الباب الرابع

التحليل الإنشائي للمبنى العالي

4-1 مقدمة:

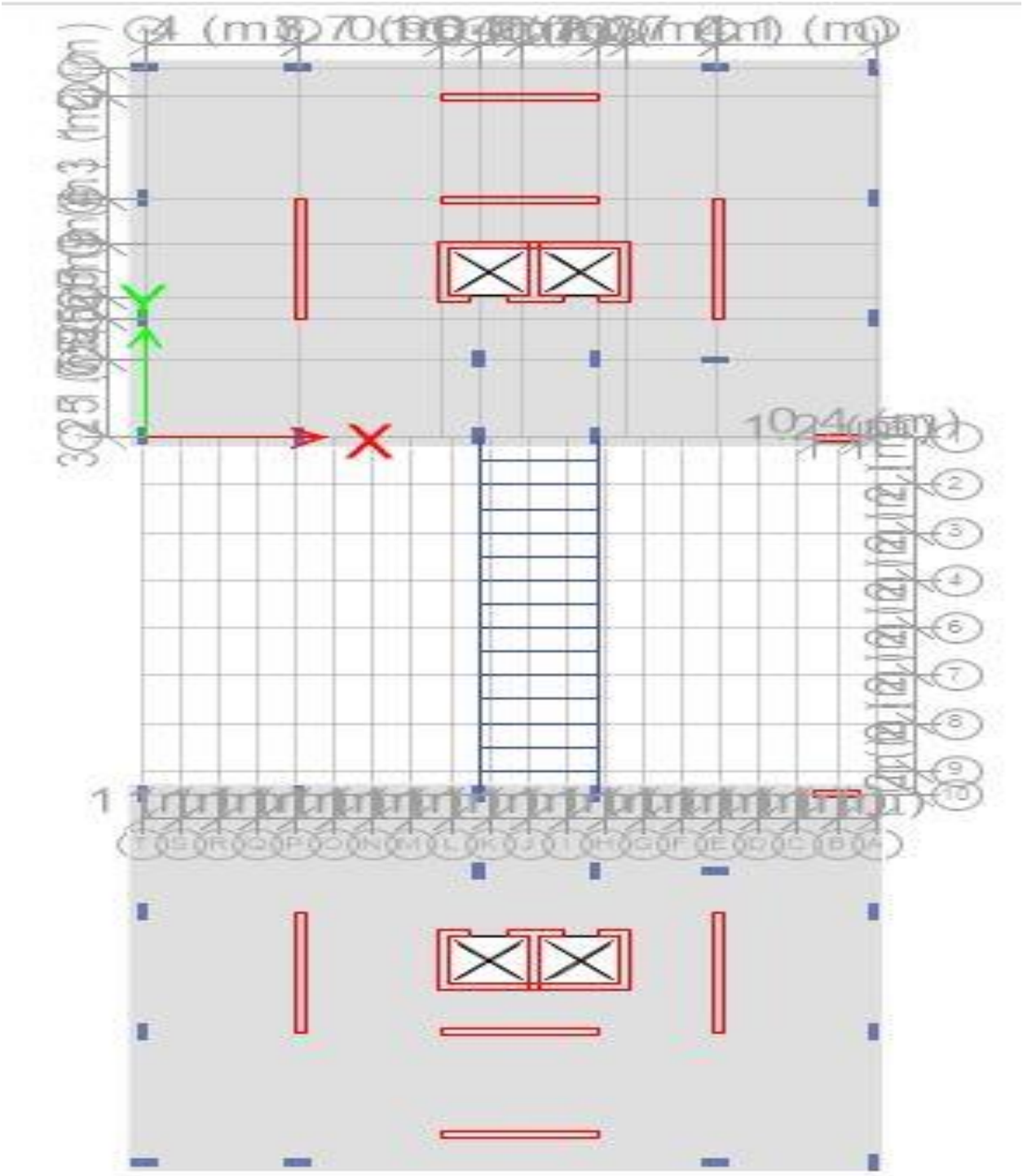
يتناول هذا الباب تطبيقات على التحليل الإنشائي لبرجين كل برج يتكون من 31 طابق يربط بينهما جسرين فولاذيين يربط فيهما التوربينات الهوائية ، و يحتوي ايضا على طرق اختيار النظام الانشائي . وتم عمل التطبيقات باستخدام الحاسوب .

4-2 وصف المبنى:

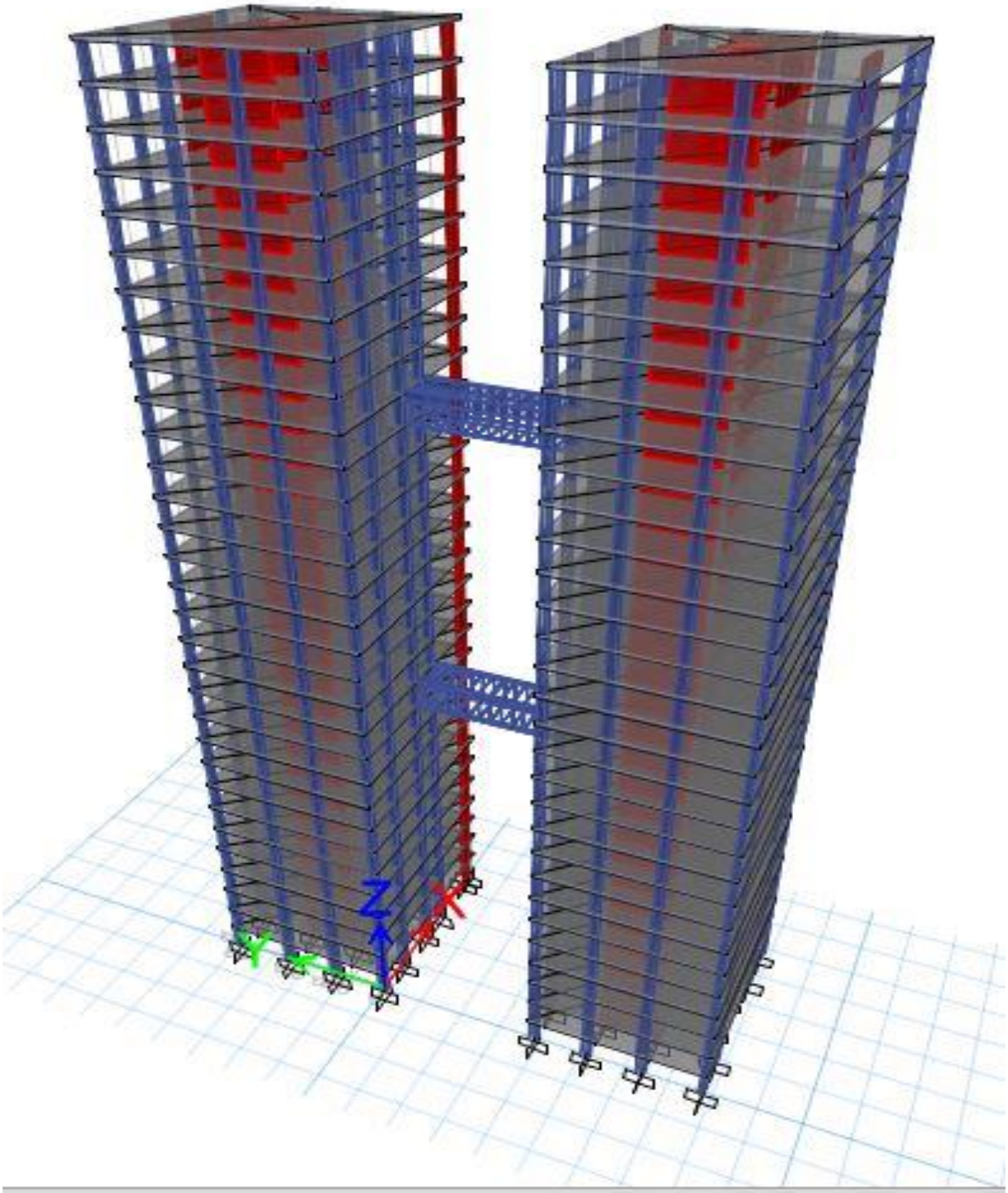
المبني المراد اجراء التطبيق عليه يتكون من برجين متجاورين يتكون كل برج من 31 طابق من الخرسانة المسلحة يربط بينهما جسرين فولاذيين ، و النظام الانشائي المستخدم لمقاومة الرياح هو نظام حوائط القص (Shear Wall System) والارتفاع الكلي للمبنى فوق سطح الارض 93 متر .

توضح الرسومات ادناه الواجهات و القطعات الافقية للبرجين :-

- الابعاد الافقية (18.9*15.5) .
- البرج مكون من برج مكون من 31 طابق والارتفاع الكلي للمبنى 93 متر و ارتفاع الطابق 3 متر .



صورة (4-1) مسقط افقي للمبنى تحت الدراسة



صورة (4-2)واجهة امامية للمبنى تحت الدراسة

Load Data:

Uniform live load=2.5Kn/m^2

Minimum roof live load = 20psf =0.96kN/m^2

Live load due to partition = 10psf = 0.48kN/m^2

V=100mph (السرعة الحسابية) سرعة الرياح في المنطقة

office building ,building class (II) الوظيفة الاستخدامية للبرجين

- البرجين يقعان في منطقة مفتوحة والمباني المحيطة ذات ارتفاعات قليلة : exposur C.

البرج الواحد يحتوي على 31 طابق والنظام الانشائي المناسب لهذا العدد من الطوابق هو نظام حوائط القص.إختيار سمك البلاطات مقداره تم 30 cm بناءا على متطلبات الإنحراف وأيضا بحيث تكون البلاطة قادرة على نقل الاحمال الجانبية (Diaphragms).

3.4 تطبيقات التحليل الانشائي:

1.3.4 التحليل الانشائي باستخدام الطرق اليدوية

1.1.3.4 حساب الاحمال

*** احمال الرياح :-**

يقع المبنى في مدينة الخرطوم عاصمة جمهورية السودان ,حيث أنها من المدن ذات المباني منخفضة الإرتفاع عند حسابنا لأحمال الرياح؛ وإن وجدت بعض المباني العالية على مناطق متفرقة من المدينة وهو مبنى من الخرسانة المسلحة ولإيجاد حمولات الرياح نستخدم المدونة الامريكية (ASCE-7-10)

Building class=II

Basic wind speed V =100mph = 44.4m/s

Gust response factor G = 0.895

Directionality factor K_{id} = 1.0

External pressure coefficient:

C_{pi}= 0.8 (wind ward)

C_{pe}= 0.5 (lee ward)

Building exposure C

Importance Factor I =1.0

❖ حساب الضغط التصميمي (P_Z):

يتم حساب سرعة الضغط(q_h, q_z) و الضغط التصميمي حسب المعادلات المذكورة ادناه

$q_z = 0.613 K_z K_{zt} K_d V^2 \rightarrow (4.1)$ (for wind ward)

$q_h = 0.613 K_h K_{zt} K_d V^2 \rightarrow (4.2)$ (for lee ward)

$P_z = G(0.8q_z + 0.5q_h) \rightarrow (4.3)$

جدول رقم (1.4) حساب الضغط التصميمي

الإرتفاع	wind ward		lee ward		Pz
	K_z	q_z	K_h	q_h	
93	1.59	1633.248	1.590	1633.25	1.90
81	1.55	1591.1328	1.59	1633.25	1.87
72	1.51	1551.072	1.59	1633.25	1.84
63	1.4	1438.08	1.59	1633.25	1.76
54	1.42	1458.624	1.59	1633.25	1.78
45	1.37	1407.264	1.59	1633.25	1.74
36	1.3	1335.36	1.59	1633.25	1.69
27	1.23	1263.456	1.59	1633.25	1.636
18	1.13	1160.736	1.59	1633.25	1.56
0-9	0.97	996.384	1.59	1633.25	1.44

حيث :

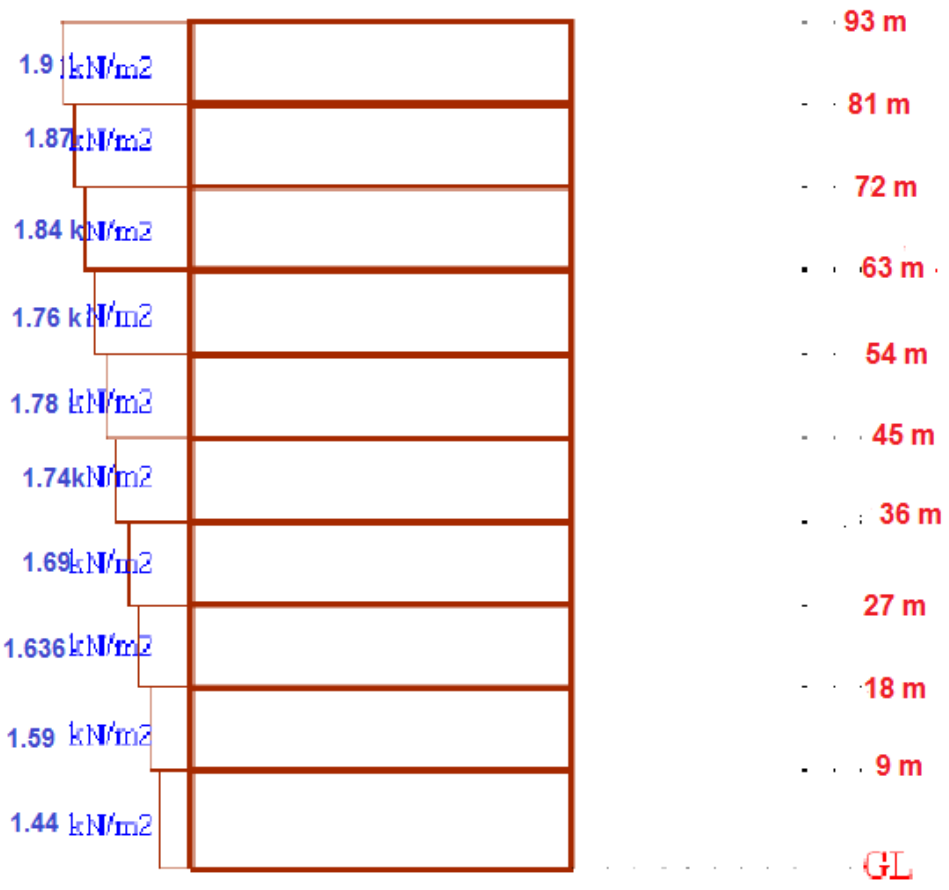
G = 0.895

I = 1.0

K_{zt}= 1

K_z,K_h= (9ملحق)
K_d=0.85

V= 100mph = 44.4m/s



الشكل (3.4) الحمولات الناتجة عن الرياح على إرتفاع المبنى

- **حساب قوى القص و العزوم على الطوابق :**

اتجاه (Y-Y)

حسابات قوى القص و العزوم في الجدول الاتي:

$F_Y = P_{z*}A \rightarrow (4.4)$

جدول (2.4) :نتائج القص والعزوم في إتجاه (y-y)

(2-4)- المستوى الاول

Floor الطابق	H الإرتفاع	F_Y القوة الجانبية	V_Y قوة القص	M_Y العزوم
31	93	44.175	44.175	0
30	90	88.35	132.525	397.575
29	87	88.35	220.875	1060.2
28	84	88.35	309.225	1987.875
27	81	87.6525	396.8775	3178.5075
26	78	86.955	483.8325	4630.005
25	75	86.955	570.7875	6342.3675
24	72	86.2575	657.045	8313.5025
23	69	85.56	742.605	10541.3175
22	66	85.56	828.165	13025.8125

(3-4) المستوى الثاني:

Floor الطابق	H الإرتفاع	F_Y القوة الجانبية	V_Y قوة القص	M_Y العزوم
21	63	83.7	911.865	15761.4075
20	60	81.84	993.705	18742.5225
19	57	81.84	1075.545	21969.1575
18	54	82.305	1157.85	25442.7075
17	51	82.77	1240.62	29164.5675
16	48	82.77	1323.39	33134.7375
15	45	81.84	1405.23	37350.4275
14	42	80.91	1486.14	41808.8475
13	39	80.91	1567.05	46509.9975
12	36	79.7475	1646.7975	51450.39

(4-4) المستوى الثالث

Floor الطابق	H الإرتفاع	F_Y القوة الجانبة	V_Y قوة القص	M_Y العزوم
11	33	78.585	1725.3825	56626.5375
10	30	78.585	1803.9675	62038.44
9	27	77.3295	1881.297	67682.331
8	24	76.074	1957.371	73554.444
7	21	76.074	2033.445	79654.779
6	18	74.307	2107.752	85978.035
5	15	72.54	2180.292	92518.911
4	12	72.54	2252.832	99277.407
3	9	69.75	2322.582	106245.153

2	6	66.96	2389.542	113413.779
1	3	33.48	2423.022	120682.845

❖ **اتجاه (X-X)**

جدول (3.4):نتائج القص والعزوم ف إتجاه (X-X)

(5-4) المستوى الاول:

Floor الطابق	H الإرتفاع	F_X القوة الجانبية	V_X قوة القص	M_X العزوم
31	93	53.865	53.865	0
30	90	107.73	161.595	484.785
29	87	107.73	269.325	1292.76
28	84	107.73	377.055	2423.925
27	81	106.8795	483.9345	3875.7285
26	78	106.029	589.9635	5645.619
25	75	106.029	695.9925	7733.5965
24	72	105.1785	801.171	10137.1095
23	69	104.328	905.499	12853.6065
22	66	104.328	1009.827	15883.0875

(6-4) المستوى الثاني:

Floor الطابق	H الإرتفاع	F_X القوة الجانبية	V_X قوة القص	M_X العزوم
21	63	102.06	1111.887	19218.7485
20	60	99.792	1211.679	22853.7855
19	57	99.792	1311.471	26788.1985
18	54	100.359	1411.83	31023.6885
17	51	100.926	1512.756	35561.9565

16	48	100.926	1613.682	40403.0025
15	45	99.792	1713.474	45543.4245
14	42	98.658	1812.132	50979.8205
13	39	98.658	1910.79	56712.1905
12	36	97.2405	2008.0305	62736.282

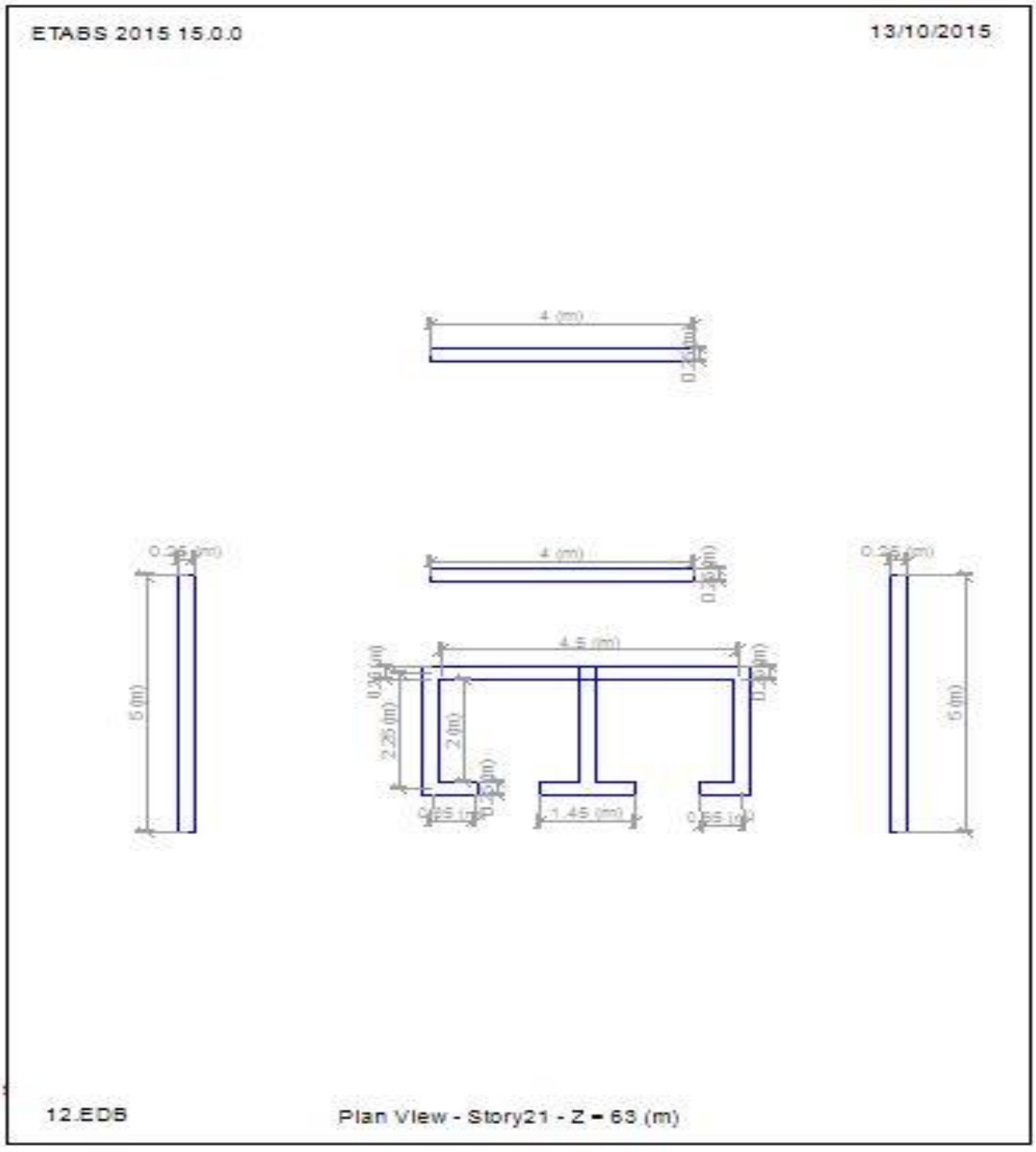
(4-7) المستوى الثالث:

Floor الطابق	H الإرتفاع	F_X القوة الجانبية	V_X قوة القص	M_X العزوم
11	33	95.823	2103.8535	69047.8425
10	30	95.823	2199.6765	75646.872
9	27	94.2921	2293.9686	82528.7778
8	24	92.7612	2386.7298	89688.9672
7	21	92.7612	2479.491	97127.4402
6	18	90.6066	2570.0976	104837.733
5	15	88.452	2658.5496	112813.382
4	12	88.452	2747.0016	121054.387
3	9	85.05	2832.0516	129550.541
2	6	81.648	2913.6996	138291.64
1	3	40.824	2954.5236	147155.211

2.1.3.4 التحليل الإنشائي باستخدام التحليل اليدوي :

في هذا الجزء تم اجراء التحليل بطريقة المرونة على المبنى تحت الدراسة

- **حساب الخصائص الهندسيه لحوائط القص :**



الشكل (4-4)حوائط القص في المبنى

❖ **اتجاه (x-x)**

❖ **عزم القصور الذاتي**

إذا كانت الماده واحدة و ارتفاع الطابق ثابت فإنه يمكن التعبير عن جساءة الحوائط بعزم القصور الذاتي (الثاني) ؛ تم حساب عزم القصور الذاتي حول المحور الرئيسي و تجاهل العزم حول المحور الاخر (الضعيف)

$K_1 = k_2 = k_3 = 0.25*2.25^3 = 2.85$

$K_4 = k_5 = 0.25*2.25^3 = 31.25$

$\sum k_x = 2.85+2.85+2.85+31.25+31.25 = 71.05$

❖ **اتجاه (y-y)**

$K_1 = k_2 = 0.25*4^3 = 16$

$K_3 = 0.25*1.2^3 = 0.432$

$K_4 = 0.25*4.55^3 = 23.55$

$\sum K_y = 16+16+0.432+23.55 = 55.982$

❖ **مركز دوران المبنى :**

$$\frac{\sum kx\ X}{\sum kx} = X = \frac{2.85*7.7+2.85*10.09+2.85*13.085+31.25*4+31.25*14.8}{71.05} = 9.51m$$

$$\frac{\sum kY\ Y}{\sum kY} = Y = \frac{0.432*0+16*1+16*14.3+23.55*6.9}{55.98} = 9.85m$$

❖ **حساب اللامركزية**

$e_x = 9.51 - 9.45 = 0.06m$

$e_y = 9.85 - 7.75 = 2.1m$

❖ **عزم الفتل** $M = F^* e$

❖ **توزيع قوى القص على حوائط القص**

لحسابات قوى القص تم تقسيم المبنى الي ثلاث مستويات مختلفة ,كل مستوى يحتوي على 10 طوابق ويتم إستخدام المعادلات المذكورة ادناه لحساب القص :

$$\rightarrow P_i = P_F + P_M$$
$$= F\left(\frac{k_{x_i}}{\sum k_x}\right) + M\left(\frac{k_i r_i}{\sum(kr^2)}\right)$$

P_i ≡ القوى المؤثره في حائط القص

P_F ≡ القوى الناتجة من القوى الجانبية (الرياح)

p_M ≡ القوى الناتجة من عزم الفتل.

F ≡ القوى الكليه في مجموعة حوائط القص .

M ≡ عزم الفتل .

r ≡ المسافه من مركز الدوران الى المحور الطولي للحائط .

K ≡ جساءة الحائط .

❖ **(4-4) توزيع احمال الرياح**

❖ **اتجاه (y-y)**

❖ المستوى الاول (من الطابق 31 الى 22)

$F_x = 1009.83kN$

$M = 2120.643\ kN.m$

جدول (4-8) حساب القوة المؤثر على كل حائط في المستوى الأول

wall	Kx	Ky	r	Kr	Kr2
X1	2.85	-	1.81	5.1585	9.336885
X2	2.85	-	0.58	1.653	0.95874
X3	2.85	-	3.575	10.18875	36.4247813
X4	31.25	-	5.51	172.1875	948.753125
X5	31.25	-	5.29	165.3125	874.503125
Y1	-	16	4.45	71.2	316.84
Y2	-	16	0.15	2.4	0.36
Y3	-	0.432	9.85	4.2552	41.91372
Y4	-	23.55	1.75	41.2125	72.121875
SUM	71.05	55.982			2301.21225

P_F القوى الناتجة من القوى الجانبية	P_M القوى الناتجة من عزم الفتل	P_i القوى الموثرة على حائط القص
0	4.75372791	4.75372791
0	1.52329403	1.52329403
0	9.38926922	9.38926922
0	158.676461	-158.67646
0	152.340922	152.340922
288.615626	65.6131487	223.002478
288.615626	2.21167917	286.403947
7.79262191	3.92130717	11.7139291
424.806125	37.9786782	462.784803

❖ المستوى الثاني (من الطابق 21 الى الطابق 12)

جدول (4-9) حساب القوة المؤثرة على كل حائط في المستوى الثاني

P_F القوى الناتجة من القوى الجانبة	P_M القوى الناتجة من عزم الفتل	P_i القوى الموثرة على حائط القص
0	9.45256692	9.45256692
0	3.02899934	3.02899934
0	18.6701253	18.6701253
0	315.520765	-315.52077
0	302.92284	302.92284
573.898753	130.468695	443.430058
573.898753	4.39782119	569.500932
15.4952663	7.79733697	23.2926033
844.707227	75.5188357	920.226063

❖ المستوى الثالث (من الطابق 11 الى الطابق 2)

جدول (4-10) حساب القوة المؤثرة على كل حائط في المستوى الثالث

P_F القوى الناتجة من القوى الجانبة	P_M القوى الناتجة من عزم الفتل	P_i القوى الموثرة على حائط القص
0	13.7161077	13.7161077
0	4.39521683	4.39521683
0	27.0912072	27.0912072
0	457.835086	-457.83509
0	439.554919	439.554919
832.753385	189.316055	643.437331

826.371945	6.38144004	832.753385
33.7986346	11.3142932	22.4843414
1335.29018	109.581291	1225.70889

(5-4) اتجاه (x-x)

❖ جدول (4-11) حساب القوة الموثرة علي حوائط القص في المستوى الأول (من الطابق 31 الى الطابق 22)

P_i القوى الموثرة على حائط القص	P_M القوى الناتجة من عزم الفتل	P_F القوى الناتجة من القوى الجانبية
33.10984	-0.11141	33.22125
33.18555	-0.0357	33.22125
33.0012	-0.22005	33.22125
367.9869	3.718787	364.2681
360.6978	-3.57031	364.2681
1.537729	1.537729	0
0.051834	0.051834	0
-0.0919	-0.0919	0
0.890079	0.890079	0

❖ جدول (4-12) حساب القوة الموثرة علي حوائط القص في المستوى الثاني (من الطابق 21 الى الطابق 12)

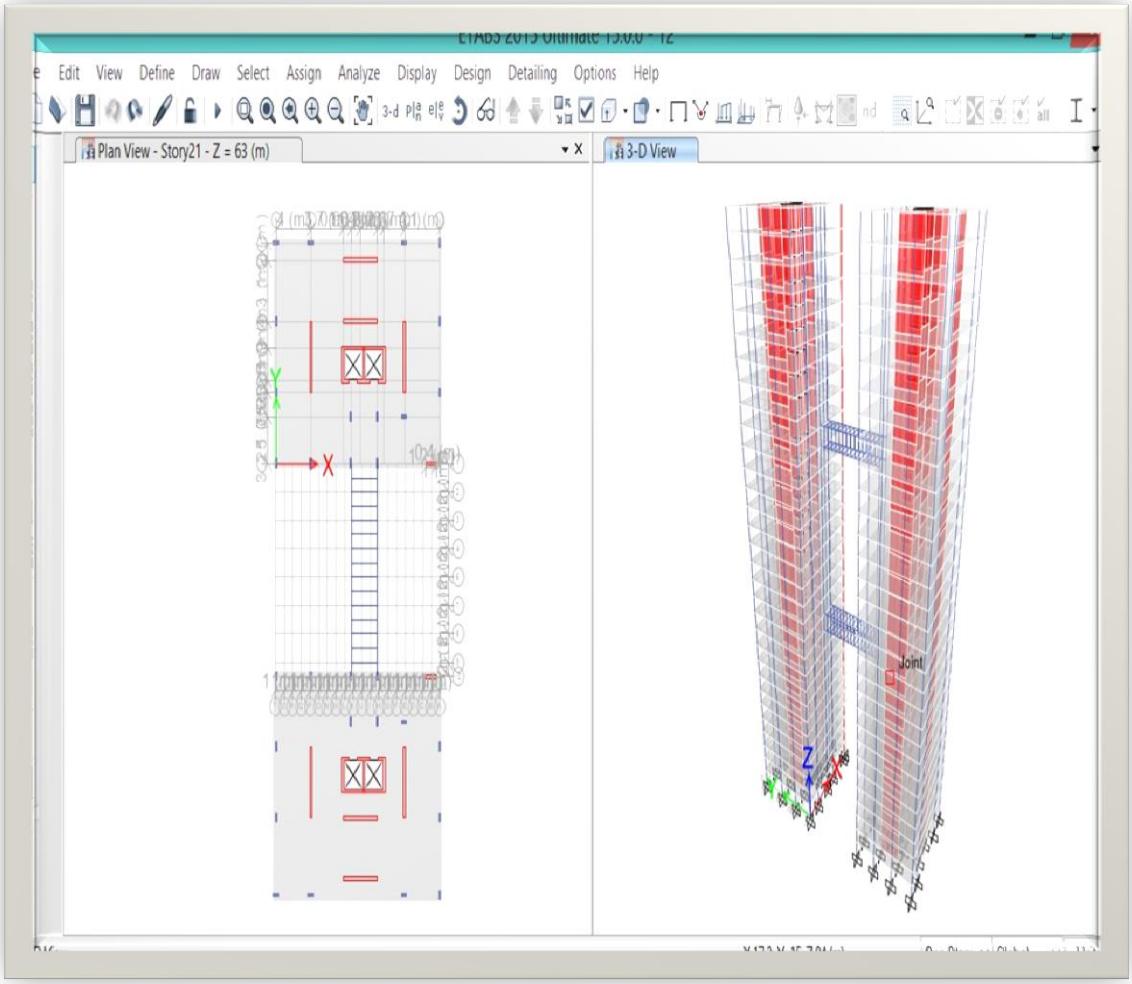
P_i القوى الموثرة على حائط القص	P_M القوى الناتجة من عزم الفتل	P_F القوى الناتجة من القوى الجانبية
65.83595	-0.22147	66.05742
65.98645	-0.07097	66.05742
65.61998	-0.43744	66.05742

724.3139	7.39268	731.7065
724.3139	-7.09751	717.2164
0	3.056893	3.056893
0	0.103041	0.103041
0	-0.18269	-0.18269
0	1.769413	1.769413

❖ جدول (4-13) حساب القوة الموثرة علي حوائط القص في المستوى الثالث (من الطابق 11 الى الطابق 2)

P_F القوى الناتجة من القوى الجانبية	P_M القوى الناتجة من عزم الفتل	P_i القوى الموثرة على حائط القص
95.84905	-0.32145	95.5276
95.84905	-0.10301	95.74604
95.84905	-0.63491	95.21414
1050.976	10.72986	1061.706
1050.976	-10.3014	1040.675
0	4.436827	4.436827
0	0.149556	0.149556
0	-0.26516	-0.26516
0	2.568156	2.568156

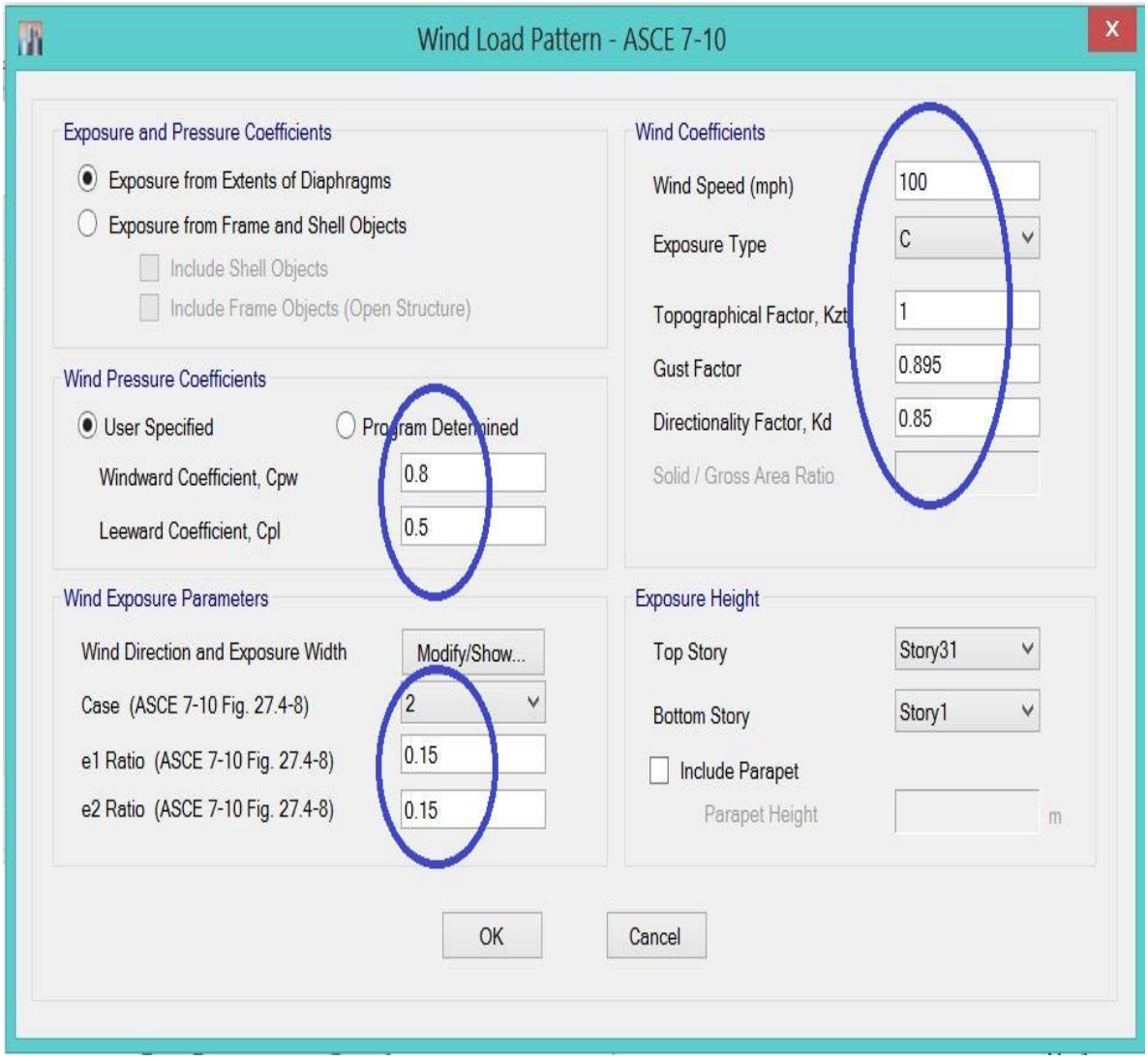
3.1.3.4 التحليل الانشائي باستخدام الحاسوب



+

الشكل (4-5) النموذج المدخل بالبرنامج

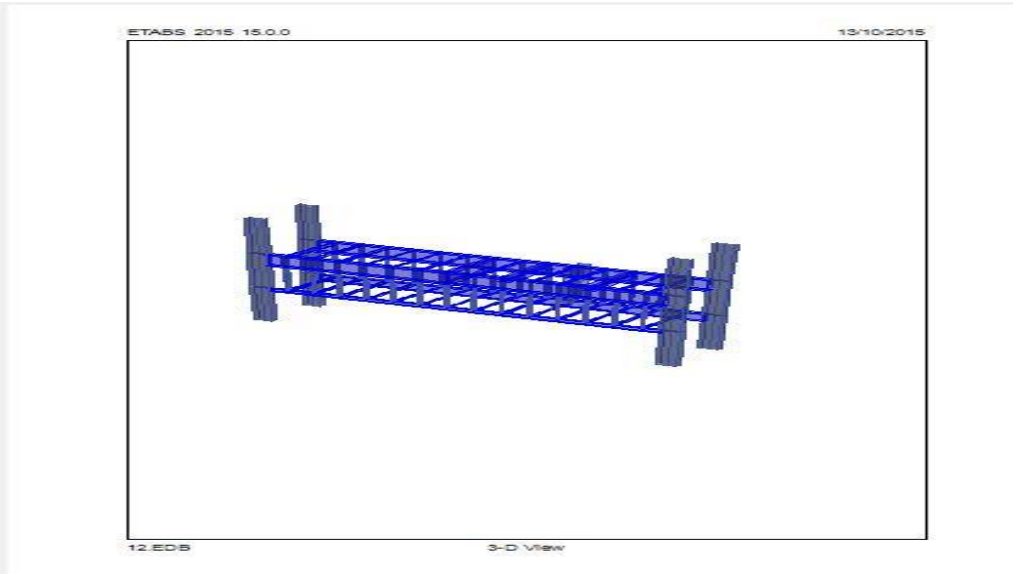
- حساب احمال الرياح :
- مدخلات احمال الرياح في الإتجاهيين (x-x , y-y)



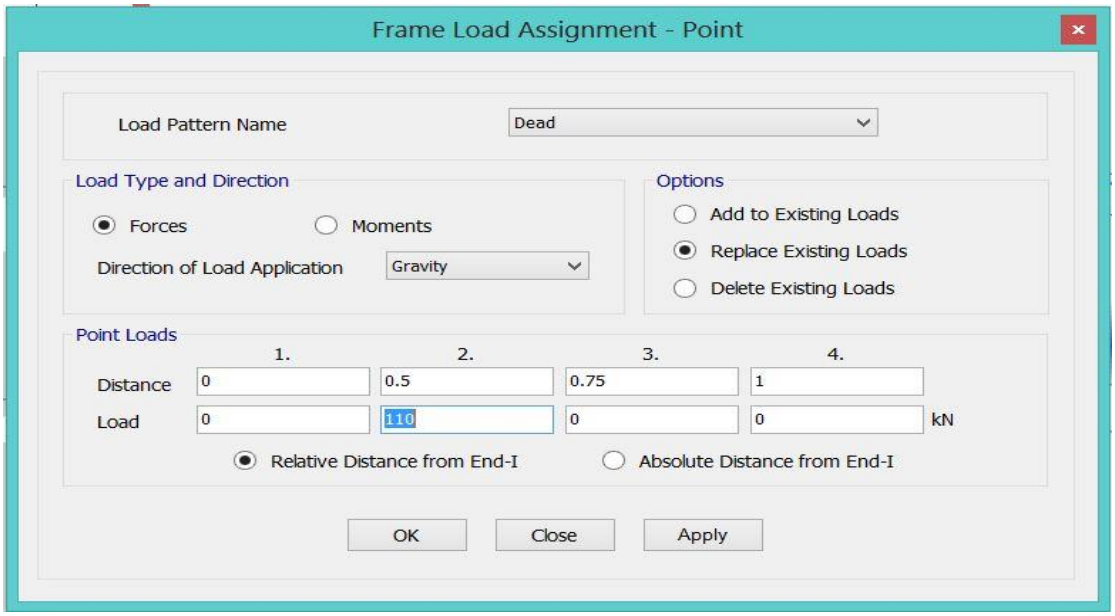
الشكل(4-5) يوضح مدخلات احمال الرياح في البرنامج

4-3-1-4 –تحليل الفيرنديل:

تم برط البرجين بجسرين طولهما 15متر و كان وزن التوربين 110 كيلو نيوتن



الشكل (4-8) يوضح شكل الفريندیل في البرنامج



الشكل (4-9) يوضح الأحمال على الفريندیل