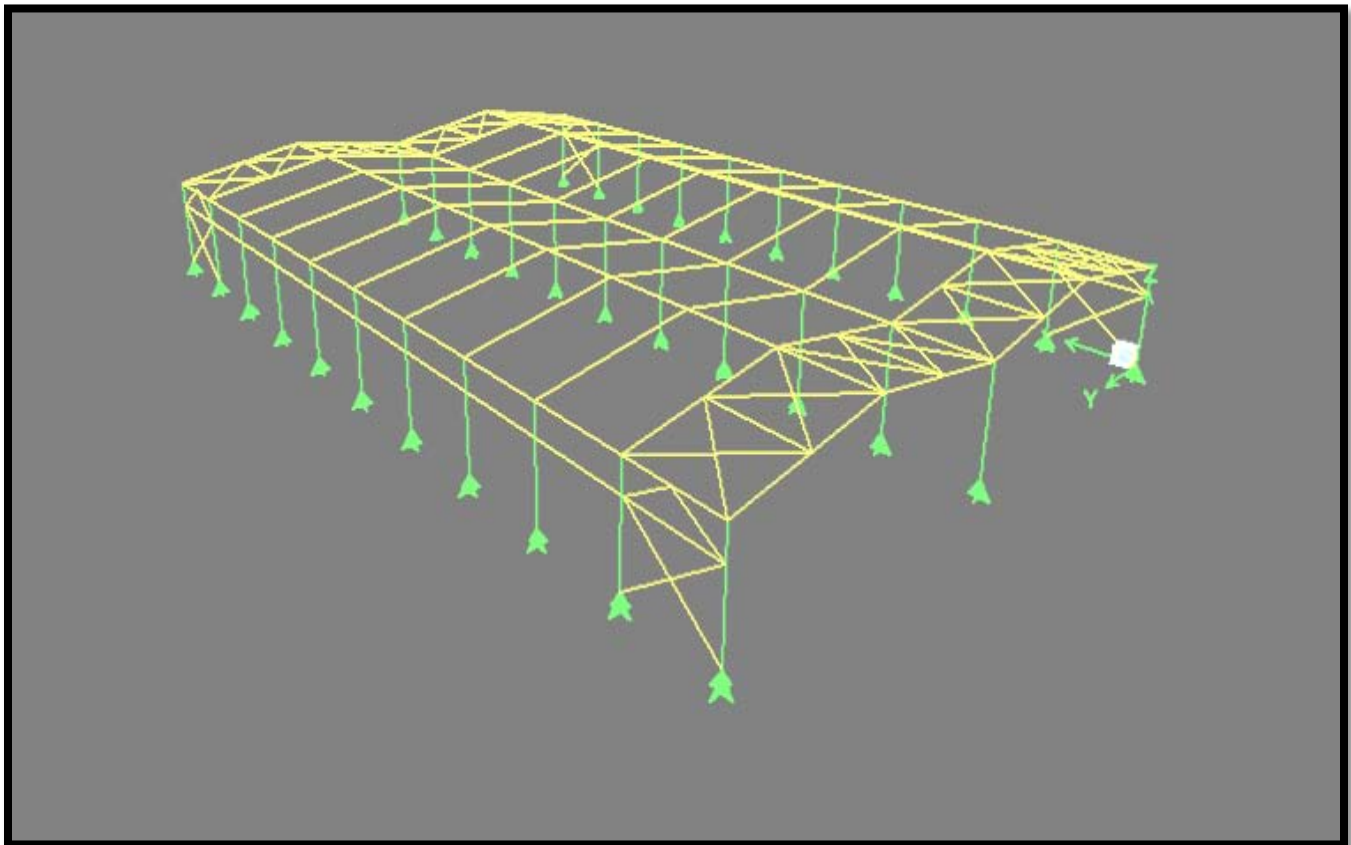


شرح پروژه : این ساختمان صنعتی دارای دو دهانه هشتی شکل به عرض 20 متر می باشد . ارتفاع ستون های کناری آن 6 متر و ارتفاع تاج های آن نسبت به تراز روی پی 7.5 متر می باشد. این ساختمان در جهت طولی دارای 11 قاب می باشد که فاصله این قاب ها از هم 6 متر است. سازه سوله در دهانه های اول و آخر دارای بادبند دیوار و بادبند سقف می باشد. کلیه ستون های آن برای کماتش حول محور ضعیف خود دارای تکیه گاه جانبی می باشند. فاصله این تکیه گاه ها از تراز روی پی 4.3 متر می باشد. همچنین این ساختمان صنعتی دارای جرثقیل به ظرفیت اسمی 5 تن می باشد.

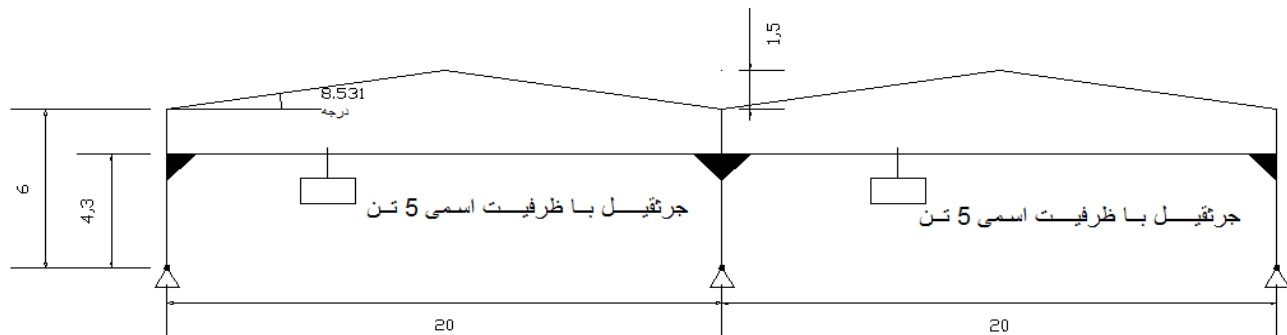
محل ساخت پروژه در خرم آباد فرض شده است.

در دو تصویر زیر شمای کلی از این ساختمان صنعتی مشاهده می شود.



تصویر سه بعدی از سازه ساختمان صنعتی

همانطور که در تصویر زیر مشاهده می شود هر دو دهانه قاب دارای جرثقیل به ظرفیت اسمی 5 تن می باشد. فاصله پل های آنها از تراز روی پی 4.3 متر است.



قاب دو دهانه صنعتی با جرثقیل

محاسبه و نمایش بارگذاری های مختلف قاب های عرضی :

#### 1- قاب های عرضی تحت بار مرده:

شامل وزن اسکلت و پوشش، وزن لایه، وزن پشم شیشه و توری مرغی و وزن قاب است که به عنوان حدس اولیه مقادیر زیر در نظر گرفته می شود.

وزن پوشش با ورق گالوانیزه : 20 کیلو گرم بر متر مربع

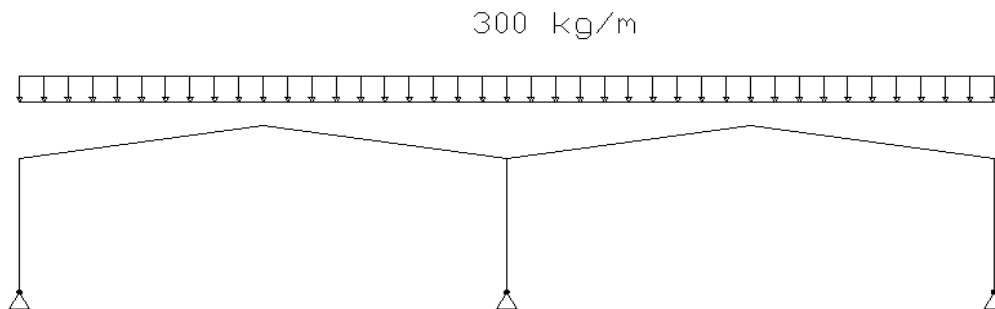
وزن لایه : 5 کیلو گرم بر متر مربع

وزن پشم شیشه و توری مرغی : 5 کیلو گرم بر متر مربع

وزن قاب : 20 کیلو گرم بر متر مربع

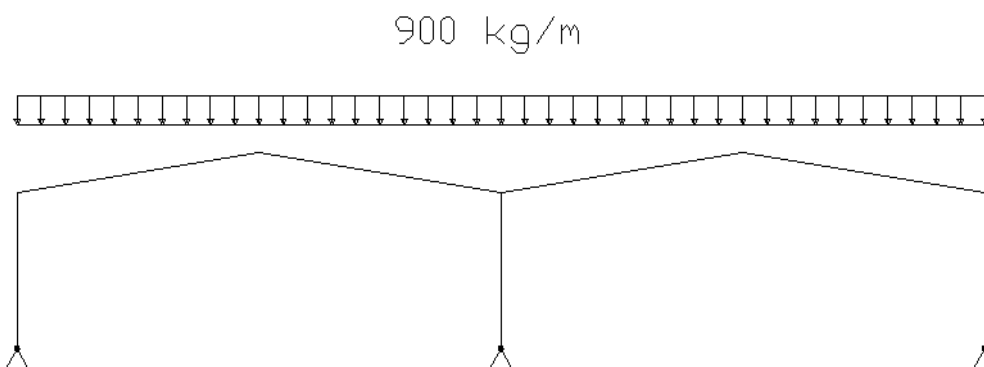
جمع : 50 کیلو گرم بر متر مربع

با توجه به فاصله 6 متری قاب ها از همدیگر بارگذاری مرده قاب های عرضی در زیر مشاهده می شود.



قالب تحت بار مرده در واحد طول افقی

2- بار برف: با توجه به اینکه محل احداث پروژه در مناطق سردسیر قرار دارد و شیب بام از 15 درجه کمتر است (نیازی به لحاظ بارگذاری نامتقارن برف نیست) بار زنده معادل برای برف مطابق آیین نامه تجدید نظر شده 519 بارگذاری ایران 150 کیلو گرم بر متر مربع می باشد.



قالب تحت بار برف متقارن

بار باد: مقدار فشار یا مکش ناشی از باد بر روی سطوح بر اساس آیین نامه تجدید نظر شده 519 ایران از رابطه زیر تعیین می شود.

$$P=C_e C_q q$$

$q$  فشار مبنای باد است که مقدار آن برای شهر خرم آباد با توجه به سرعت مبنای باد 85 کیلو متر بر ساعت در این منطقه برابر خواهد بود با :

$$q = 0.005 V^2 = 0.005 \times 85^2 = 36 \text{ kg/m}^2$$

$C_e$  ضریب اثر تغییر سرعت برای نواحی باز خارج شهرها یا محلهایی که دارای ساختمانهای پراکنده هستند و ارتفاع ساختمان کمتر از 10 متر است این ضریب برابر 2 توسط آیین نامه 519 پیشنهاد شده است .

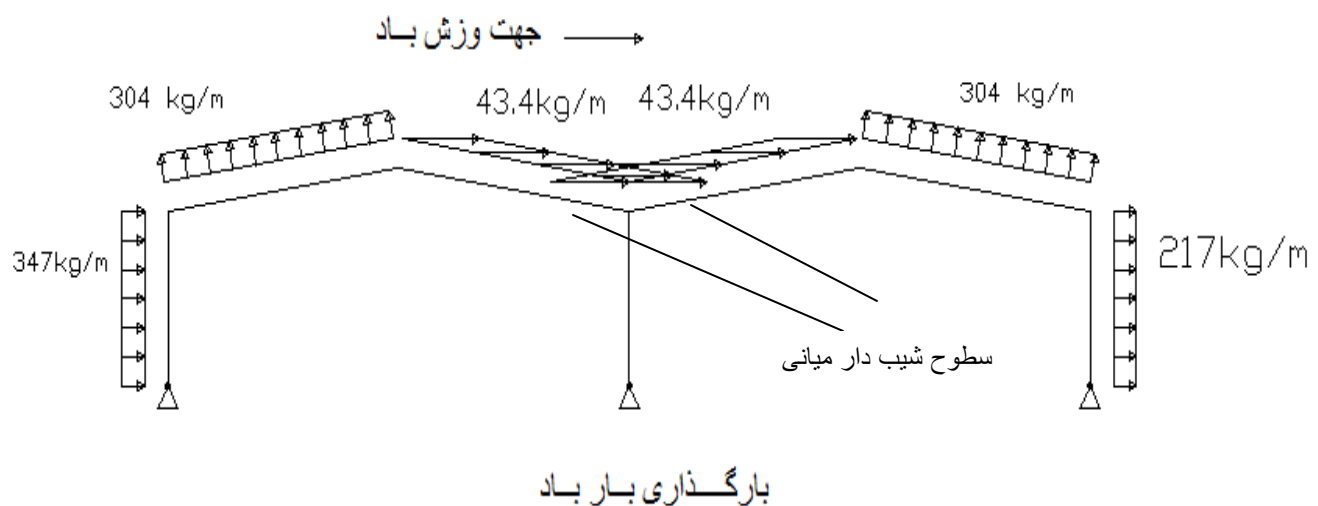
ضریب شکل ،  $C_q$  ، برای این قاب صنعتی مطابق آیین نامه 519 بارگذاری ایران برای سطوح مختلف به شرح زیر است :

برای دیوار قائم رو به باد : 0.8

برای دیوار قائم پشت به باد : -0.5

برای دو سطح شیب دار رو و پشت به باد : -0.7- ( زاویه شیب بام از 15 درجه کمتر است.)

برای دو سطح شیب دار میانی : 0.1 ( این نیروها به صورت رانشی افقی می باشند .)



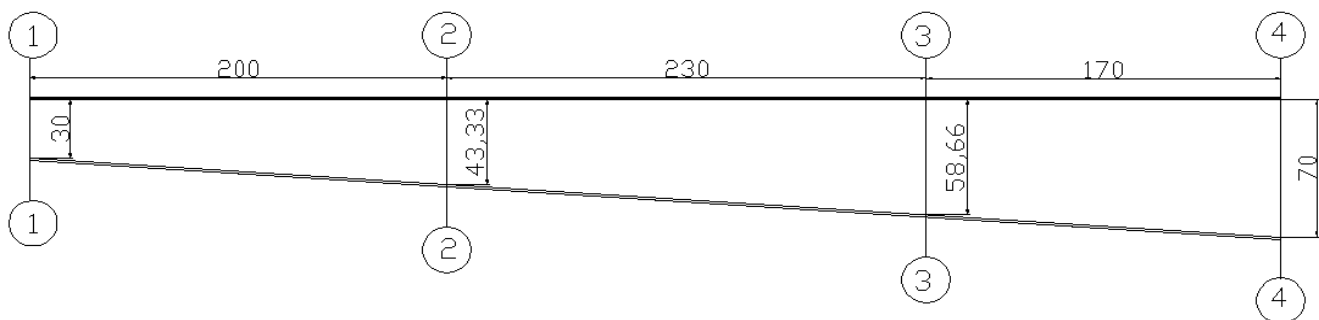
ترکیبات بارگذاری : بر اساس آیین نامه 519 تجدید نظر شده ترکیبات زیر در نظر گرفته می شوند.

- 1- بار جرثقیل  $D+S+$
- 2- بار جرثقیل  $D+W+$
- 3- بار جرثقیل  $D+0.5S+W+$
- 4- بار جرثقیل  $D+S+0.5W+$

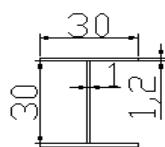
توجه شود که در طرح سوله ها غالباً بار باد نسبت به بار ناشی از زلزله غالب است و نیازی به اعمال نیروی زلزله نمی باشد.

تحلیل سازه برای قاب های عرضی تحت بار گذاری های مختلف :

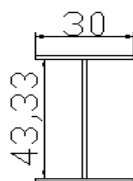
تحلیل قاب های عرضی تحت بار های مختلف با استفاده از نرم افزار متلب انجام شده است . ستون های با مقطع متغیر کناری و تیر های شیب دار با مقطع متغیر به عنوان حدس اولیه در زیر نشان داده شده است . از آنجا که بر اساس قضاوت مهندسی ستون میانی تحت لنگر خمشی بالایی قرار نمی گیرد برای آن یک ستون با مقطع ثابت در نظر می گیریم.



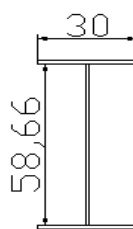
نمایش مقاطع ستون های کناری سوله در نقاط مختلف



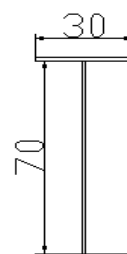
مقطع 1-1



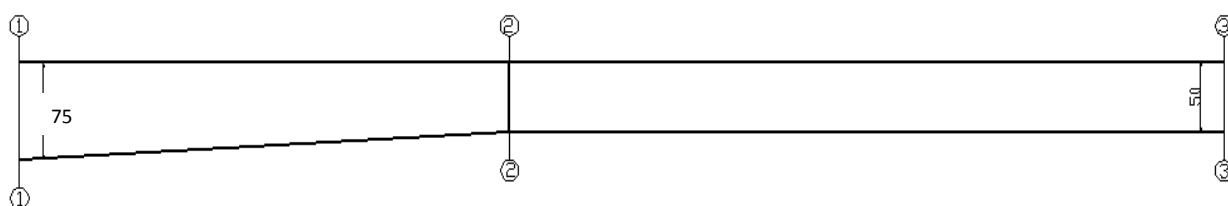
مقطع 2-2



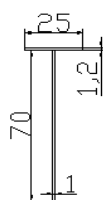
مقطع 3-3



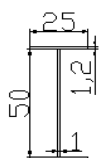
مقطع 4-4



نمایش مشخصات هندسی تیر شیبدار قاب

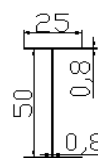


مقطع 1-1



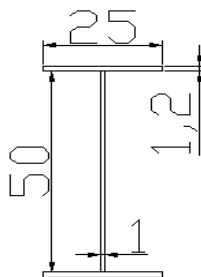
مقطع 2-2

برای قسمت سمت چپ



مقطع 2-2 و مقطع 3-3

برای قسمت سمت راست



مشخصات هندسی مقطع ستون میانی قاب

لازم به توضیح است که در هنگام اعمال بار باد تنش های مجاز 33 درصد افزایش می یابند که به معنای کاهش 25 درصدی بارها می باشد. این مطلب در هنگام تعیین بارگذاری بحرانی لحاظ شده است. نکته دیگر اینکه به علت آنکه مقطع تیرهای مجاور ستون میانی تحت لنگر خمشی بالایی قرار می گیرد بنابراین نحوه قرارگیری تیر شیبدار به گونه ای است که مقطع بزرگتر آن در بر ستون میانی قرار گیرد.

تحلیل قاب تحت بار مرده گسترده یکنواخت :

کد برنامه :

```
%please enter nessasary data by workspace.
%calculating lenght and transform matrix of elements.
clc
format short
for n=1:NE
i=EN(n,2);j=EN(n,3);
L(n)=sqrt((COR(i,2)-COR(j,2))^2+(COR(i,3)-COR(j,3))^2);
l(n)=(COR(i,2)-COR(j,2))/L(n);
LV(:, :, n)=[3*i-2 3*i-1 3*i 3*j-2 3*j-1 3*j];
m(n)=(COR(i,3)-COR(j,3))/L(n);
R12(:, :, n)=[l(n) m(n) 0;-m(n) l(n) 0;0 0 1];
R21(:, :, n)=[-l(n) -m(n) 0;m(n) -l(n) 0;0 0 1];
end
%calculating stiffness matrices of elements.
for n=1:NE
k11(:, :, n)=[P(n,2)*P(n,3)/L(n), 0, 0; 0, 12*P(n,2)*P(n,4)/L(n)^3, -
6*P(n,2)*P(n,4)/L(n)^2; ...
0, -6*P(n,2)*P(n,4)/L(n)^2, 4*P(n,2)*P(n,4)/L(n)];
k12(:, :, n)=[P(n,2)*P(n,3)/L(n), 0, 0; 0, 12*P(n,2)*P(n,4)/L(n)^3, -
6*P(n,2)*P(n,4)/L(n)^2; ...
0, -6*P(n,2)*P(n,4)/L(n)^2, 2*P(n,2)*P(n,4)/L(n)];
k21(:, :, n)=k12(:, :, n)';
k22(:, :, n)=k11(:, :, n);
end
%calculating stiffness matrices of elements in global systems.
```

```

for n=1:NE
    K11(:, :, n)=R12(:, :, n)'*k11(:, :, n)*R12(:, :, n);
    K12(:, :, n)=R12(:, :, n)'*k12(:, :, n)*R21(:, :, n);
    K21(:, :, n)=K12(:, :, n)';
    K22(:, :, n)=R21(:, :, n)'*k22(:, :, n)*R21(:, :, n);
    KE(:, :, n)=[K11(:, :, n), K12(:, :, n); K21(:, :, n), K22(:, :, n)];
end
%assembling stiffness matrix of frame.
K=zeros(3*NN, 3*NN);
for n=1:NE
    for i=1:6
        for j=1:6
            I=LV(1, i, n);
            J=LV(1, j, n);
            K(I, J)=KE(i, j, n)+K(I, J);
        end
    end
end
K1=K;
%calculating external nodal force vector.
F1=zeros(3*NN, 1);
for n=1:NF1
    i=FM(n, 1);
    F1(3*i-2)=FM(n, 2);
    F1(3*i-1)=FM(n, 3);
    F1(3*i)=FM(n, 4);
end
F2=zeros(3*NN, 1);
for n=1:NF2
    i=FEM(n, 2); j=FEM(n, 6);
    F2(3*i-2)=FEM(n, 3)+F2(3*i-2); F2(3*j-2)=FEM(n, 7)+F2(3*j-2);
    F2(3*i-1)=FEM(n, 4)+F2(3*i-1); F2(3*j-1)=FEM(n, 8)+F2(3*j-1);
    F2(3*i)=FEM(n, 5)+F2(3*i); F2(3*j)=FEM(n, 9)+F2(3*j);
end
F3=F2;
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
for n=1:NS
    b=SN(n, 1);
    F2(3*b-2)=0; F2(3*b-1)=0;
end
F=F1-F2;
%elimination of rows and columns of K matrix because of exist of supports.
for i=1:NS
    q=3*SN(i, 1);
    K(q-2, :)=0; K(:, q-2)=0; K(q-2, q-2)=1; K(q-1, :)=0; K(:, q-1)=0; K(q-1, q-1)=1;
end
%solution of Eq:{F}=[s]{d}. by Gauss elimination method.
for j=1:3*NN-1
    for i=1+j:3*NN
        t=K(i, j)/K(j, j);
        K(i, :)=K(i, :)-t*K(j, :);
        F(i)=F(i)-t*F(j);
    end
end
%solution of equations.
d=zeros(3*NN, 1);
d(3*NN)=F(3*NN)/K(3*NN, 3*NN);

```



```

for i=3*NN-1:-1:1
sum=0;
for j=i+1:3*NN
sum=sum+K(i,j)*d(j);
end
d(i)=(F(i)-sum)/K(i,i);
end
%creation of external generalized force vector.
F22=zeros(3*NN,1);
for n=1:NS
a=SN(n,1);
F22(3*a-2)=F3(3*a-2);F22(3*a-1)=F3(3*a-1);%F22(3*a)=F3(3*a);
end
W=K1*d+F22;
%calculation of generalized nodal forces of elements
for n=1:NE
FEMi(:,:,n)=zeros(3,1);FEMj(:,:,n)=zeros(3,1);
end
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
for n=1:NF2
i=FEM(n,1);

FEMi(:,:,i)=[FEM(n,3);FEM(n,4);FEM(n,5)];FEMj(:,:,i)=[FEM(n,7);FEM(n,8);FEM(n,9)];
end
for n=1:NE
i=EN(n,2);j=EN(n,3);
pi(:,:,n)=k11(:,:,n)*R12(:,:,n)*([d(3*i-2);d(3*i-1);d(3*i)])+...
k12(:,:,n)*R21(:,:,n)*([d(3*j-2);d(3*j-1);d(3*j)])+R12(:,:,n)*FEMi(:,:,n);
pj(:,:,n)=k21(:,:,n)*R12(:,:,n)*[d(3*i-2);d(3*i-1);d(3*i)]+...
k22(:,:,n)*R21(:,:,n)*([d(3*j-2);d(3*j-1);d(3*j)])+R21(:,:,n)*FEMj(:,:,n);
end
disp('2frame outputs')
disp(';;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;')
disp('generalized nodal force vector of element:')
disp(' ')
for n=1:NE
disp(' ')
fprintf(' Element-%g\n',n)
fprintf('P%g\t',EN(n,2));fprintf('=%G\n',pi(1,1,n))
fprintf('V%g\t',EN(n,2));fprintf('=%G\n',pi(2,1,n))
fprintf('M%g\t',EN(n,2));fprintf('=%G\n',pi(3,1,n))
disp(' ')
fprintf('P%g\t',EN(n,3));fprintf('=%G\n',pj(1,1,n))
fprintf('V%g\t',EN(n,3));fprintf('=%G\n',pj(2,1,n))
fprintf('M%g\t',EN(n,3));fprintf('=%G\n',pj(3,1,n))
end
disp(';;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;')
disp('Generalized nodal displacements:')
for i=1:NN
fprintf('dx%g\t',i);fprintf('=%G\n',d(3*i-2))
fprintf('dy%g\t',i);fprintf('=%G\n',d(3*i-1))
fprintf('theta%g\t',i);fprintf('=%G\n',d(3*i))
disp(' ')
end
disp(';;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;')
disp('support reactions:')

```