

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

درس کاربرد کامپیوتر
در عمران
علیرضا قربی

وب سایت :

www.ghorbi.com



کاربرد کامپیوتر در عمران

ویرایش اول : زمستان ۹۴ و بهار ۹۵

ویرایش دوم : پاییز و زمستان ۹۵

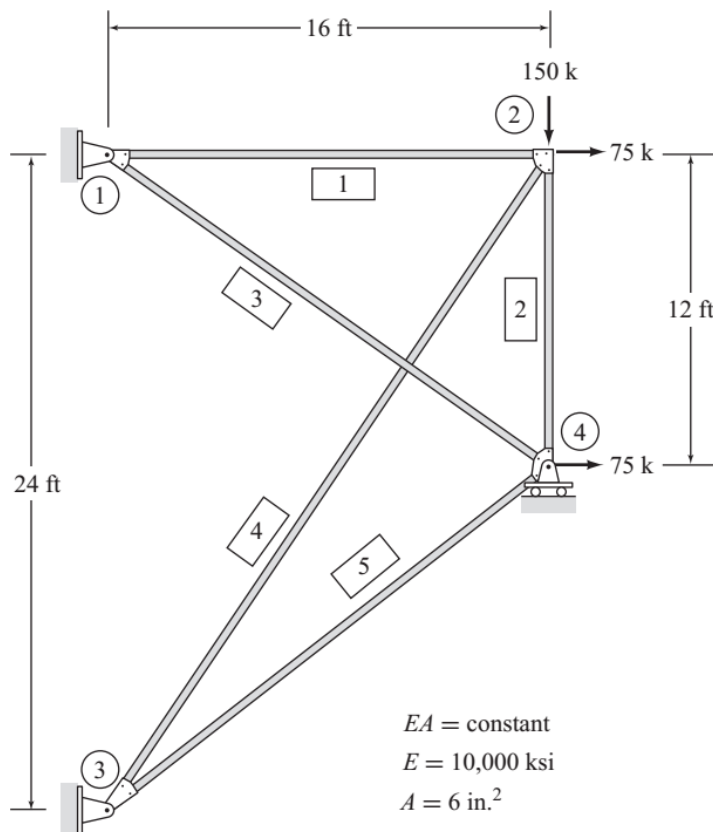
فهرست مطالب

فصل اول : مثال‌ها

فصل دوم : تمرین‌ها

۱- مثال‌ها

۱-۱- خرابا صفحه‌ای



با استفاده از نرم‌افزار SAP2000
سازه زیر را تحلیل نموده و موارد زیر
را در نرم‌افزار نشان دهید:

- مقادیر جابجایی گره‌ها
- عکس‌العمل تکیه‌گاه‌ها
- نیروهای داخلی اعضا

۱-۱-۱- مقادیر جابجایی گره‌ای

Joint Displacements									
File View Format-Filter-Sort Select Options									
Units: As Noted									
Filter:									
Joint Text	OutputCase	CaseType Text	U1 in	U2 in	U3 in	R1 Radians	R2 Radians	R3 Radians	
1	DEAD	LinStatic	0	0	0	0	0	0	
2	DEAD	LinStatic	0.275102	0	-0.32051	0	0	0	
3	DEAD	LinStatic	0.234375	0	0	0	0	0	
4	DEAD	LinStatic	0	0	0	0	0	0	

Record: << < 1 > >> of 4

Add Tables... Done

۱-۲-۱- مقادیر عکس‌العمل تکیه‌گاهی

Joint Reactions

File View Format-Filter-Sort Select Options

Units: As Noted

Filter:

Joint Text	OutputCase	CaseType Text	F1 Kip	F2 Kip	F3 Kip	M1 Kip-in	M2 Kip-in	M3 Kip-in
1	DEAD	LinStatic	-123.469	0	28.125	0	0	0
3	DEAD	LinStatic	0	0	133.546	0	0	0
4	DEAD	LinStatic	-26.531	0	-11.671	0	0	0

Record: << < 1 > >> of 3

Add Tables... Done

۱-۳-۱- مقادیر نیروهای داخلی اعضا

Element Forces - Frames

File View Format-Filter-Sort Select Options

Units: As Noted

Filter:

Frame Text	Station in	OutputCase	CaseType Text	P Kip	V2 Kip	V3 Kip	T Kip-in	M2 Kip-in	M3 Kip-in	FrameElem Text	Elem
1	0	DEAD	LinStatic	85.969	0	0	0	0	0	1-1	
1	192	DEAD	LinStatic	85.969	0	0	0	0	0	1-1	
2	0	DEAD	LinStatic	-133.546	0	0	0	0	0	2-1	
2	144	DEAD	LinStatic	-133.546	0	0	0	0	0	2-1	
3	0	DEAD	LinStatic	46.875	0	0	0	0	0	3-1	
3	240	DEAD	LinStatic	46.875	0	0	0	0	0	3-1	
4	0	DEAD	LinStatic	-19.775	0	0	0	0	0	4-1	
4	346.133	DEAD	LinStatic	-19.775	0	0	0	0	0	4-1	
5	0	DEAD	LinStatic	46.875	0	0	0	0	0	5-1	
5	240	DEAD	LinStatic	46.875	0	0	0	0	0	5-1	

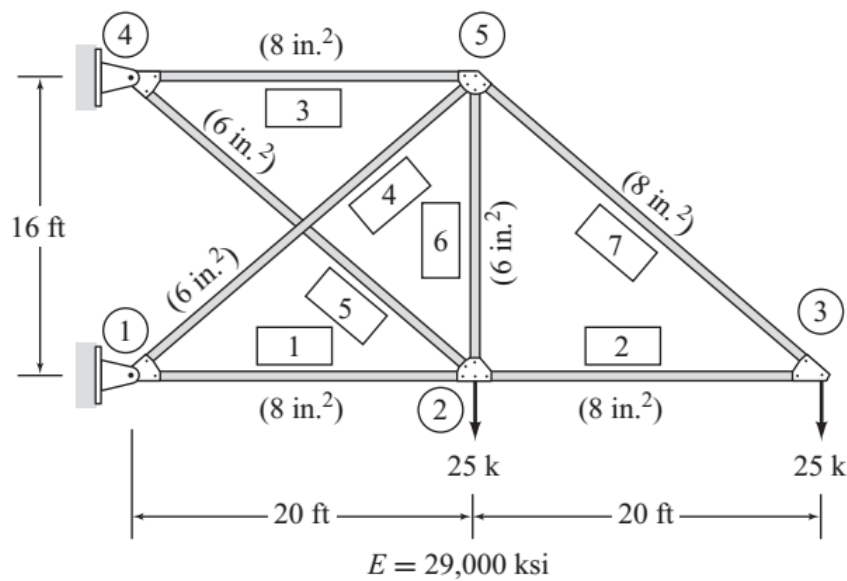
Record: << < 1 > >> of 10

Add Tables... Done

۲-۱- خرابی صفحه‌ای

با استفاده از نرم‌افزار SAP2000 سازه زیر را تحلیل نموده و موارد زیر را در نرم‌افزار نشان دهید:

- مقادیر جابجایی گره‌ها
- عکس‌العمل تکیه‌گاه‌ها
- نیروهای داخلی اعضا



۱-۲-۱- مقادیر جابجایی گره‌ای

Joint Displacements									
File View Format-Filter-Sort Select Options									
Units: As Noted									
Filter:									
	Joint Text	OutputCase	CaseType Text	U1 in	U2 in	U3 in	R1 Radians	R2 Radians	R3 Radians
▶	1	DEAD	LinStatic	0	0	0	0	0	0
	2	DEAD	LinStatic	-0.064655	0	-0.193978	0	0	0
	3	DEAD	LinStatic	-0.096983	0	-0.480894	0	0	0
	4	DEAD	LinStatic	0	0	0	0	0	0
	5	DEAD	LinStatic	0.064655	0	-0.193978	0	0	0

Record: << < 1 > >> of 5

Add Tables... Done

۱-۲-۲- مقادیر عکس‌العمل تکیه‌گاهی

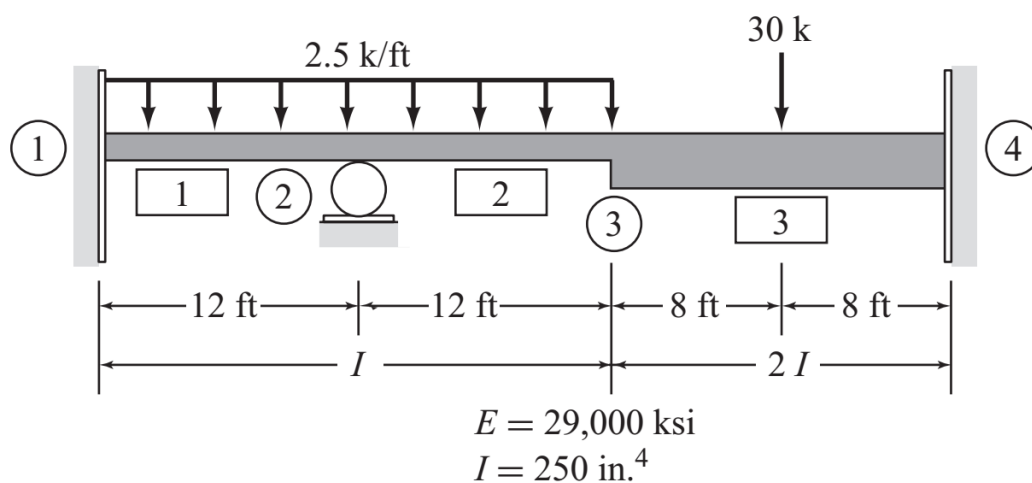
Joint Reactions										
File View Format-Filter-Sort Select Options										
Units: As Noted										
Filter:										
	Joint Text	OutputCase	CaseType Text	F1 Kip	F2 Kip	F3 Kip	M1 Kip-in	M2 Kip-in	M3 Kip-in	
▶	1	DEAD	LinStatic	93.75	0	25	0	0	0	
	4	DEAD	LinStatic	-93.75	0	25	0	0	0	
Record: << < 1 > >> of 2										
Add Tables... Done										

۱-۲-۳- مقادیر نیروهای داخلی اعضا


Element Forces - Frames												
File View Format-Filter-Sort Select Options												
Units: As Noted												
Filter:												
	Frame Text	Station in	OutputCase	CaseType Text	P Kip	V2 Kip	V3 Kip	T Kip-in	M2 Kip-in	M3 Kip-in	FrameElem Text	Elem
▶	1	0	DEAD	LinStatic	-62.5	0	0	0	0	0	1-1	
	1	240	DEAD	LinStatic	-62.5	0	0	0	0	0	1-1	
	2	0	DEAD	LinStatic	-31.25	0	0	0	0	0	2-1	
	2	240	DEAD	LinStatic	-31.25	0	0	0	0	0	2-1	
	3	0	DEAD	LinStatic	62.5	0	0	0	0	0	3-1	
	3	240	DEAD	LinStatic	62.5	0	0	0	0	0	3-1	
	4	0	DEAD	LinStatic	-40.02	0	0	0	0	0	4-1	
	4	307.35	DEAD	LinStatic	-40.02	0	0	0	0	0	4-1	
	5	0	DEAD	LinStatic	40.02	0	0	0	0	0	5-1	
	5	307.35	DEAD	LinStatic	40.02	0	0	0	0	0	5-1	
	6	0	DEAD	LinStatic	-2.842E-14	0	0	0	0	0	6-1	
	6	192	DEAD	LinStatic	-2.842E-14	0	0	0	0	0	6-1	
	7	0	DEAD	LinStatic	40.02	0	0	0	0	0	7-1	
	7	307.35	DEAD	LinStatic	40.02	0	0	0	0	0	7-1	
Record: << < 1 > >> of 14												
Add Tables... Done												

۱-۳-۳ تیر (اولر-برنولی)

- با استفاده از نرم‌افزار SAP2000 سازه زیر را تحلیل نموده و موارد زیر را در نرم‌افزار نشان دهید:
- مقادیر جابجایی گره‌ها
- عکس‌العمل تکیه‌گاه‌ها
- نیروهای داخلی اعضا
- نمودارهای نیروهای برشی و خمشی



۱-۳-۱-۱ مقادیر جابجایی گره‌ای



Joint Displacements

File

View

Format-Filter-Sort

Select

Options

Units: As Noted

Joint Displacements

Filter:

	Joint Text	OutputCase	CaseType Text	U1 in	U2 in	U3 in	R1 Radians	R2 Radians	R3 Radians
▶	1	DEAD	LinStatic	0	0	0	0	0	0
	2	DEAD	LinStatic	0	0	0	0	0.003794	0
	3	DEAD	LinStatic	0	0	-0.708627	0	-0.000413	0
	4	DEAD	LinStatic	0	0	0	0	0	0

Record:

<<

<

1

>

>>

of 4

Add Tables...

Done

۱-۳-۲- مقادیر عکس‌العمل تکیه‌گاهی

Joint Reactions

File View Format-Filter-Sort Select Options

Units: As Noted

Filter:

	Joint Text	OutputCase	CaseType Text	F1 Kip	F2 Kip	F3 Kip	M1 Kip-in	M2 Kip-in	M3 Kip-in
▶	1	DEAD	LinStatic	0	0	7.041	0	22.032	0
	2	DEAD	LinStatic	0	0	51.513	0	0	0
	3	DEAD	LinStatic	0	0	0	0	0	0
	4	DEAD	LinStatic	0	0	31.446	0	2330.023	0

Record: << < 1 > >> of 4

Add Tables... Done

۱-۳-۳- مقادیر نیروهای داخلی اعضا

Element Forces - Frames

File View Format-Filter-Sort Select Options

Units: As Noted

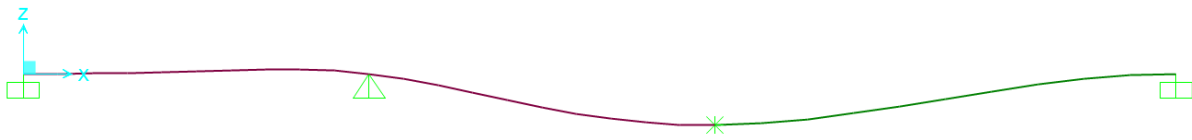
Filter:

	Frame Text	Station in	OutputCase	CaseType Text	P Kip	V2 Kip	V3 Kip	T Kip-in	M2 Kip-in	M3 Kip-in	FrameElem Text	Eler
▶	1	0	DEAD	LinStatic	0	-7.041	0	0	0	22.032	1-1	
	1	144	DEAD	LinStatic	0	22.959	0	0	0	-1124.065	1-1	
	2	0	DEAD	LinStatic	0	-28.554	0	0	0	-1124.065	2-1	
	2	144	DEAD	LinStatic	0	1.446	0	0	0	827.667	2-1	
	3	0	DEAD	LinStatic	0	1.446	0	0	0	827.667	3-1	
	3	192	DEAD	LinStatic	0	31.446	0	0	0	-2330.023	3-1	

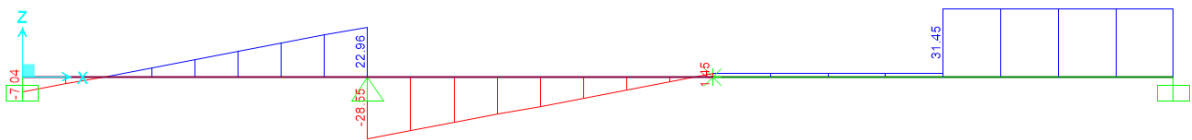
Record: << < 1 > >> of 6

Add Tables... Done

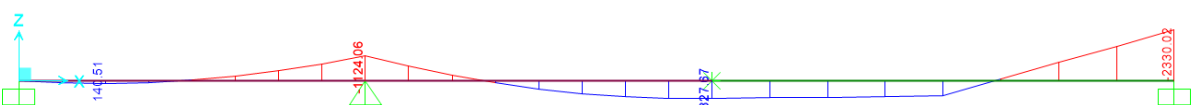
۱-۳-۴- تغییر شکل سازه



۱-۳-۵- نمودار نیروی برشی اعضا



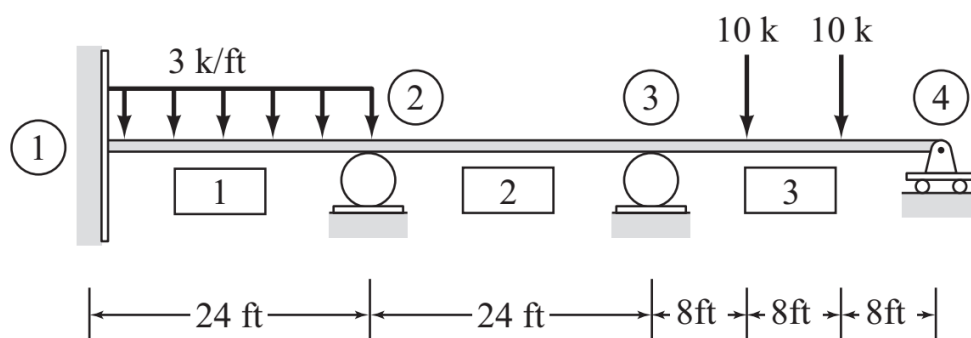
۱-۳-۶- نمودار نیروی خمشی اعضا



۱-۴- تیر (اولر-برنولی)

با استفاده از نرم‌افزار SAP2000 سازه زیر را تحلیل نموده و موارد زیر را در نرم‌افزار نشان دهید:

- مقادیر جابجایی گره‌ها
- عکس‌العمل تکیه‌گاه‌ها
- نیروهای داخلی اعضا
- نمودارهای نیروهای برشی و خمشی



$$EI = \text{constant}$$

$$E = 10,000 \text{ ksi}$$

$$I = 540 \text{ in.}^4$$

۱-۴-۱- مقادیر جابجایی گره‌ای

Joint Displacements									
File View Format-Filter-Sort Select Options									
Units: As Noted									
Filter:									
	Joint Text	OutputCase	CaseType Text	U1 in	U2 in	U3 in	R1 Radians	R2 Radians	R3 Radians
▶	1	DEAD	LinStatic	0	0	0	0	0	0
	2	DEAD	LinStatic	0	0	0	0	-0.014375	0
	3	DEAD	LinStatic	0	0	0	0	0.011422	0
	4	DEAD	LinStatic	0	0	0	0	-0.014244	0

۱-۴-۲- مقادیر عکس‌العمل تکیه‌گاهی

Joint Reactions

File View Format-Filter-Sort Select Options

Units: As Noted

Filter:

	Joint Text	OutputCase	CaseType Text	F1 Kip	F2 Kip	F3 Kip	M1 Kip-in	M2 Kip-in	M3 Kip-in
▶	1	DEAD	LinStatic	0	0	41.615	0	-2267.077	0
	2	DEAD	LinStatic	0	0	31.538	0	0	0
	3	DEAD	LinStatic	0	0	9.949	0	0	0
	4	DEAD	LinStatic	0	0	8.897	0	0	0

Record: << < 1 > >> of 4

Add Tables... Done

۱-۴-۳- مقادیر نیروهای داخلی اعضا

Element Forces - Frames

File View Format-Filter-Sort Select Options

Units: As Noted

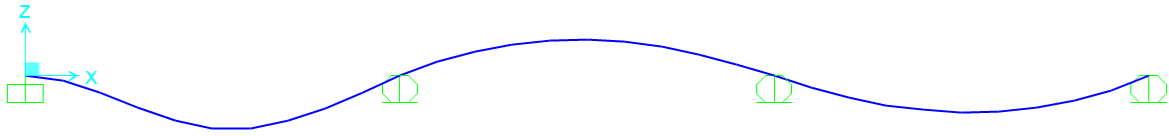
Filter:

	Frame Text	Station in	OutputCase	CaseType Text	P Kip	V2 Kip	V3 Kip	T Kip-in	M2 Kip-in	M3 Kip-in	FrameElem Text	Elem
▶	1	0	DEAD	LinStatic	0	-41.615	0	0	0	-2267.077	1-1	
	1	288	DEAD	LinStatic	0	30.385	0	0	0	-649.846	1-1	
	2	0	DEAD	LinStatic	0	-1.154	0	0	0	-649.846	2-1	
	2	288	DEAD	LinStatic	0	-1.154	0	0	0	-317.538	2-1	
	3	0	DEAD	LinStatic	0	-11.103	0	0	0	-317.538	3-1	
	3	288	DEAD	LinStatic	0	8.897	0	0	0	0	3-1	

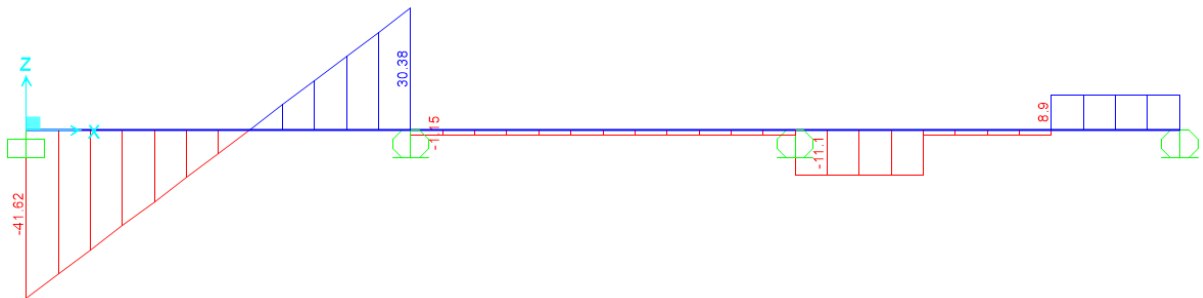
Record: << < 1 > >> of 6

Add Tables... Done

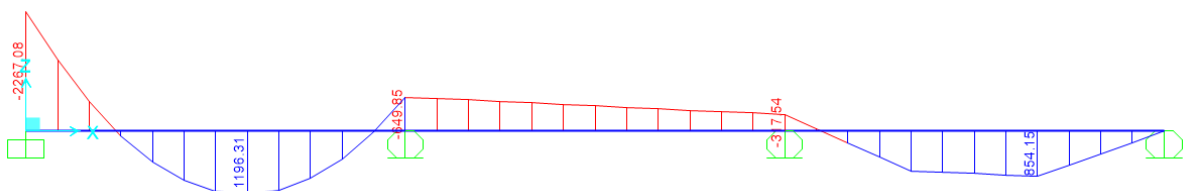
۴-۴-۱- تغییر شکل سازه



۴-۵-۱- نمودار نیروی برشی اعضا



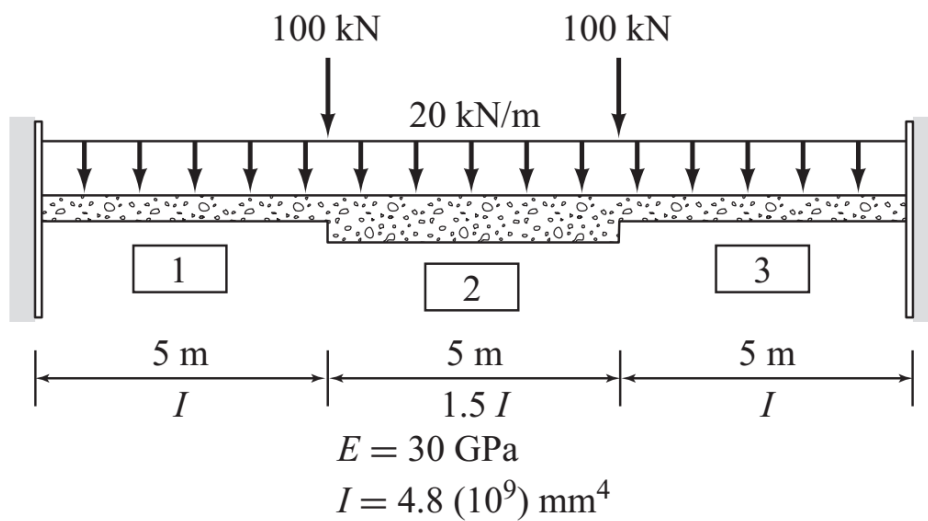
۴-۶-۱- نمودار نیروی خمشی اعضا



۱-۵- تیر (اولر-برنولی)

با استفاده از نرم‌افزار SAP2000 سازه زیر را تحلیل نموده و موارد زیر را در نرم‌افزار نشان دهید:

- مقادیر جابجایی گره‌ها
- عکس‌العمل تکیه‌گاه‌ها
- نیروهای داخلی اعضا
- نمودارهای نیروهای برشی و خمشی



۱-۵-۱- مقادیر جابجایی گره‌ای

Joint Displacements									
File View Format-Filter-Sort Select Options									
Units: As Noted									
Filter:									
	Joint Text	OutputCase	CaseType Text	U1 m	U2 m	U3 m	R1 Radians	R2 Radians	R3 Radians
▶	1	DEAD	LinStatic	0	0	0	0	0	0
	2	DEAD	LinStatic	0	0	-0.025318	0	0.00434	0
	3	DEAD	LinStatic	0	0	-0.025318	0	-0.00434	0
	4	DEAD	LinStatic	0	0	0	0	0	0

Record: << < 1 > >> of 4

Add Tables... Done

۱-۵-۲- مقادیر عکس‌العمل تکیه‌گاهی

Joint Reactions

File View Format-Filter-Sort Select Options

Units: As Noted Joint Reactions

Filter:

	Joint Text	OutputCase	CaseType Text	F1 KN	F2 KN	F3 KN	M1 KN-m	M2 KN-m	M3 KN-m
▶	1	DEAD	LinStatic	0	0	250	0	-666.6667	0
	4	DEAD	LinStatic	0	0	250	0	666.6667	0

Record: << < 1 > >> of 2

Add Tables... Done

۱-۵-۳- مقادیر نیروهای داخلی اعضا

Element Forces - Frames

File View Format-Filter-Sort Select Options

Units: As Noted Element Forces - Frames

Filter:

	Frame Text	Station m	OutputCase	CaseType Text	P KN	V2 KN	V3 KN	T KN-m	M2 KN-m	M3 KN-m	FrameElem Text	Elem
▶	1	0	DEAD	LinStatic	0	-250	0	0	0	-666.6667	1-1	
	1	5	DEAD	LinStatic	0	-150	0	0	0	333.3333	1-1	
	2	0	DEAD	LinStatic	0	-50	0	0	0	333.3333	2-1	
	2	5	DEAD	LinStatic	0	50	0	0	0	333.3333	2-1	
	3	0	DEAD	LinStatic	0	150	0	0	0	333.3333	3-1	
	3	5	DEAD	LinStatic	0	250	0	0	0	-666.6667	3-1	

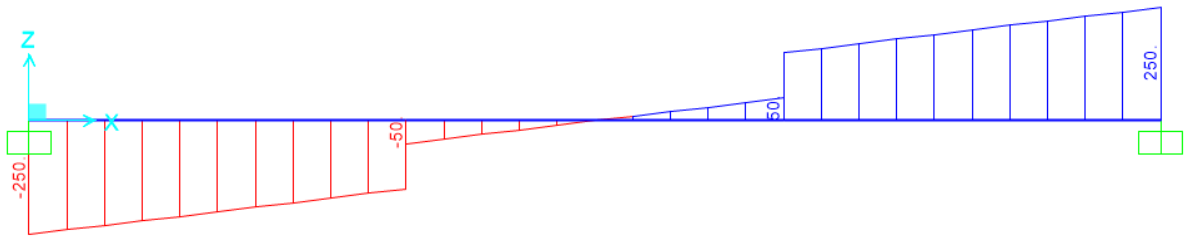
Record: << < 1 > >> of 6

Add Tables... Done

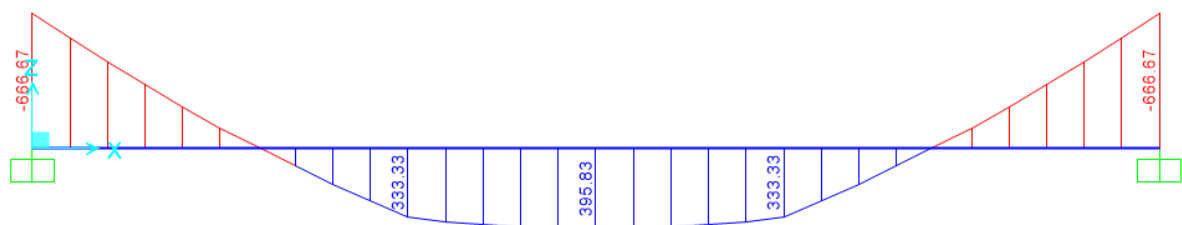
۱-۵-۴- تغییر شکل سازه



۱-۵-۵- نمودار نیروی برشی اعضا



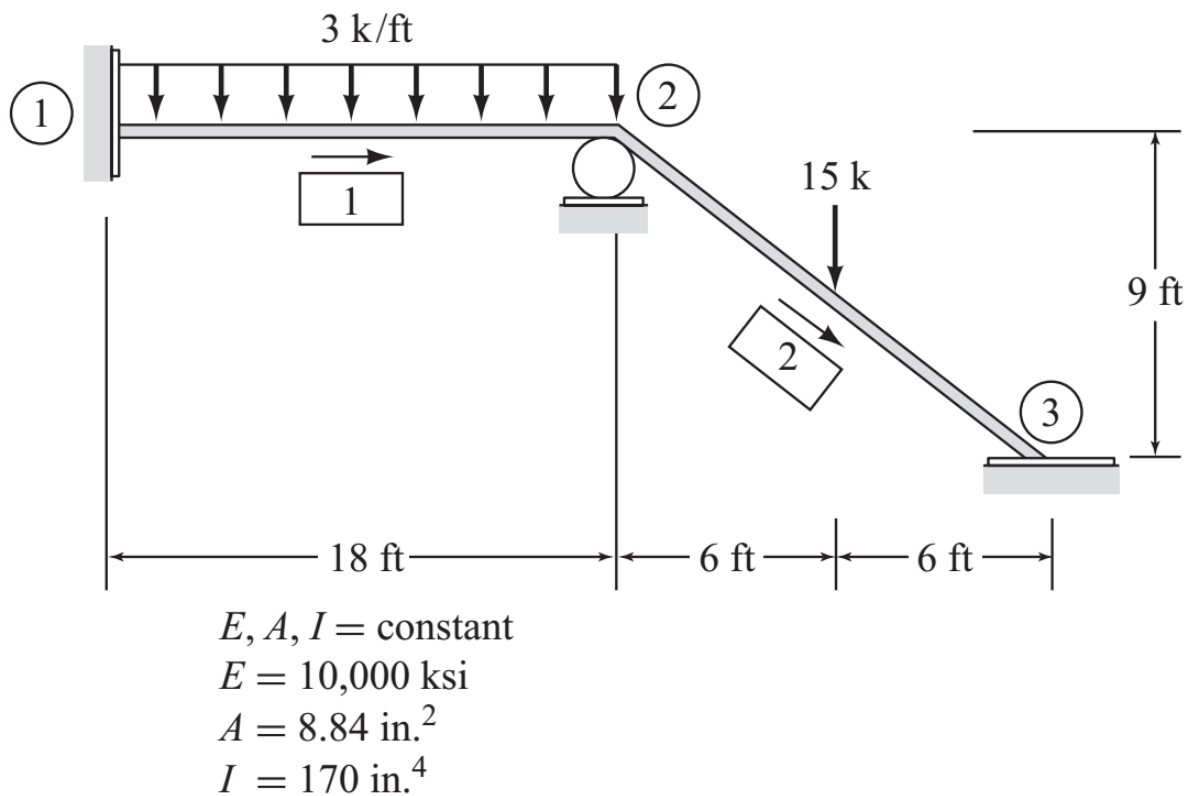
۱-۵-۶- نمودار نیروی خمشی اعضا



۱-۶- قاب صفحه‌ای

با استفاده از نرم‌افزار SAP2000 سازه زیر را تحلیل نموده و موارد زیر را در نرم‌افزار نشان دهید:

- مقادیر جابجایی گره‌ها
- عکس‌العمل تکیه‌گاه‌ها
- نیروهای داخلی اعضا
- نمودارهای نیروهای محوری و برشی و خمشی



۱-۶-۱- مقادیر جابجایی گره‌ای

Joint Displacements

File View Format-Filter-Sort Select Options

Units: As Noted Joint Displacements

Filter:

	Joint Text	OutputCase	CaseType Text	U1 in	U2 in	U3 in	R1 Radians	R2 Radians	R3 Radians
▶	1	DEAD	LinStatic	0	0	0	0	0	0
	2	DEAD	LinStatic	-0.002643	0	0	0	-0.010143	0
	3	DEAD	LinStatic	0	0	0	0	0	0

Record: << < 1 > >> of 3

Add Tables... Done

۱-۶-۲- مقادیر عکس‌العمل تکیه‌گاهی

Joint Reactions

File View Format-Filter-Sort Select Options

Units: As Noted Joint Reactions


Filter:

	Joint Text	OutputCase	CaseType Text	F1 Kip	F2 Kip	F3 Kip	M1 Kip-in	M2 Kip-in	M3 Kip-in
▶	1	DEAD	LinStatic	1.082	0	29.217	0	-1131.659	0
	2	DEAD	LinStatic	0	0	35.456	0	0	0
	3	DEAD	LinStatic	-1.082	0	4.327	0	78.909	0

Record: << < 1 > >> of 3

Add Tables... Done

۱-۶-۳- مقادیر نیروهای داخلی اعضا



Element Forces - Frames

File

View

Format-Filter-Sort

Select

Options

Units: As Noted

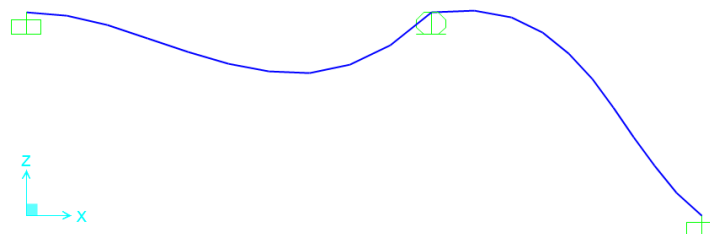
Element Forces - Frames

Filter:

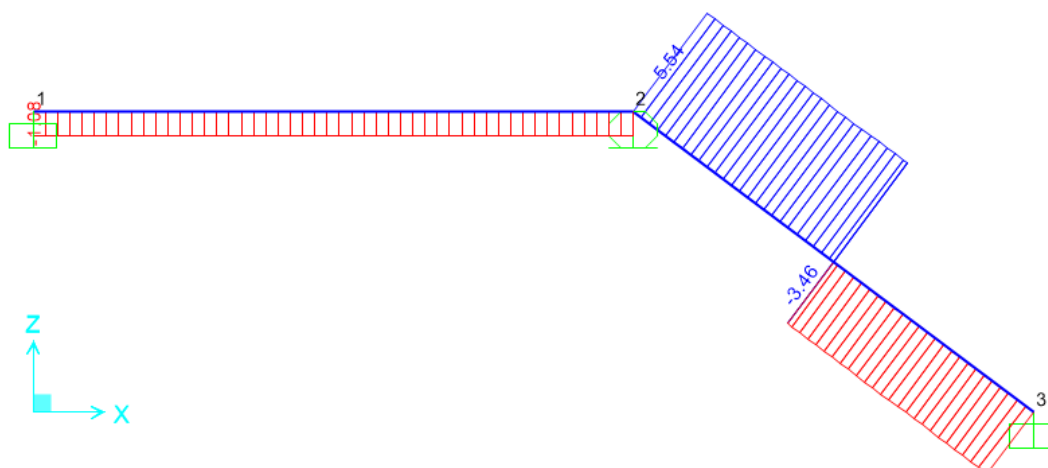
	Frame Text	Station in	OutputCase	CaseType Text	P Kip	V2 Kip	V3 Kip	T Kip-in	M2 Kip-in	M3 Kip-in	FrameElem Text	Elem
▶	1	0	DEAD	LinStatic	-1.082	-29.217	0	0	0	-1131.659	1-1	
	1	216	DEAD	LinStatic	-1.082	24.783	0	0	0	-652.682	1-1	
	2	0	DEAD	LinStatic	5.539	-9.188	0	0	0	-652.682	2-1	
	2	180	DEAD	LinStatic	-3.461	2.812	0	0	0	-78.909	2-1	

<

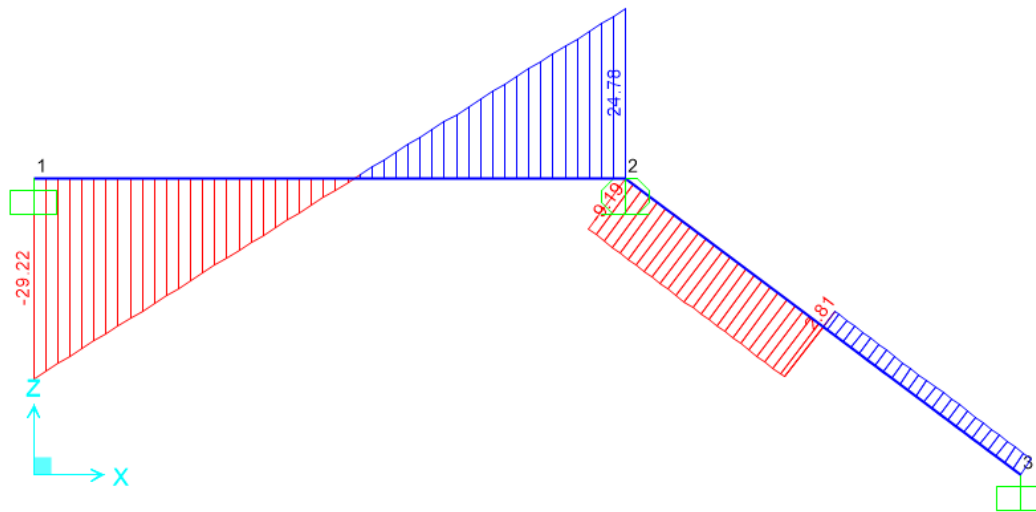
۱-۶-۴- تغییر شکل سازه



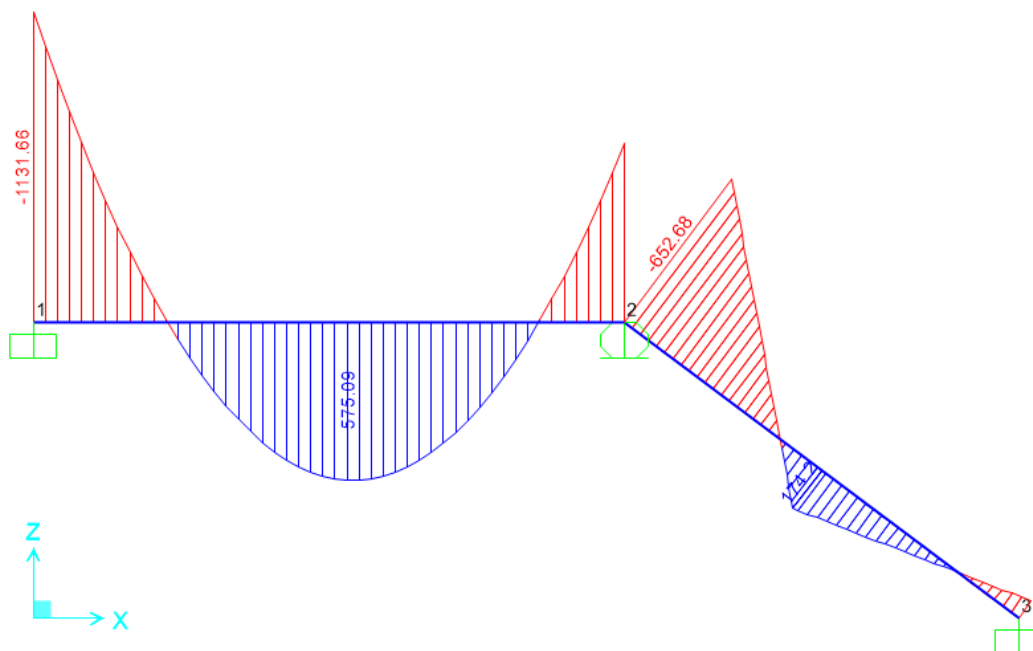
۱-۶-۵- نمودار نیروی محوری اعضا



۱-۶-۶- نمودار نیروی برشی اعضا



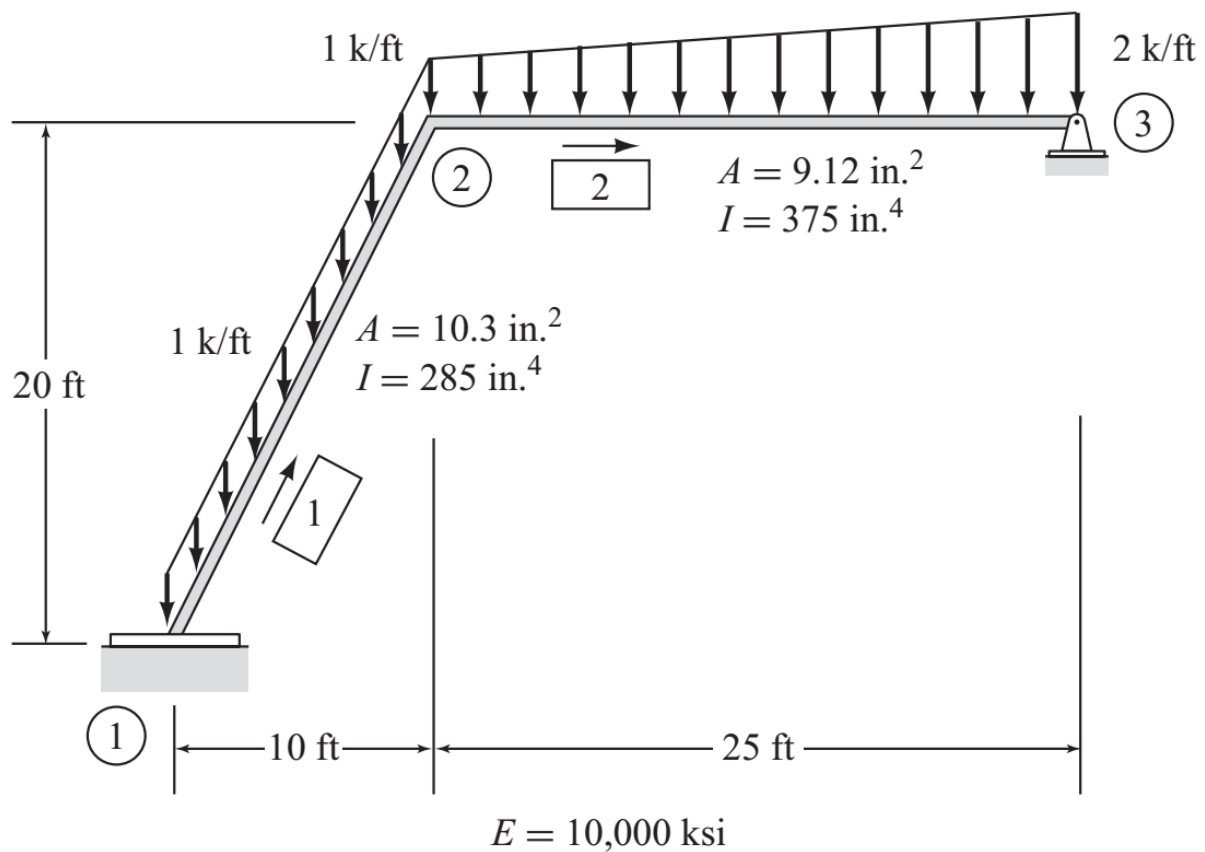
۱-۶-۷- نمودار نیروی خمشی اعضا



۷-۱- قاب صفحه‌ای

با استفاده از نرم‌افزار SAP2000 سازه زیر را تحلیل نموده و موارد زیر را در نرم‌افزار نشان دهید:

- مقادیر جابجایی گره‌ها
- عکس‌العمل تکیه‌گاه‌ها
- نیروهای داخلی اعضا
- نمودارهای نیروهای محوری و برشی و خمشی



۱-۷-۱- مقادیر جابجایی گره‌ای

Joint Displacements										
File View Format-Filter-Sort Select Options										
Units: As Noted										Joint Displacements
Filter:										
	Joint Text	OutputCase	CaseType Text	U1 in	U2 in	U3 in	R1 Radians	R2 Radians	R3 Radians	
▶	1	DEAD	LinStatic	0	0	0	0	0	0	
	2	DEAD	LinStatic	0.062194	0	-0.135331	0	0.014528	0	
	3	DEAD	LinStatic	0	0	0	0	-0.027941	0	
Record: << < 1 > >> of 3										
										Add Tables... Done

۱-۷-۲- مقادیر عکس‌العمل تکیه‌گاهی

Joint Reactions										
File View Format-Filter-Sort Select Options										
Units: As Noted										Joint Reactions
Filter:										
	Joint Text	OutputCase	CaseType Text	F1 Kip	F2 Kip	F3 Kip	M1 Kip-in	M2 Kip-in	M3 Kip-in	
▶	1	DEAD	LinStatic	18.907	0	41.738	0	57.43	0	
	3	DEAD	LinStatic	-18.907	0	18.122	0	0	0	
Record: << < 1 > >> of 2										
										Add Tables... Done

۱-۷-۳- مقادیر نیروهای داخلی اعضا

Element Forces - Frames

File View Format-Filter-Sort Select Options

Units: As Noted Element Forces - Frames

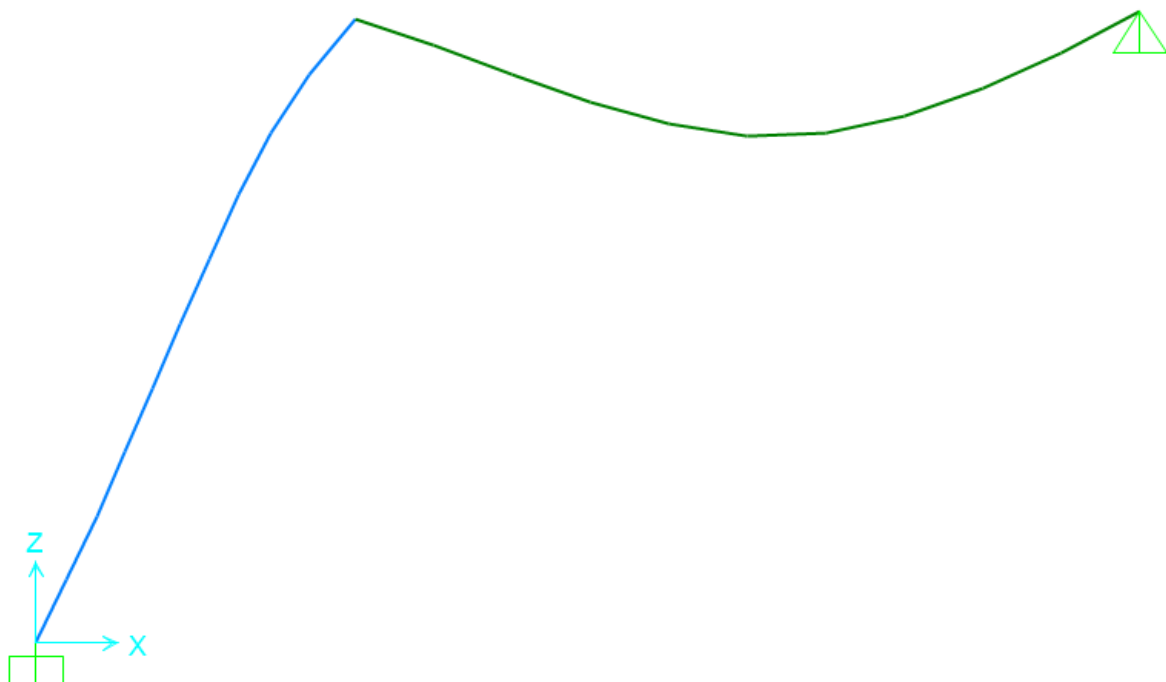
Filter:

	Frame Text	Station in	OutputCase	CaseType Text	P Kip	V2 Kip	V3 Kip	T Kip-in	M2 Kip-in	M3 Kip-in	FrameElem Text	Elem
▶	1	0	DEAD	LinStatic	-45.787	-1.755	0	0	0	57.43	1-1	
	1	268.328	DEAD	LinStatic	-25.787	8.245	0	0	0	-813.267	1-1	
	2	0	DEAD	LinStatic	-18.907	-19.378	0	0	0	-813.267	2-1	
	2	300	DEAD	LinStatic	-18.907	18.122	0	0	0	-1.265E-12	2-1	

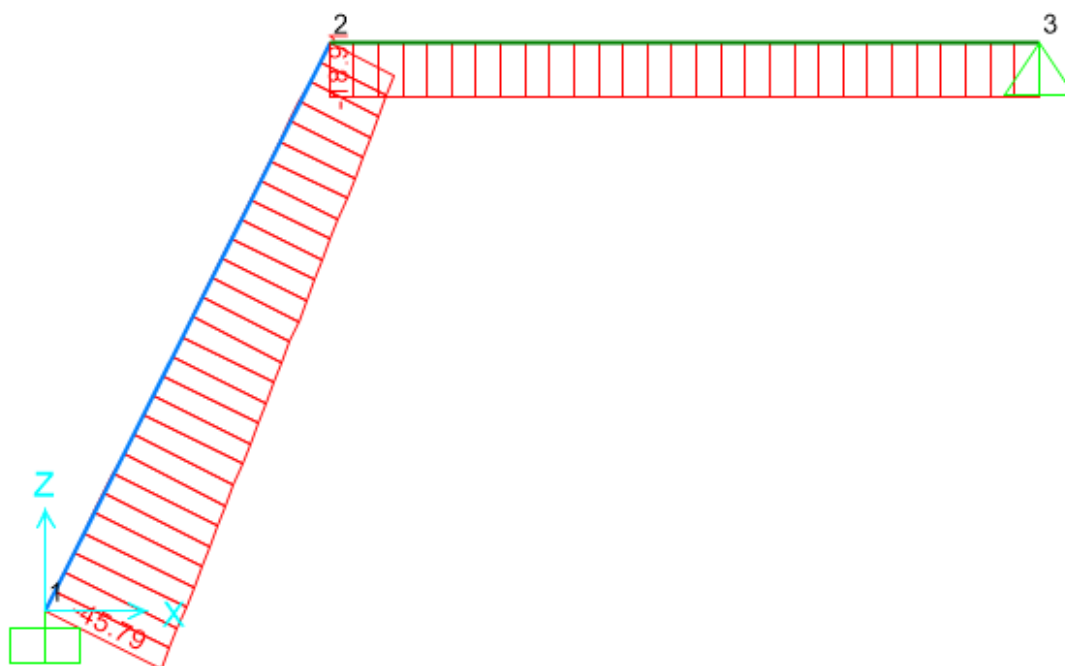
Record: << < 1 > >> of 4

Add Tables... Done

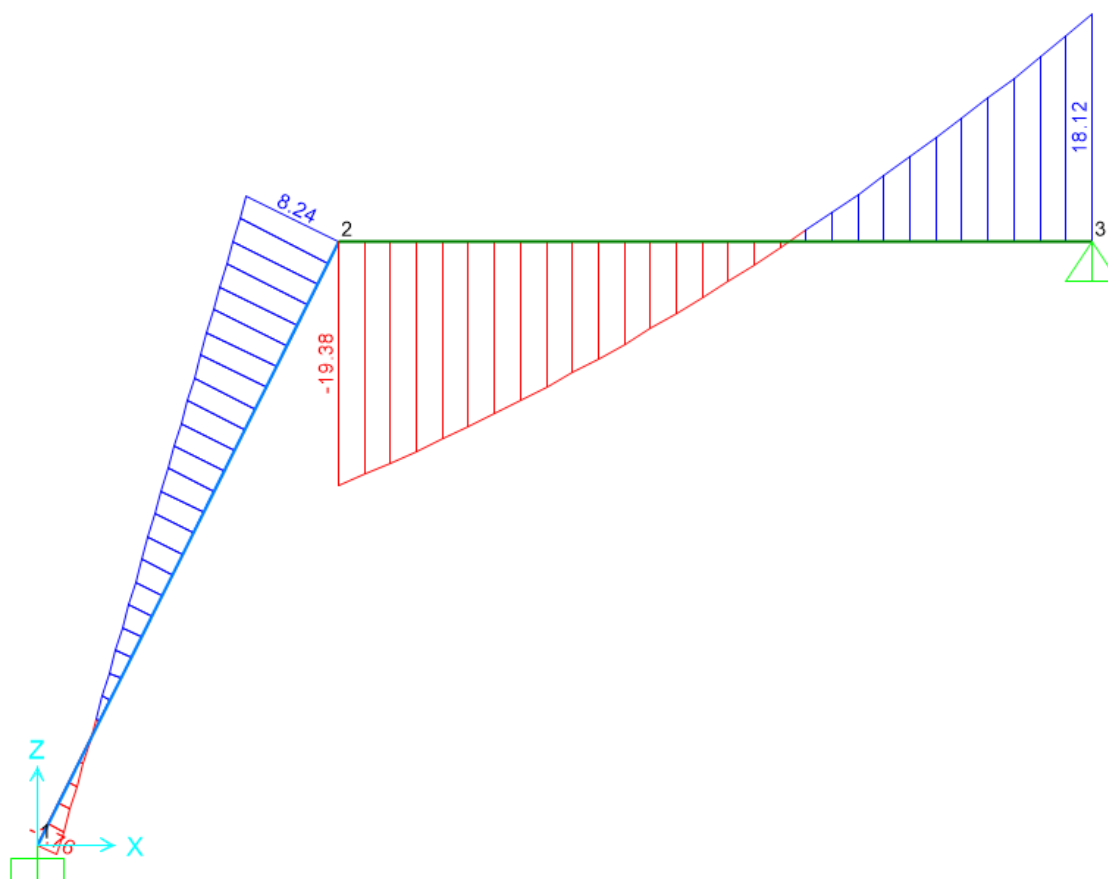
۱-۷-۴- تغییر شکل سازه



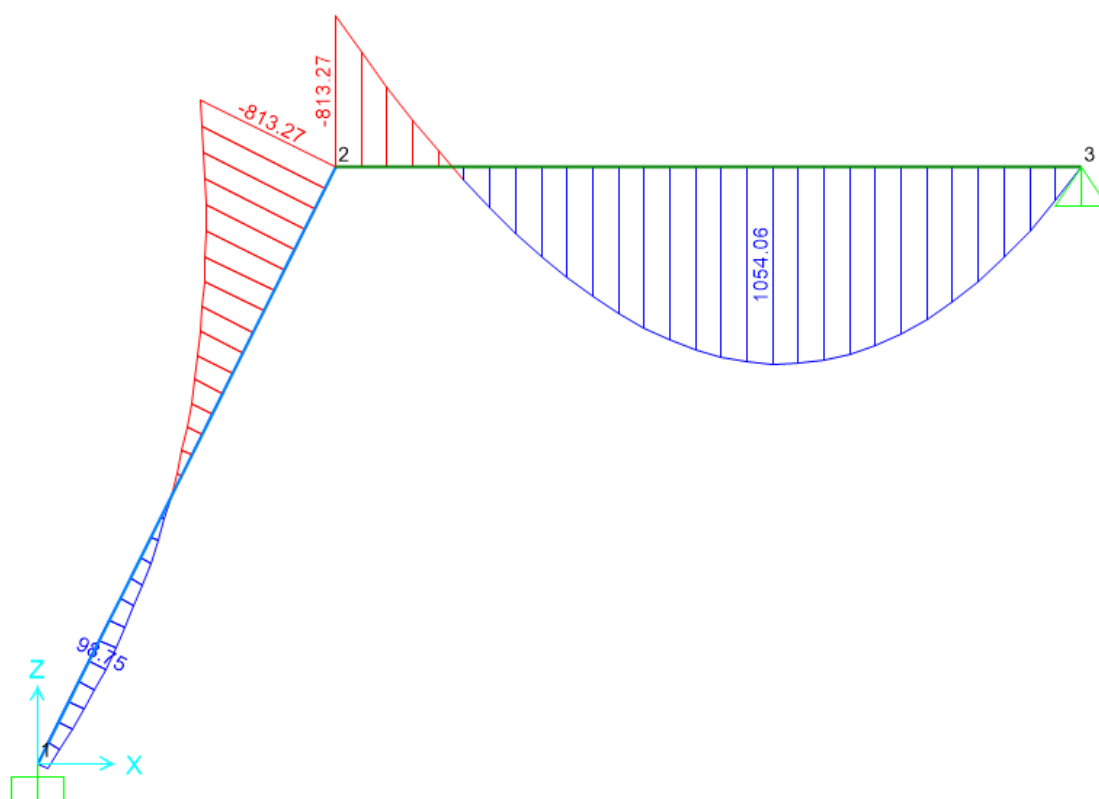
۱-۷-۵- نمودار نیروی محوری اعضا



۱-۷-۶- نمودار نیروی برشی اعضا



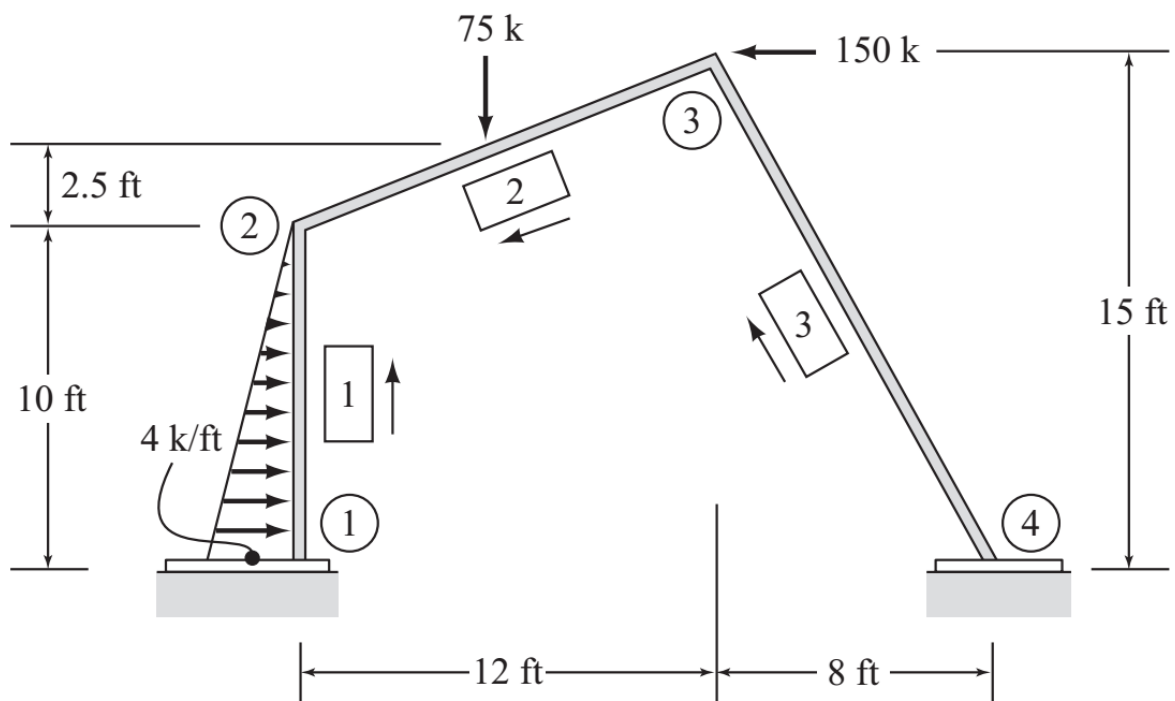
۷-۷-۱- نمودار نیروی خمشی اعضا



۸-۱- قاب صفحه‌ای

با استفاده از نرم‌افزار SAP2000 سازه زیر را تحلیل نموده و موارد زیر را در نرم‌افزار نشان دهید:

- مقادیر جابجایی گره‌ها
- عکس‌العمل تکیه‌گاه‌ها
- نیروهای داخلی اعضا
- نمودارهای نیروهای محوری و برشی و خمشی



$E, A, I = \text{constant}$

$E = 29,000 \text{ ksi}$

$A = 10.3 \text{ in.}^2$

$I = 285 \text{ in.}^4$

۱-۸-۱- مقادیر جابجایی گره‌ای

Joint Displacements

File View Format-Filter-Sort Select Options

Units: As Noted Joint Displacements

Filter:

	Joint Text	OutputCase	CaseType Text	U1 in	U2 in	U3 in	R1 Radians	R2 Radians	R3 Radians
▶	1	DEAD	LinStatic	0	0	0	0	0	0
	2	DEAD	LinStatic	-2.09386	0	-0.05147	0	-0.007954	0
	3	DEAD	LinStatic	-1.807778	0	-0.909216	0	-0.002888	0
	4	DEAD	LinStatic	0	0	0	0	0	0

Record: << < 1 > >> of 4

Add Tables... Done

۱-۸-۲- مقادیر عکس‌العمل تکیه‌گاهی

Joint Reactions

File View Format-Filter-Sort Select Options

Units: As Noted Joint Reactions

Filter:

	Joint Text	OutputCase	CaseType Text	F1 Kip	F2 Kip	F3 Kip	M1 Kip-in	M2 Kip-in	M3 Kip-in
▶	1	DEAD	LinStatic	78.786	0	128.118	0	5875.033	0
	4	DEAD	LinStatic	51.214	0	-53.118	0	2176.555	0

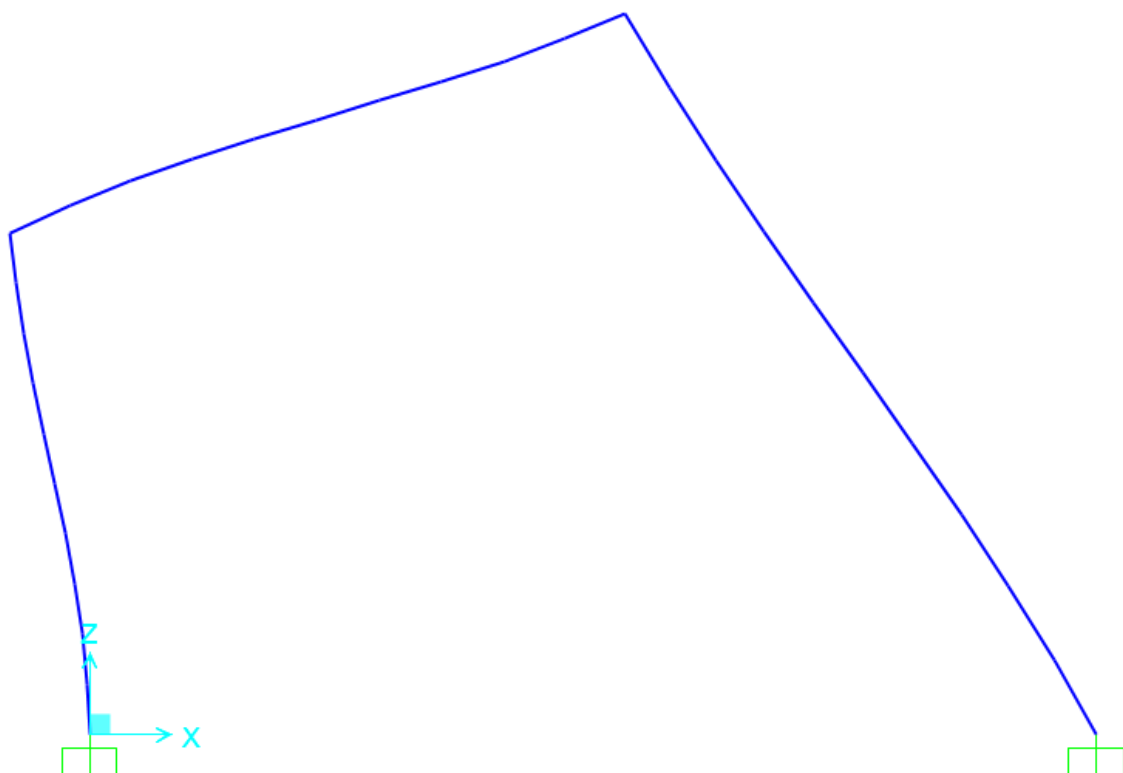
Record: << < 1 > >> of 2

Add Tables... Done

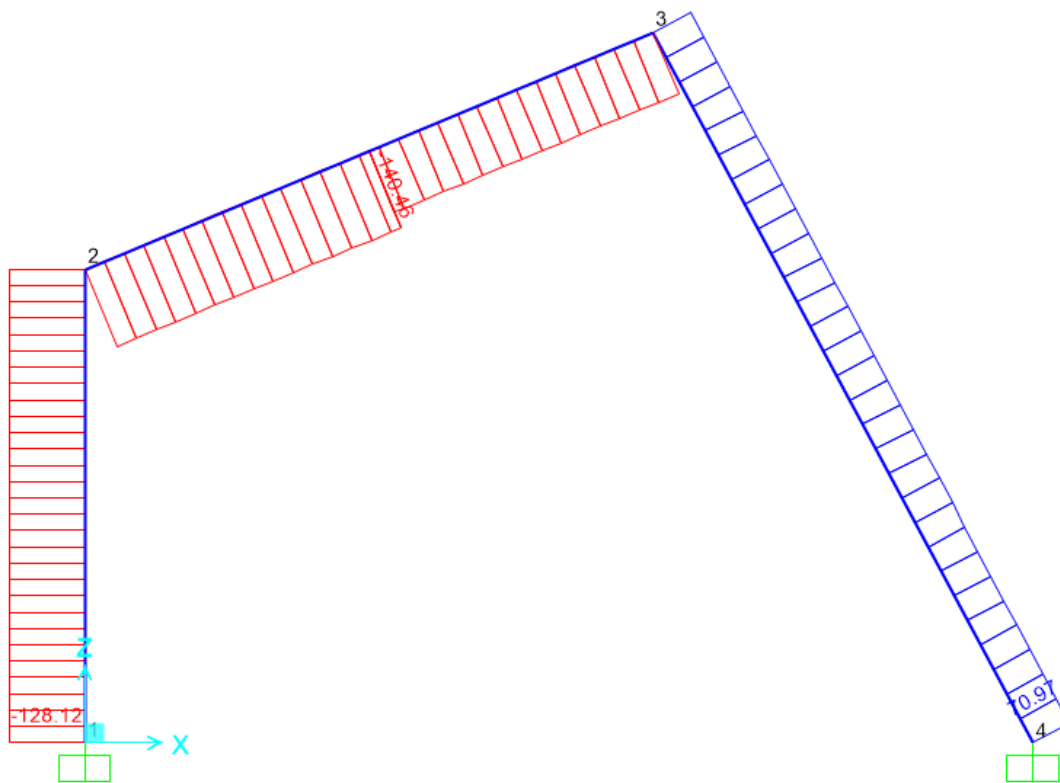
۱-۸-۳- مقادیر نیروهای داخلی اعضا

Element Forces - Frames													
File View Format-Filter-Sort Select Options													
Units: As Noted													
Filter:													
	Frame Text	Station in	OutputCase	CaseType Text	P Kip	V2 Kip	V3 Kip	T Kip-in	M2 Kip-in	M3 Kip-in	FrameElem Text	Elem	
▶	1	0	DEAD	LinStatic	-128.118	-78.786	0	0	0	-5875.033	1-1		
	1	120	DEAD	LinStatic	-128.118	-98.786	0	0	0	5179.336	1-1		
	2	0	DEAD	LinStatic	-111.618	11.038	0	0	0	1942.528	2-1		
	2	156	DEAD	LinStatic	-140.464	80.268	0	0	0	-5179.336	2-1		
	3	0	DEAD	LinStatic	70.97	-20.192	0	0	0	-2176.555	3-1		
	3	204	DEAD	LinStatic	70.97	-20.192	0	0	0	1942.528	3-1		

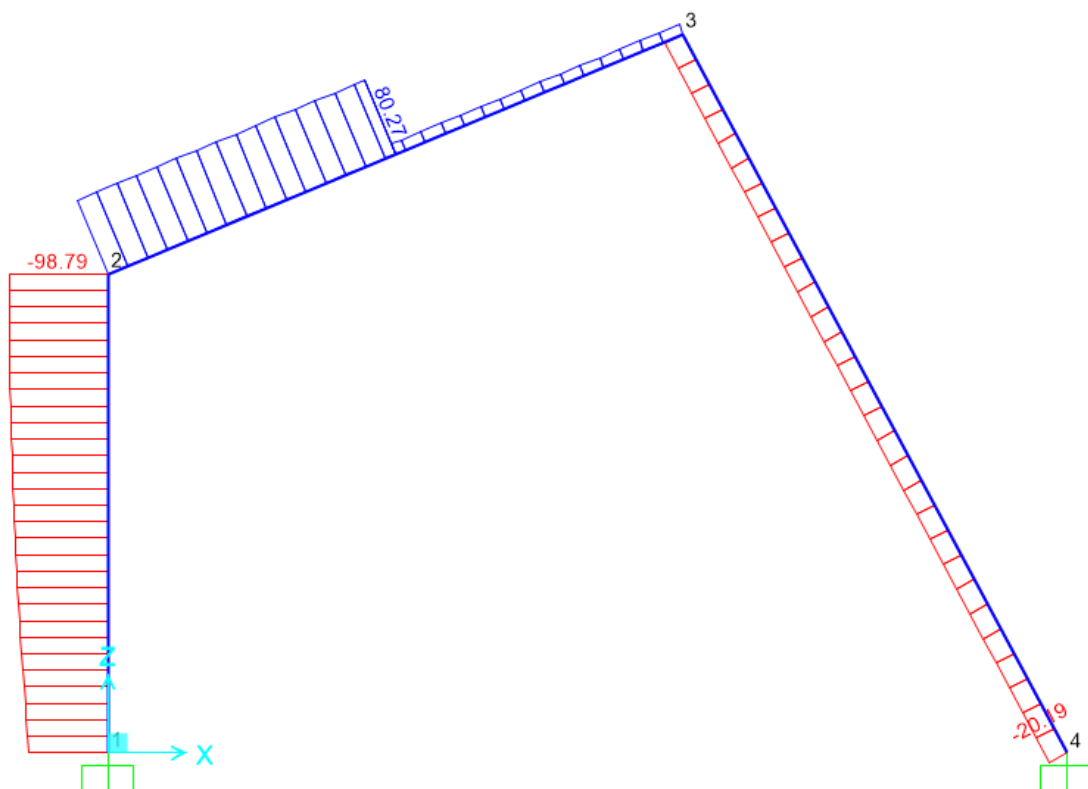
۱-۸-۴- تغییر شکل سازه



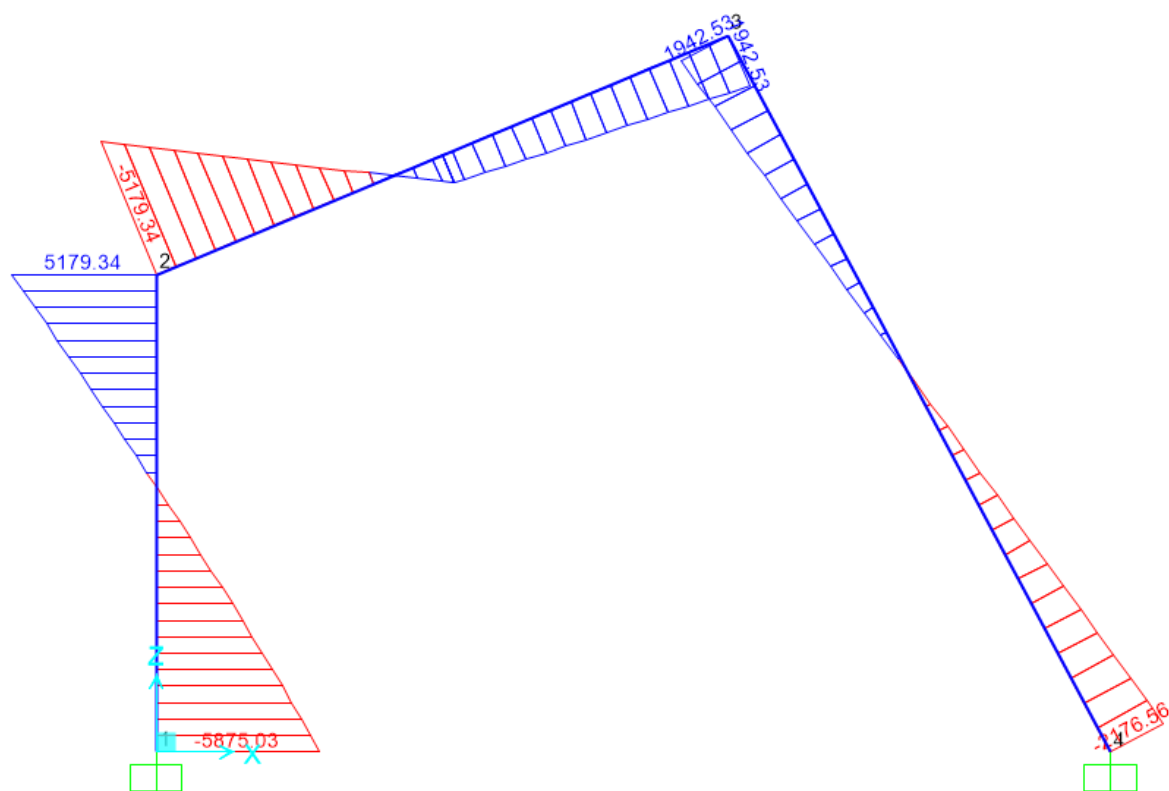
۱-۸-۵- نمودار نیروی محوری اعضا



۱-۸-۶- نمودار نیروی برشی اعضا



۱-۸-۷- نمودار نیروی خمشی اعضا



۲- تمرین ها

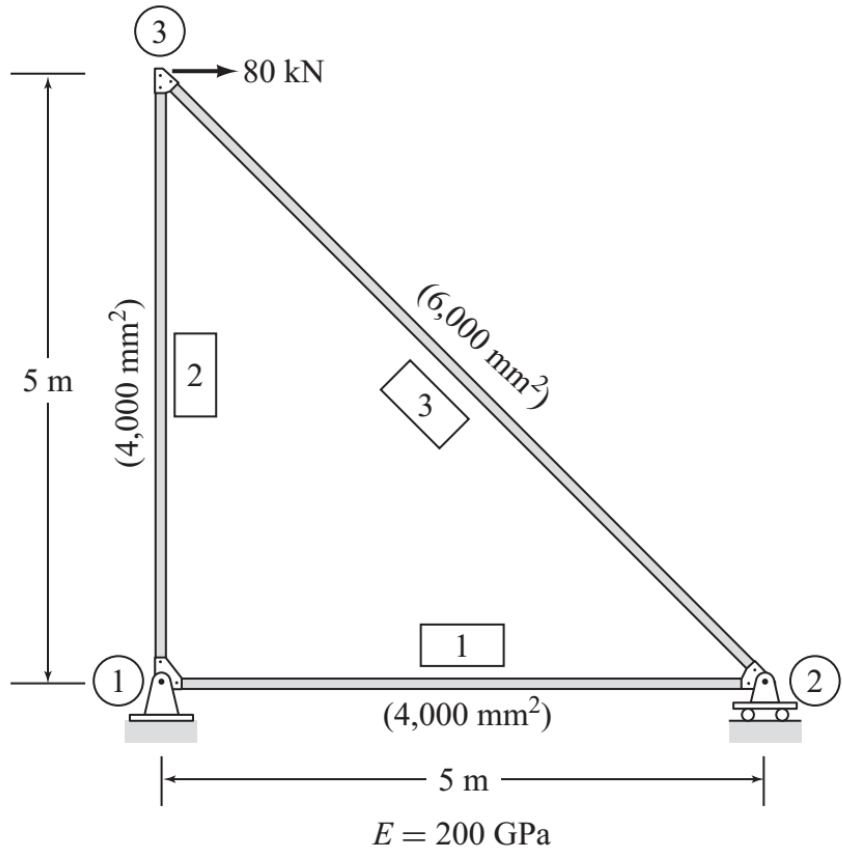
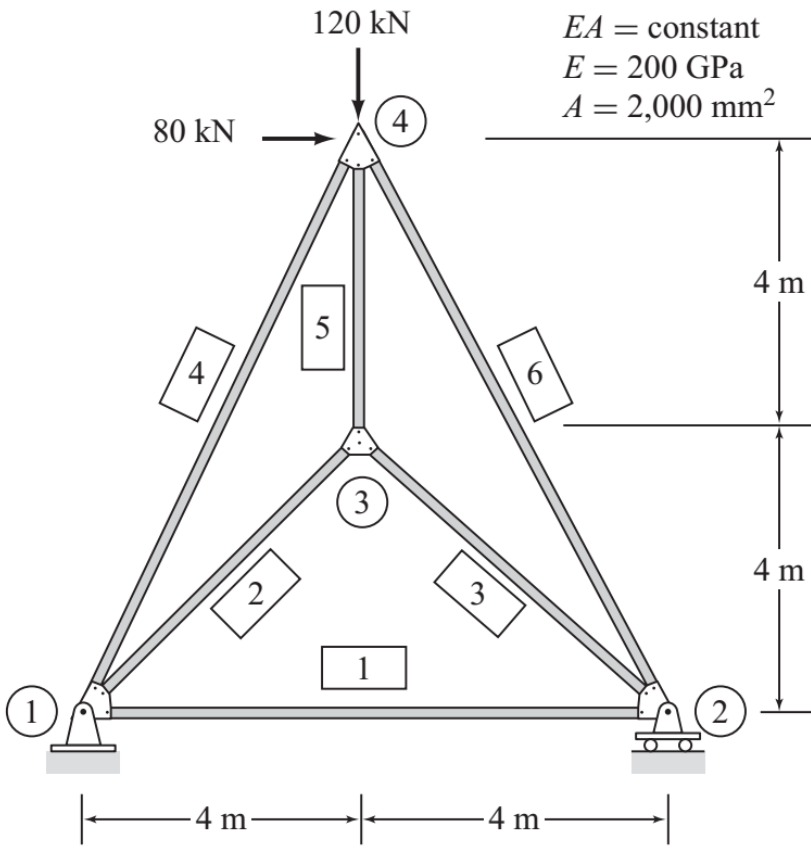
با استفاده از نرم‌افزار SAP2000 سازه‌های زیر را تحلیل نموده و موارد زیر را در نرم‌افزار نشان دهید:

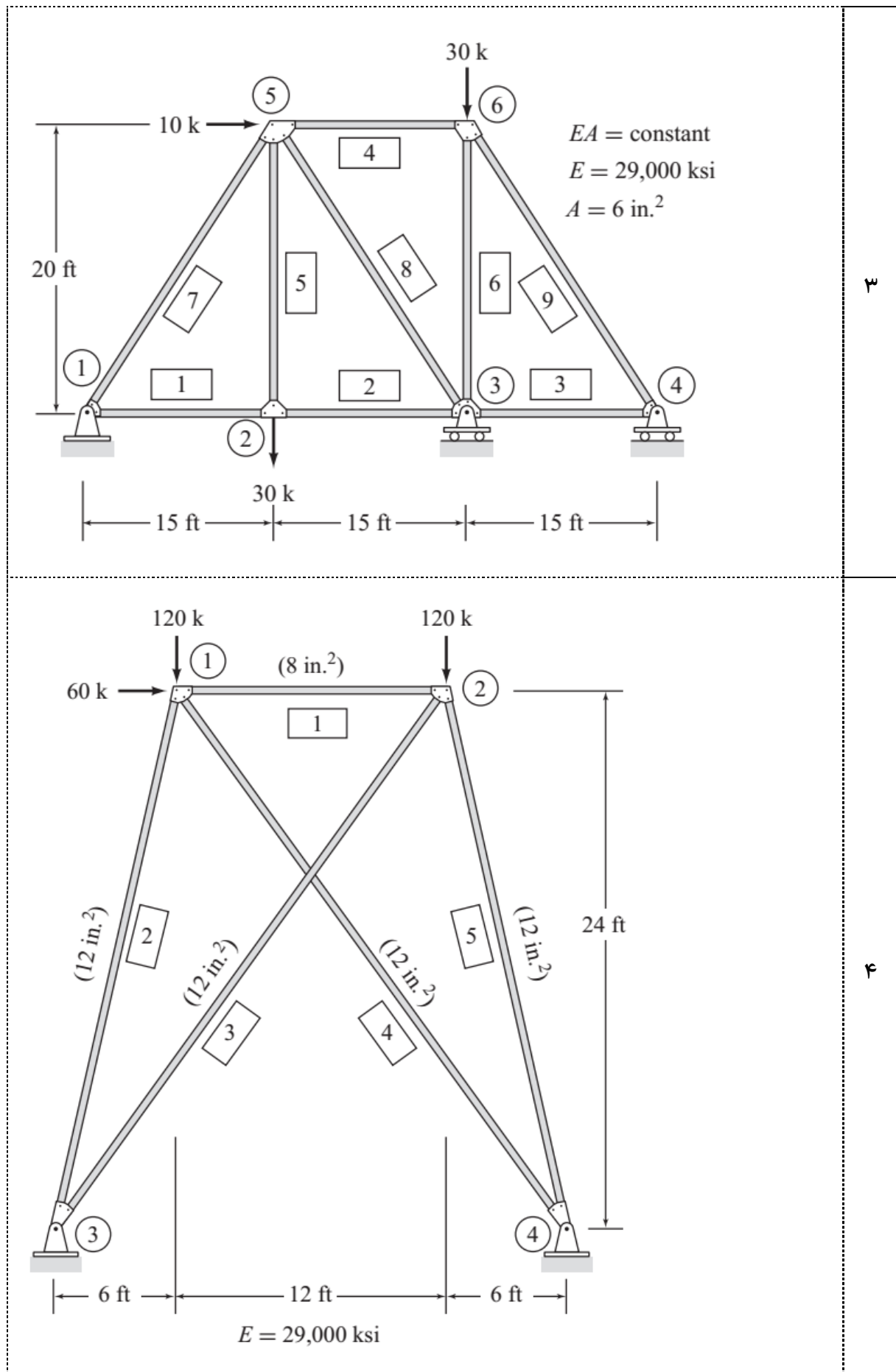
- تغییر شکل سازه
- مقادیر جابجایی گره‌ها
- عکس‌العمل تکیه‌گاه‌ها
- نیروهای داخلی اعضا
- نمودارهای نیروهای محوری و برشی و خمشی

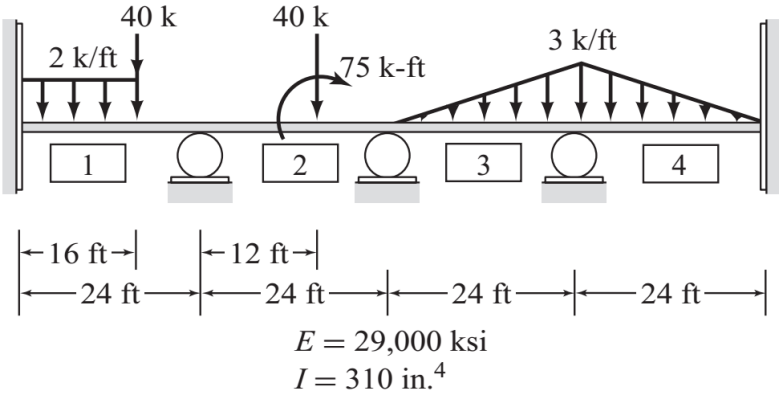
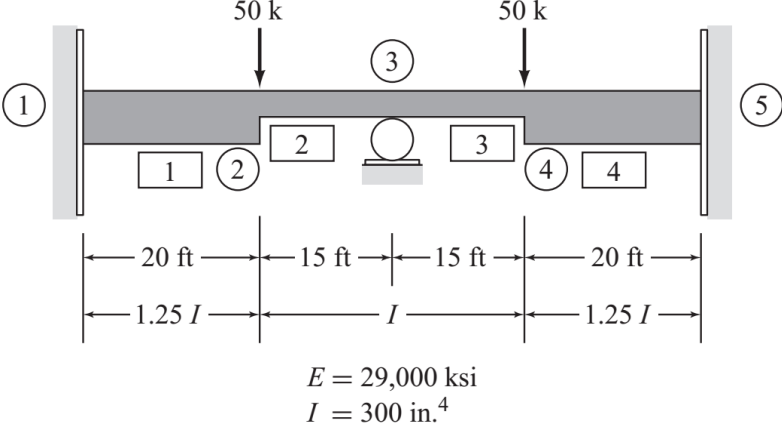
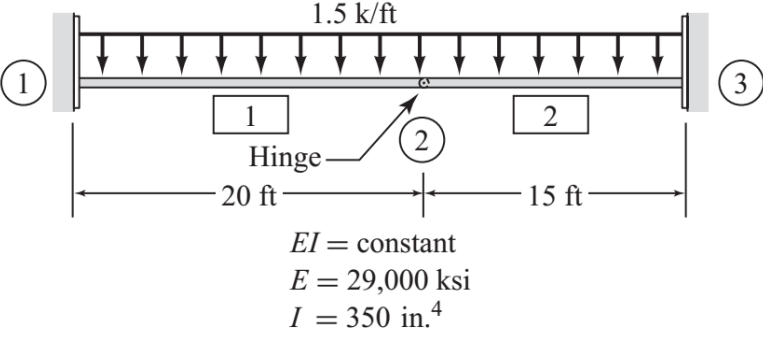
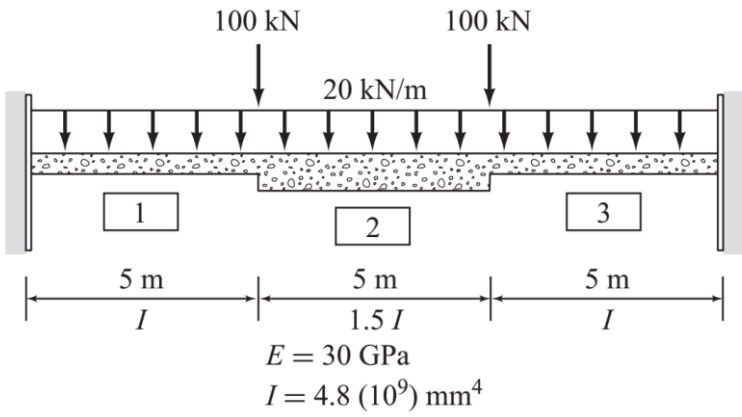
اطلاعات مورد نیاز هر مسئله داده شده است.

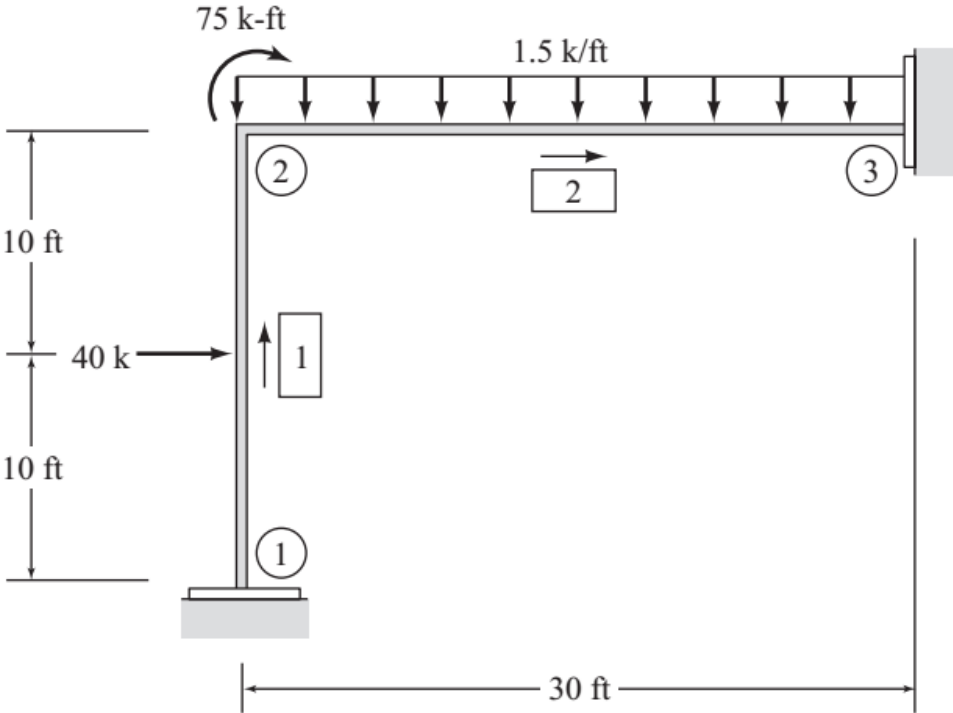
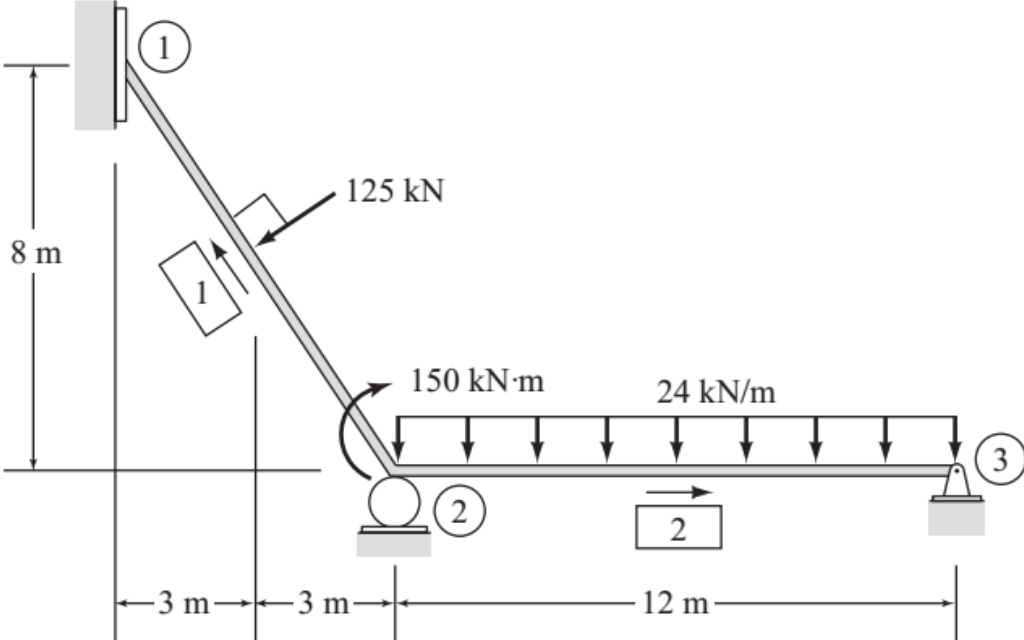
اصطلاحات :

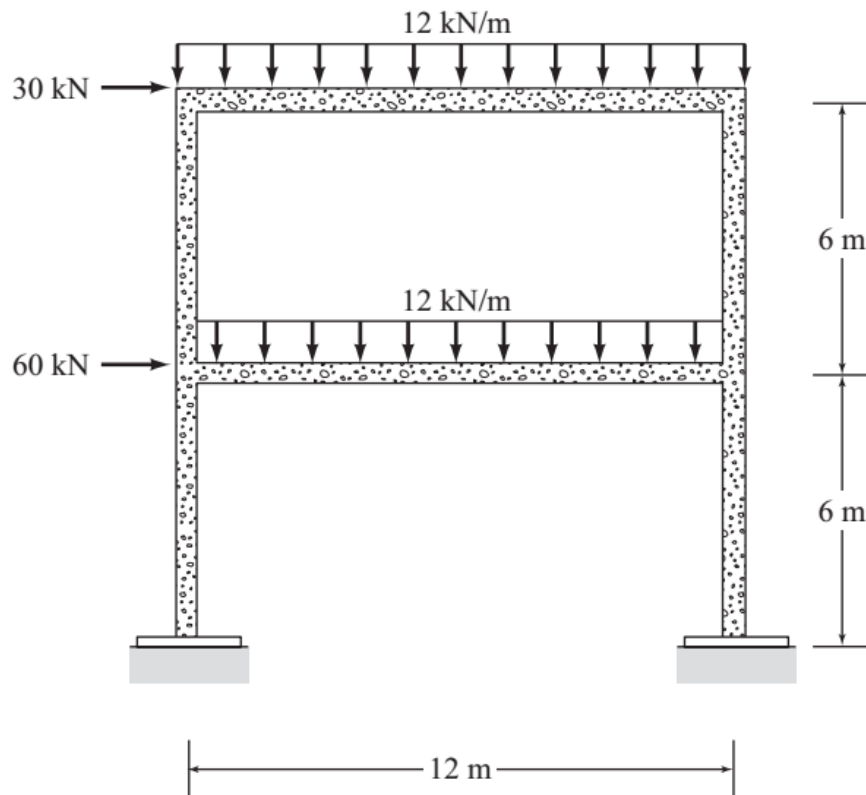
Hinge	مفصل
Beams	تیرها
Girders	شاه تیرها
Columns	ستون‌ها

 <p>Diagram of a truss structure with three members. Node 1 is at the bottom left, node 2 is at the bottom right, and node 3 is at the top. Member 1 is horizontal, member 2 is vertical, and member 3 is diagonal. A horizontal force of 80 kN is applied at node 3. Dimensions: height is 5 m, width is 5 m. Cross-sectional areas: $A_1 = 4,000 \text{ mm}^2$, $A_2 = 4,000 \text{ mm}^2$, $A_3 = 6,000 \text{ mm}^2$. Modulus of elasticity $E = 200 \text{ GPa}$.</p>	<p>۱</p>
 <p>Diagram of a truss structure with six members. Node 1 is at the bottom left, node 2 is at the bottom right, and node 4 is at the top. Node 3 is at the center. A horizontal force of 80 kN and a vertical force of 120 kN are applied at node 4. Dimensions: height is 8 m (4 m + 4 m), width is 8 m (4 m + 4 m). All members have $EA = \text{constant}$, $E = 200 \text{ GPa}$, and $A = 2,000 \text{ mm}^2$.</p>	<p>۲</p>



 <p> $E = 29,000 \text{ ksi}$ $I = 310 \text{ in.}^4$ </p>	۵
 <p> $E = 29,000 \text{ ksi}$ $I = 300 \text{ in.}^4$ </p>	۶
 <p> $EI = \text{constant}$ $E = 29,000 \text{ ksi}$ $I = 350 \text{ in.}^4$ </p>	۷
 <p> $E = 30 \text{ GPa}$ $I = 4.8 (10^9) \text{ mm}^4$ </p>	۸

 <p> $E, A, I = \text{constant}$ $E = 29,000 \text{ ksi}$ $A = 10.3 \text{ in.}^2$ $I = 510 \text{ in.}^4$ </p>	<p>۹</p>
 <p> $E, A, I = \text{constant}$ $E = 200 \text{ GPa}$ $A = 13,000 \text{ mm}^2$ $I = 762(10^6) \text{ mm}^4$ </p>	<p>۱۰</p>



$$E = 30 \text{ GPa}$$

Columns:

$$A = 93,000 \text{ mm}^2$$

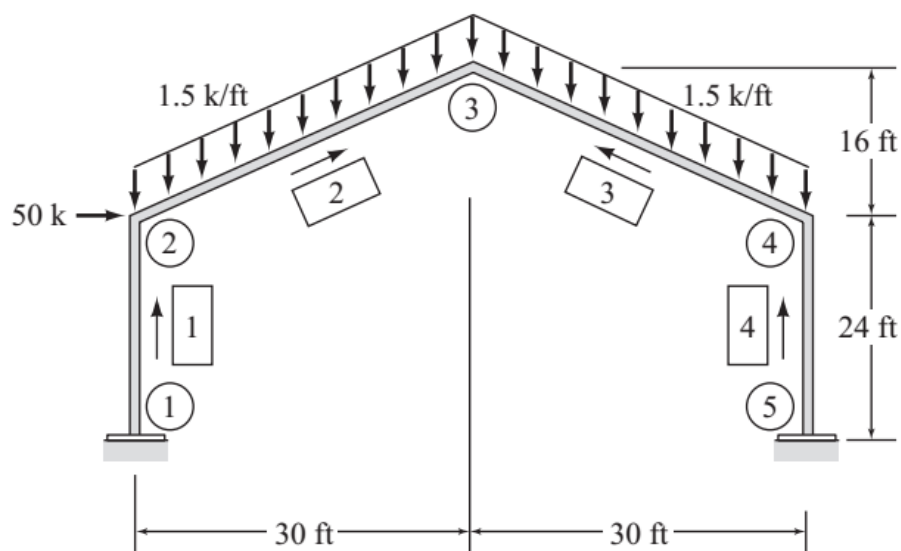
$$I = 720(10^6) \text{ mm}^4$$

Girders:

$$A = 140,000 \text{ mm}^2$$

$$I = 2,430(10^6) \text{ mm}^4$$

۱۱



$$E = 29,000 \text{ ksi}$$

Columns:

$$A = 20 \text{ in.}^2$$

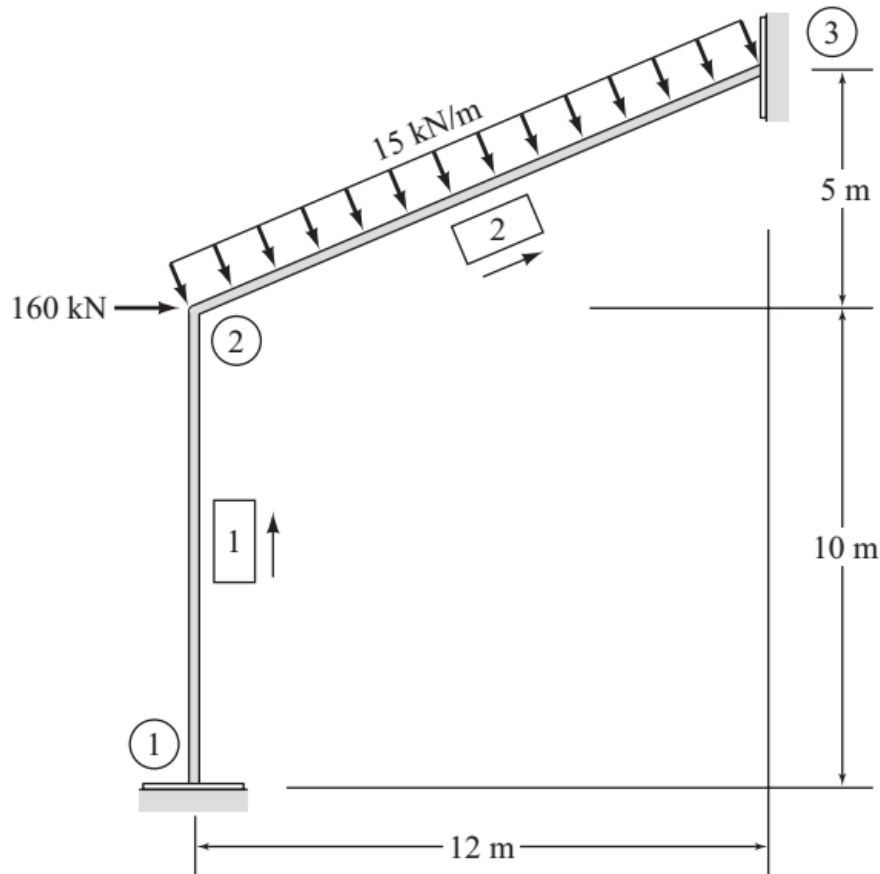
$$I = 723 \text{ in.}^4$$

Girders:

$$A = 20.1 \text{ in.}^2$$

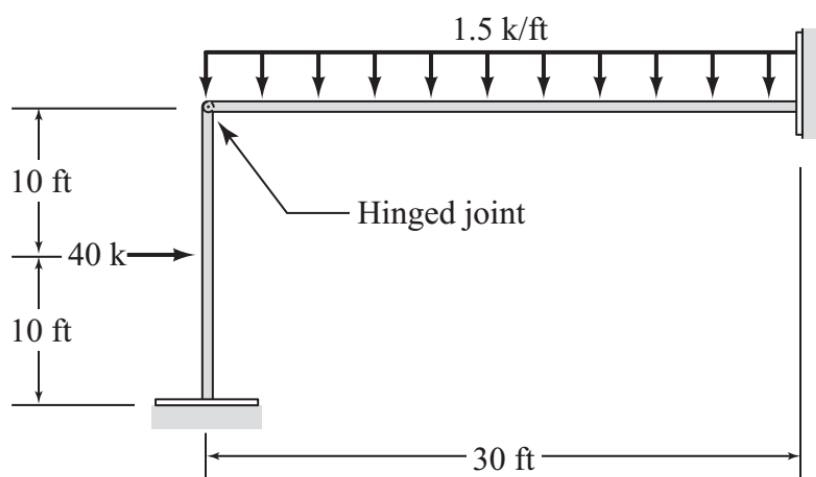
$$I = 1,830 \text{ in.}^4$$

۱۲



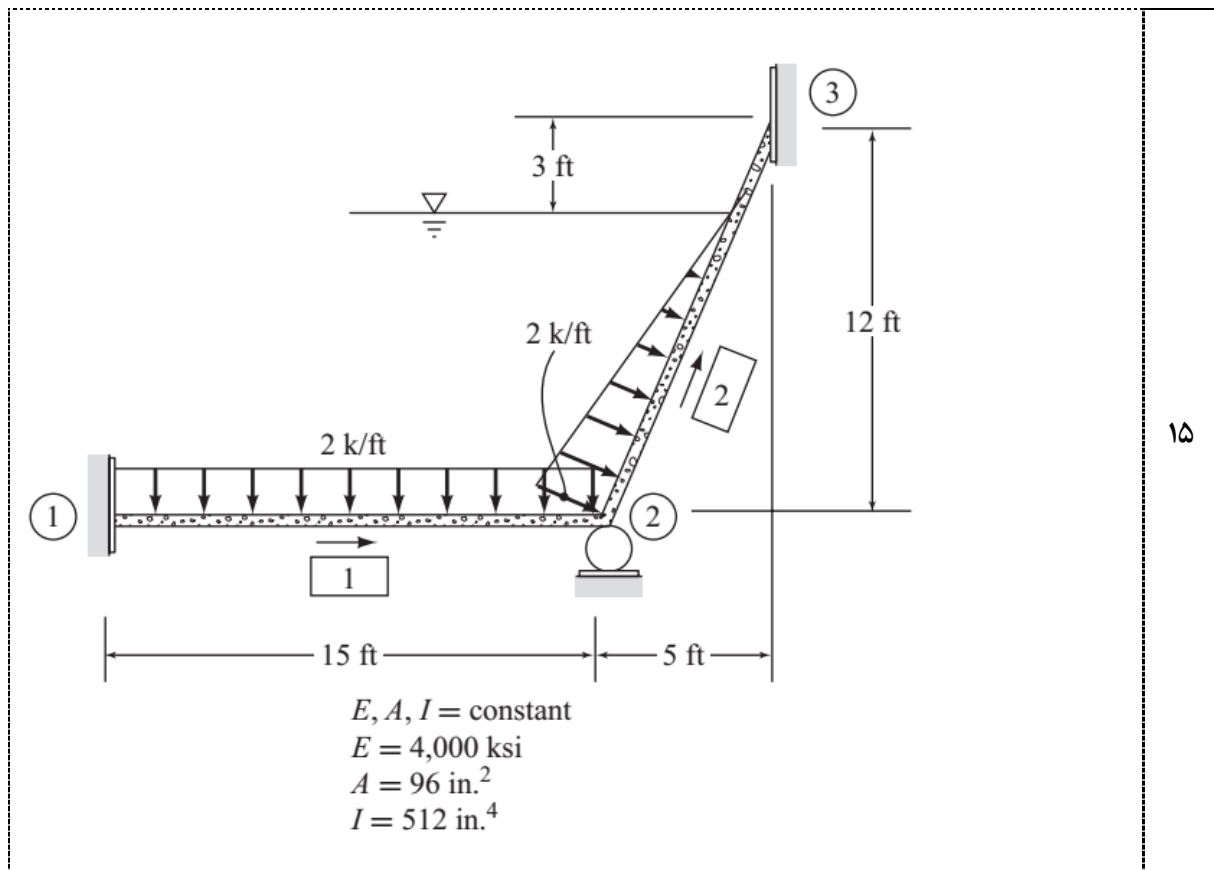
$$\begin{aligned} E, A, I &= \text{constant} \\ E &= 70 \text{ GPa} \\ A &= 4,570 \text{ mm}^2 \\ I &= 34.5(10^6) \text{ mm}^4 \end{aligned}$$

۱۳



$$\begin{aligned} E, A, I &= \text{constant} \\ E &= 29,000 \text{ ksi} \\ A &= 10.3 \text{ in.}^2 \\ I &= 510 \text{ in.}^4 \end{aligned}$$

۱۴



۱۵