در هر سطر بیانگر مختصات X و عدد ستون سمت راست در آن سطر بیانگر مختصات Y گره مربوط به آن سطر است)

یعنی مختصات X گره سراسری 4 برابر 0 است

یعنی مختصات Y گره سراسری 4 برابر 30 واحد است