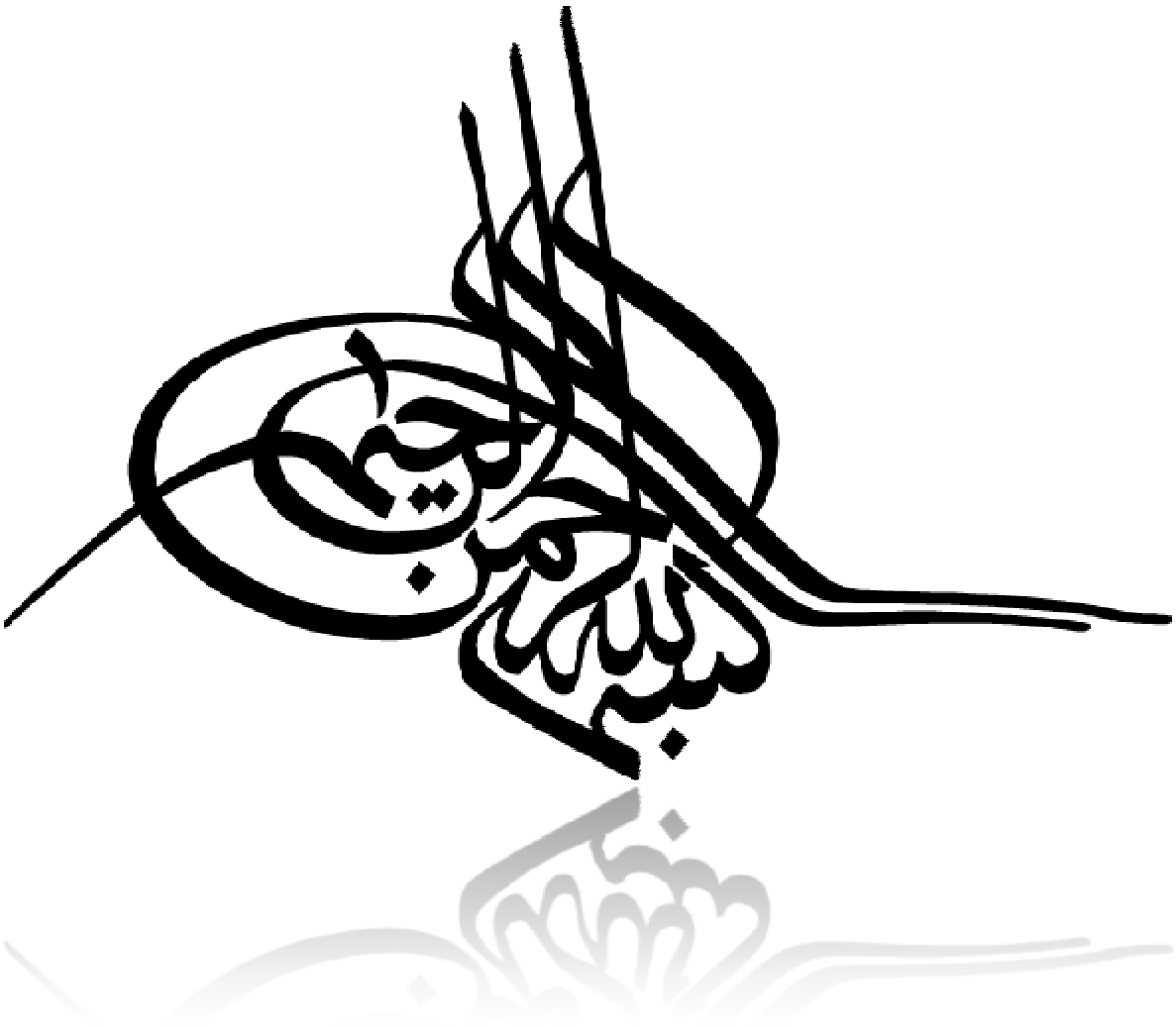


پایان نامه دوره کارشناسی ناپیوسته مهندسی عمران

گرایش عمران

موضوع :

پروژه سازه های بتن آرمه

نام دانشجویان:

شعبان امرائی - مقداد حیدری

دنیای غریب، زمانه عجیب با فرشته گانی غمگین که در میان امواج پر تلاطم روزگار به روی ساحل امید، به انتظار رایحه محبت، با احساسی به پاکی ژاله های باغچه صمیمیت نشسته اند و حس شجاعت و فداکاری را در ضمیر خود دارند و در مقابل نامردمی های روزگار، عاشقانه لبخند محبت بر لبانشان نمایان است وآنها کسانی نیستند جز پدر و مادر!

تقدیم به پدرو مادرمان

تقدیم به پدرو مادرمان که هیچگاه آفتاب مهرشان در آسمان قلبمان، غروب نخواهد کرد.

چکیده

پروژه ی سازه های بتن آرمه

هرپروژه ی طراحی ساختمان، شامل سه مرحله ی اصلی بارگذاری، تحلیل و در نهایت طراحی می باشد. این پروژه نیزاز این امر مستثنی نیست. این پروژه مربوط به طراحی ساختمانی با 4 طبقه که دارای 6 واحد مسکونی است، می باشد. پروژه ی حاضردارای چهارفصل می باشد که به معرفی هریک از این فصل ها می پردازیم.فصل اول شامل معرفی کلی پروژه از قبیل نقشه های معماری، مشخصات زمین می باشد.فصل دوم به بارگذاری اختصاص دارد، با معرفی جزئیات ساختمانی موجود دراین پروژه بارگذاری تک تک قابها محاسبه و به صورت شماتیک ترسیم شده است، بررسی و تحلیل پله ی موجود در پروژه که به صورت سه گردشی می باشد به صورت کاملاً مفصل دراین فصل گنجانده شده است.علاوه براین محاسبات باربرف، باد و زلزله از دیگر بخشهای این فصل است .

با پایان بارگذاری ساختمان، نوبت به یافتن نیروهای موجود در اعضا ساختمانی تحت این بارها می رسد، فصل سوم به این امراختصاص داردکه درواقع فصل تحلیل می باشد.در این فصل به تحلیل تمامی قابها تحت نیروی زلزله، و تحلیل تعدادی قاب تحت نیروهای ثقلی مرده و زنده می پردازیم.

خروجی نهایی درفصل طراحی نمود می کند که فصل انتهایی از پروژه را تشکیل می دهد. به عنوان نمونه، در این فصل به طراحی 4 تیر و 4 ستون از یک قاب می پردازیم. درواقع از نیروهای بدست آمده از بخش تحلیل، درطراحی تیرو ستونها استفاده می گردد.

واژه های کلیدی :

ساختمان بتنی، بارگذاری، ، تحلیل دستی، طراحی دستی، تیروستون.

«فهرست مطالب»

عنوان **صفحه**

فصل اول : معرفی پروژه 1

1-1- نقشه های معماری 2

1-1-1- پلان موقعیت 2

1-1-2- پلان طبقه همکف 3

1-1-3- پلان اندازه گذاری طبقه همکف 4

1-1-4- پلان تیپ طبقات 5

1-1-5- پلان اندازه گذاری تیپ طبقات 6

1-1-6- پلان های نما 7

1-1-6-1- پلان نمای جنوبی 7

1-1-6-2- پلان نمای شمالی 8

1-1-7- پلان های برش 9

عنوان	صفحه

1-1-7-1- پلان برش A-A 9

1-1-7-2- پلان برش B-B 10

1-2- اطلاعات کلی ساختمان 11

1-3- مشخصات زمین 11

1-4- مشخصات مصالح مصرفی 12

1-4-1 مشخصات بتن 12

1-4-1-1- مشخصات تحلیلی 12

1-4-1-2- مشخصات طراحی 12

1-4-2 مشخصات فولاد 12

1-4-2-1- مشخصات تحلیلی 12

1-4-2-2- مشخصات طراحی 13

1-5- آیین نامه ها، نشریات و نرم افزارها 13

فصل دوم : بارگذاری 14

2-1- بارثقلی 15

2-1-1- بارمرده 15

2-1-1-1- بارمرده سقف ها 16

2-1-1-1-1- سقف بام 16

2-1-1-1-2- سقف طبقات 17

2-1-1-2- بارمرده دیوارها 18

2-1-1-2-1- تیغه های 10 سانتی 19

عنوان	صفحه

2-1-1-2-2- دیوارهای 20 سانتی 21

2-1-2- بارزنده 28

2-1-3- بارمرده و زنده پله 29

2-1-3-1- جرم مرده و زنده ی واحد سطح کل شمشیری پله ی 1 32

2-1-3-2- جرم مرده وزنده ی واحد سطح کل شمشیری پله ی 2 33

2-1-3-3- انتقال بار زنده و مرده از پله ی 2 به پاگرد1 34

2-1-3-4- انتقال بارهای وارد برشمشیری 1 و پاگرد 1 به تیرهای طرفین 37

2-1-3-5- توزیع بار برروی پاگرد 2 41

2-1-3-6- نتیجه نهایی توزیع بار برروی پله 44

2-1-4- جرم ومرکز جرم طبقات 45

2-1-4-1-یافتن مرکز جرم سقف اول 46

2-1-4-1-1-پانل بندی پلان،جهت تعیین مرکزجرم 52

2-1-4-1-2- بار معادل تیغه های 10 سانتی 53

2-1-4-2- یافتن مرکز جرم سقف دوم (وسوم) 57

2-1-4-3- یافتن مرکز جرم سقف چهارم 61

2-1-4-4- نتایج مربوط به محاسبات مرکز جرم و جرم طبقات 65

2-2- باربرف 66

2-2-1- باربرف مبنا 66

2-2-2- باربرف بامها 67

2-3- بار باد 69

عنوان	صفحه

2-3-2-1- سرعت مبنای باد 69

2-3-2-2- فشار مبنای باد 69

2-3-2-3- نیروی باد وارد بر ساختمانها و سایرسازه ها 70

2-3-3-2-1- بار باد در سطح واقع برمحور Y 72

2-3-3-2-2- بار باد در سطح واقع برمحور X 73

2-4- بارزلزله 74

2-4-1- روش تحلیل استاتیکی معادل 74

2-4-1-1- نیروی برشی پایه V 75

2-4-1-1-1- تعیین ضریب زلزله C 75

2-4-1-2-1- تعیین مقدار W 78

2-4-1-2- توزیع نیروی جانبی زلزله در ارتفاع ساختمان 80

2-4-1-3- بررسی واژگونی در برابر نیروی زلزله 83

2-4-1-3-1- محاسبه ی لنگر مقاوم 84

2-4-1-3-2- محاسبه ی لنگر محرک 84

2-4-1-3-3- محاسبه ی ضریب اطمینان واژگونی 85

2-4-1-4- تقسیم نیروی جانبی زلزله در جهت X بین قابهای قابهای خمشی 86

2-4-1-4-1- تعیین سختی قاب خمشی 86

2-4-1-5- تقسیم نیروی جانبی زلزله در جهت Y بین قابهای قابهای خمشی 89

2-4-1-6- مرکز سختی و اثر پیچش 91

2-5- بارگذاری قابها 92

عنوان	صفحه

2-5-1- پلان تیر ریزی سقف اول 92

2-5-2- پلان تیر ریزی سقفهای دوم،سوم و چهارم..... 93

2-5-3- پلان تیر ریزی خرپشته..... 93

2- 5-4- بارگذاری قاب محور1..... 94

2-5-4-1- دهانه A-B..... 94

2-5-4-2- دهانه B-C..... 95

2- 5-5- بارگذاری قاب محور2..... 97

2-5-5-1- دهانه A-B..... 97

2-5-5-2- دهانه B-C..... 98

2- 5-6- بارگذاری قاب محور3..... 100

2-5-6-1- دهانه A-B..... 100

2-5-6-2- دهانه B-C..... 101

2-5-7- بارگذاری قاب محور 4 103

2-5-7-1- دهانه A-B..... 103

2-5-7-2- دهانه B-C..... 103

2-5-8- بارگذاری قاب محور 5 105

2-5-8-1- دهانه A-B..... 105

2-5-8-2- دهانه B-C..... 106

2-5-9- بارگذاری قاب محورA..... 108

2-5-9-1- دهانه(2-1)..... 108

عنوان	صفحه

2-5-9-2- دهانه(3-2) 109

2-5-9-3- دهانه(4-3) 109

2-5-9-4- دهانه(4- 5) 110

2-5-10- بارگذاری قاب محورB 112

2-5-10-1- دهانه(2-1) 112

2-5-10-2- دهانه(3-2) 113

2-5-10-3- دهانه(4-3) 113

2-5-10-4- دهانه(4- 5) 114

2-5-11- بارگذاری قاب محورC 116

2-5-11-1- دهانه(2-1) 116

2-5-11-2- دهانه(3-2) 116

2-5-11-3- دهانه(4-3) 117

2-5-11-4- دهانه(4- 5) 117

¨ فصل سوم : تحلیل 120

3-1-تحلیل قابها تحت نیروی جانبی زلزله 121

3-1-1- تحلیل پرتال قاب محورهای1و 5 121

3-1-2- تحلیل پرتال قاب محورهای2و 4 122

3-1-3-تحلیل پرتال قاب محور3 123

3-1-4- تحلیل پرتال قاب محور A 124

3-1-5- تحلیل پرتال قاب محور B 125

عنوان	صفحه
3-1-6- تحلیل پرتال قاب محور C	126
3-2- تحلیل قابها تحت بارثقلی مرده و زنده	127
3-2-1- تحلیل قاب محور4	127
3-2-1-1- دهانه A-B	128
3-2-1-1-1- سقف چهارم	128
3-2-1-1-2- سقفهای سوم،دوم و اول	128
3-2-1-2- دهانه B-C	129
3-2-1-2-1- سقفهای چهارم، سوم، دوم و اول	130
3-2-2- تحلیل قاب محورB	131
3-2-2-1- دهانه(1-2)	132
3-2-2-1-1- سقف چهارم	132
3-2-2-1-2- سقف سوم و دوم	137
3-2-2-1-3- سقف اول	142
3-2-2-2- دهانه(2-3)	143
3-2-2-2-1- سقف خرپشته	143
3-2-2-2-2- سقف چهارم	144
3-2-2-2-3- سقفهای سوم،دوم و اول	145
3-2-2-3- دهانه(3-4)	146
3-2-2-3-1- سقف چهارم	146
3-2-2-3-2- سقفهای سوم،دوم و اول	147

عنوان	صفحه

3-2-2-4- دهانه(4-5) 148

3-2-2-4-1- سقف چهارم 148

3-2-2-4-2- سقفهای سوم،دوم واول 149

3-2-3- تحلیل بخشی از قاب محورA 150

3-2-3-1- دهانه(4-3) 151

3-2-3-1-1- سقف چهارم 151

3-2-3-1-2- سقفهای سوم،دوم و اول 151

3-2-3-2- دهانه(4-5) 152

3-2-3-2-1- سقف چهارم 152

3-2-3-2-2- سقفهای سوم،دوم واول 153

3-2-4- تحلیل بخشی از قاب محورC 155

3-2-4-1- دهانه(4-3) 155

3-2-4-1-1- سقف چهارم 155

3-2-4-1-2- سقفهای سوم،دوم و اول 156

3-2-4-2- دهانه(4-5) 158

3-2-4-2-1- سقف چهارم 158

3-2-4-2-2- سقفهای سوم،دوم 159

3-2-4-2-3- سقف اول 161

فصل چهارم : طراحی 164

4-1- اثر کاهش بارزنده بر روی تیرو ستونها 165

عنوان	صفحه

4-1-4- نیروی محوری ستون B4 دراثر بارزنده 166

4-1-1-4- ستون طبقه چهارم 166

4-1-1-2- ستون طبقه سوم 166

4-1-1-3- ستون طبقه دوم 166

4-1-1-4- ستون طبقه اول 167

4-1-2- نیروی محوری ستون A4 دراثر بارزنده 167

4-1-2-1- ستون طبقه چهارم 167

4-1-2-2- ستون طبقه سوم 167

4-1-2-3- ستون طبقه دوم 167

4-1-2-4- ستون طبقه اول 168

4-1-3- نیروی محوری ستون C4 دراثر بارزنده 168

4-1-3-1- ستون طبقه چهارم 168

4-1-3-2- ستون طبقه سوم 168

4-1-3-3- ستون طبقه دوم 169

4-1-3-4- ستون طبقه اول 169

4-2- نمایش لنگرها و نیروهای بدست آمده از تحلیل برروی قابهای Bو4 169

4-2-1- لنگرها و نیروهای وارد برقاب محورB، تحت بارزلزله 170

4-2-2-لنگر ها و نیروهای وارد برقاب محورB، تحت بارمرده 171

4-2-3- لنگرها ونیروهای وارد برقاب محورB، تحت بارزنده 172

4-2-4-لنگر ها و نیروهای وارد برقاب محور4، تحت بارزلزله 173

عنوان	صفحه

4-2-5- لنگر ها و نیروهای وارد برقاب محور4، تحت بارمرده 174

4-2-6-لنگرها ونیروهای وارد برقاب محور4، تحت بارزنده 175

4-3- طراحی تیرهای قاب محورB، دهانه(1-2) 176

4-3- 1- طراحی تیر سقف اول 178

4-3-1-1- طراحی آرماتورهای فشاری و کششی 178

4-3-1-2- طراحی خاموت 179

4-3- 2- طراحی تیر سقف دوم 181

4-3-2-1- طراحی آرماتورهای فشاری و کششی 181

4-3-2-2- طراحی خاموت 182

4-3- 3- طراحی تیر سقف سوم 184

4-3-3-1- طراحی آرماتورهای فشاری و کششی 184

4-3-3-2- طراحی خاموت 185

4-3-4- طراحی تیر سقف چهارم 187

4-3-4-1- طراحی آرماتورهای فشاری وکششی 187

4-3-4-2- طراحی خاموت 188

4-4- طراحی ستون 190

4-4-1- لنگرهای وارد بر ستونهای تقاطع قاب محورهای B و4 190

4-4-2- نیروهای محوری وارد بر ستونهای تقاطع قاب محورهای B و4 191

4-4-3- نیروهای محوری وارد بر ستونهای تقاطع قاب محورهای A و4 192

4-4-4- نیروهای محوری وارد بر ستونهای تقاطع قاب محورهای C و4 192

عنوان	صفحه

4-4-5- طراحی ستون طبقه اول 193

4-4-5-1-تعیین مهارشده بودن طبقه 193

4-4-5-2- محاسبه ی EI تیرها 194

4-4-5-3- محاسبه ی EI ستونها 194

4-4-5-4- محاسبه ی ضریب طول موثر K 195

4-4-5-5- بررسی لاغری ستونها 196

4-4-5-6- محاسبه ی δ_s 197

4-4-5-7- محاسبه ی مجدد EI ستونها 199

4-4-5-8- محاسبه ی مجدد ضریب طول موثر K 199

4-4-5-9- محاسبه ی مجدد δ_s 200

4-4-5-10- مقطع نهایی ستون طبقه اول 201

4-4-6- طراحی ستون طبقه دوم 202

4-4-6-1-تعیین مهارشده بودن طبقه 202

4-4-6-2- محاسبه ی EI تیرها 203

4-4-6-3- محاسبه ی EI ستونها 204

4-4-6-4- محاسبه ی ضریب طول موثر K 205

4-4-6-5- بررسی لاغری ستونها 206

4-4-6-6- محاسبه ی δ_s 206

4-4-6-7- محاسبه ی مجدد EI ستونها 208

4-4-6-8- محاسبه ی مجدد ضریب طول موثر K 208

عنوان	صفحه

4-4-6-9- محاسبه ی مجدد δ_s 209

4-4-6-10- مقطع نهایی ستون طبقه دوم 210

4-4-7- طراحی ستون طبقه سوم 211

4-4-7-1-تعیین مهارشده بودن طبقه 211

4-4-7-2- محاسبه ی EI تیرها 212

4-4-7-3- محاسبه ی EI ستونها 212

4-4-7-4- محاسبه ی ضریب طول موثر K 213

4-4-7-5- بررسی لاغری ستونها 214

4-4-7-6- محاسبه ی δ_s 214

4-4-7-7- محاسبه ی مجدد EI ستونها 216

4-4-7-8- محاسبه ی مجدد ضریب طول موثر K 216

4-4-7-9- محاسبه ی مجدد δ_s 217

4-4-7-10- مقطع نهایی ستون طبقه سوم 218

4-4-8- طراحی ستون طبقه چهارم 219

4-4-8-1-تعیین مهارشده بودن طبقه 219

4-4-8-2- محاسبه ی EI تیرها 220

4-4-8-3- محاسبه ی EI ستونها 220

4-4-8-4- محاسبه ی ضریب طول موثر K 221

4-4-8-5- بررسی لاغری ستونها 221

4-4-8-6- محاسبه ی δ_s 222

عنوان	صفحه

4-4-8-7- محاسبه ی مجدد EI ستونها 223

4-4-8-8- محاسبه ی مجدد ضریب طول موثر K 224

4-4-8-9- محاسبه ی مجدد δ_s 224

4-4-8-10- مقطع نهایی ستون طبقه چهارم 225

œ کلام آخر 226

¨ منابع ومراجع 227

«فهرست شکلها»

عنوان	صفحه
¨ فصل اول	1
(شکل1-1)پلان موقعیت	2
(شکل1-2)پلان همکف	3
(شکل1-3)پلان اندازه گذاری طبقه همکف	4
(شکل1-4)پلان تیپ طبقات	5
(شکل1-5)پلان اندازه گذای تیپ طبقات	6
(شکل1-6)نمای جنوبی	7
(شکل1-7)نمای شمالی	8
(شکل1-8) برش A-A	9
(شکل1-9)برش B-B	10
¨ فصل دوم	14
(شکل 2-1) جزئیات سقف بام	16

عنوان	صفحه

(شکل 2-2) جزئیات سقف طبقات 17

(شکل 2-3) جزئیات تیغه 10 سانتی کاشی کاری – سیمان کاری 19

(شکل 2-4) جزئیات تیغه 10 سانتی گچ کاری –گچ کاری 19

(شکل 2-5) جزئیات تیغه 10 سانتی کاشی کاری- کاشی کاری 20

(شکل 2-6) جزئیات تیغه 10 سانتی گچ کاری- کاشی کاری 20

(شکل 2-7) جزئیات تیغه 10 سانتی سیمان کاری- سیمان (سفید)کاری 21

(شکل 2-8) جزئیات دیوار20 سانتی کچ کاری- کچ کاری 22

(شکل 2-9) جزئیات دیوار20 سانتی سنگ کاری- سنگ کاری 22

(شکل 2-10) جزئیات دیوار20 سانتی سیمان کاری- کچ کاری 23

(شکل 2-11) جزئیات دیوار20 سانتی سنگ کاری- کچ کاری 23

(شکل 2-12) جزئیات دیوار20 سانتی کاشی کاری- سیمان کاری 24

(شکل 2-13) جزئیات دیوار20 سانتی سنگ کاری- سیمان کاری 24

(شکل 2-14) جزئیات دیوار20 سانتی کاشی کاری- کاشی کاری 25

(شکل 2-15) جزئیات دیوار20 سانتی کاشی کاری- سنگ کاری 25

(شکل 2-16) جزئیات دیوار20 سانتی کاشی کاری- گچ کاری 26

(شکل 2-17) جزئیات دیوارجان پناه20 سانتی سیمان کاری- سنگ کاری 26

(شکل 2-18) جزئیات دیوار20 سانتی جان پناه، سیمان کاری- سیمان کاری 27

(شکل 2-19) پله ی سه گردشی 29

(شکل 2-20) شمشیری پله َ1،1و2 30

(شکل 2-21) سطح آجرکاری پله 30

عنوان	صفحه

(شکل 2-22) جزئیات زیرشمشیری پله های ´1،1و2 31

(شکل 2-23) جزئیات پاگردهای 1و2 31

(شکل 2-24) طول مورب پله 1 32

(شکل 2- 25) بار زنده و مرده ی واحد سطح پله ی 2 درسطح مورب 1.05×1.90متر 25

(شکل 2- 26) طول مورب پله2 26

(شکل 2- 27) بار زنده و مرده ی واحد سطح پله ی 2 درسطح مورب 1.05×1.20متر 34

(شکل 2- 28) بار زنده و مرده ی واحد سطح پله ی 2 در سطح افقی 1.05×0.9 متر 35

(شکل 2-29) تقسیم بارمرده و زنده به صورت خطی بردوانتهای پله ی 2 35

(شکل 2-30) عرض مورد نظرجهت انتقال بار پله ی 2 به پاگردهای شماره ی 1 36

(شکل 2-31) بار های انتقال یافته ی پله ی 2 به پاگردهای شماره ی 1 36

(شکل 2-32) بارهای وارد بر شمشیری 1 و پاگرد1 37

(شکل 2-33) بارهای وارد برسطح افقی شمشیری 1 و پاگرد1 38

(شکل 2-34) تبدیل بارسطحی پله 1وپاگرد 1 درقسمتهای m و e 38

(شکل 2-35) سهم هریک از قسمتهای m و e شمشیری و پاگرد 1 از مقدار طول بارگیر 39

(شکل 2-36) توزیع بار پله به صورت خطی برروی قسمتهای m،e،g وh 40

(شکل 2-37) پاگرد 2 41

(شکل 2-38) توزیع بارهای خطی قسمتهای e وh برروی پاگرد2 به صورت سطحی 42

(شکل 2-39) بارهای زنده و مرده ی پاگرد 2 به صورت سطحی 42

(شکل 2-40) نحوه ی توزیع بار در پله ی سه گردشی 44

(شکل 2-41) مقادیر بارگذاری پله ی سه گردشی 44

عنوان	صفحه

(شکل 2-42) مبدا مختصات پلان، جهت تعیین مرکز جرم سقفها 45

(شکل 2-43) پانل بندی سقف 52

(شکل 2-44) پانل شماره 8 54

(شکل 2-45) بارگذاری متقارن بام تخت، تحت بار برف 68

(شکل2-46) جهت وزش باد در پلان 71

(شکل2-47) بار باد درسطح واقع برمحور Y 72

(شکل2-48) بار باد درسطح واقع برمحور X 73

(شکل2-49) بررسی واژگونی دربرابرنیروی جانبی زلزله 83

(شکل2-50) بررسی لنگر مقاوم ومحرک حول نقطه ی X_1 85

(شکل 2-51) ارتفاع ترازهای مختلف طبقات تا تراز پایه 51

(شکل2-52) نحوه ی توزیع نیروی جانبی زلزله در تراز سقفهای قاب های خمشی جهت X 88

(شکل2-53) نحوه ی توزیع نیروی جانبی زلزله در تراز سقفهای قاب های خمشی جهت Y 90

(شکل2-54) تیرریزی سقف اول 92

(شکل2-55) تیرریزی سقف دوم،سوم وچهارم 93

(شکل2-56) تیر ریزی سقف خرپشته 93

(شکل2-57)بارگذاری قاب محور1 96

(شکل2-58) بارگذاری قاب محور2 99

(شکل2-59) بارگذاری قاب محور3 102

(شکل2-60) بارگذاری قاب محور4 104

(شکل2-61) بارگذاری قاب محور5 107

عنوان	صفحه

(شکل2-62) بارگذاری قاب محورA 111

(شکل2-63) بارگذاری قاب محورB 115

(شکل2-64) بارگذاری قاب محورC 119

¨ فصل سوم : 120

(شکل3-1)تحلیل پرتال قاب های محورهای1و 5 121

(شکل3-2)تحلیل پرتال قاب های محورهای2و 4 122

(شکل 3-3)تحلیل پرتال قاب محور3 123

(شکل3-4)تحلیل پرتال قاب محور A 124

(شکل3-5)تحلیل پرتال قاب محور B 125

(شکل3-6)تحلیل پرتال قاب محور C 126

(شکل3-7) قاب محور4 127

(شکل3-8) تحلیل تیر سقف چهارم دهانه ی A-B قاب محور4 128

(شکل3-9)تحلیل تیر سقفهای سوم،دوم و اول دهانه ی A-B قاب محور4 129

(شکل3-10)تحلیل تیر سقفهای چهارم، سوم،دوم و اول دهانه ی B-C قاب محور4 130

(شکل3-11) قاب محورB 131

(شکل3-12)تحلیل تیر سقف چهارم دهانه ی(1-2)قاب محورB 132

(شکل3-13)تقسیم تیر سقف چهارم دهانه ی(1-2)قاب محورB به دوبخش 132

(شکل3-14)تحلیل تیرکلی سقف چهارم دهانه ی(1-2)قاب محورB تحت بارزنده و مرده 134

(شکل3-15)دیاگرامهای برش وخمش تیر سقف چهارم دهانه ی(1-2)قاب محورB تحت بارمرده 135

(شکل3-16)دیاگرامهای برش وخمش تیرسقف چهارم دهانه ی(1-2)قاب محورB تحت بارزنده 136

عنوان	صفحه

(شکل3-17)تحلیل تیر سقف سوم و دوم دهانه ی(1-2)قاب محورB..... 137

(شکل3-18)تقسیم تیر سقف سوم و دوم دهانه ی(1-2)قاب محورB به دوبخش..... 137

(شکل3-19)تحلیل تیرکلی سقف سوم و دوم دهانه ی(1-2)قاب محورB تحت بارزنده و مرده..... 139

(شکل3-20)دیاگرامهای برش وخمش تیرسقف سوم و دوم دهانه ی(1-2)قاب محورB تحت بارمرده..... 140

(شکل3-21)دیاگرامهای برش وخمش تیرسقف سوم و دوم دهانه ی(1-2)قاب محورB تحت بارزنده..... 141

(شکل3-22)تحلیل تیر سقف اول دهانه ی(1-2)قاب محورB..... 142

(شکل3-23)تحلیل تیر سقف خرپشته دهانه ی(2-3)قاب محورB..... 143

(شکل3-24)تحلیل تیر سقف چهارم دهانه ی(2-3)قاب محورB..... 144

(شکل3-25)تحلیل تیر سقفهای سوم،دوم و اول دهانه ی(2-3)قاب محورB..... 145

(شکل3-26)تحلیل تیر سقفهای چهارم دهانه ی(4-3)قاب محورB..... 146

(شکل3-27)تحلیل تیر سقفهای سوم، دوم واول دهانه ی(4-3)قاب محورB..... 147

(شکل3-28)تحلیل تیر سقف چهارم دهانه ی(4-5)قاب محورB..... 148

(شکل3-29)تحلیل تیر سقفهای سوم،دوم واول دهانه ی(4-5)قاب محورB..... 149

(شکل 3-30)قابهای مورد نیاز تحلیل و طراحی..... 150

(شکل3-31)تحلیل تیر سقفهای چهارم دهانه ی(4-3)قاب محورA..... 151

(شکل3-32)تحلیل تیر سقفهای سوم، دوم واول دهانه ی(4-3)قاب محورA..... 151

(شکل3-33)تحلیل تیر سقف چهارم دهانه ی(4-5)قاب محورA..... 152

(شکل3-34)تحلیل تیر سقفهای سوم،دوم واول دهانه ی(4-5)قاب محورA..... 153

(شکل3-35)تقسیم تیر سقف سوم ،دوم واول دهانه ی(4-5)قاب محورA به دوبخش..... 153

(شکل3-36)تحلیل تیرکلی سقف سوم ،دوم واول دهانه ی(4-5)قاب محورA تحت بارمرده..... 154

عنوان	صفحه

(شکل3-37)دیاگرامهای برش وخمش تیر سقف سوم ،دوم واول دهانه ی(4-5)قاب محورA تحت بارمرده..... 155

(شکل3-38)تحلیل تیر سقف چهارم دهانه ی(3-4)قاب محورC..... 155

(شکل3-39)تحلیل تیر سقفهای سوم،دوم واول دهانه ی(3-4)قاب محورC..... 156

(شکل3-40)تقسیم تیر سقف سوم ،دوم واول دهانه ی(3-4)قاب محورC به دوبخش..... 156

(شکل3-41) لنگرهای تکیه گاهی تحت یک نوع بارگذاری خاص..... 157

(شکل3-42)تحلیل تیرکلی سقف سوم ،دوم واول دهانه ی(3-4)قاب محورC تحت بارمرده..... 158

(شکل3-43)تحلیل تیر سقف چهارم دهانه ی(4-5)قاب محورC..... 158

(شکل3-44) تحلیل تیر سقفهای سوم ودوم دهانه ی(4-5)قاب محورC..... 159

(شکل3-45)تقسیم تیر سقف سوم ودوم دهانه ی(4-5)قاب محورC به سه بخش..... 159

(شکل3-46)تحلیل تیرکلی سقف سوم ودوم دهانه ی(4-5)قاب محورC تحت بارمرده..... 160

(شکل3-47)دیاگرامهای برش وخمش تیر سقف سوم ،دوم دهانه ی(4-5) قاب محورC تحت بارمرده..... 161

(شکل3-48)تحلیل تیر سقف اول دهانه ی(4-5)قاب محورC..... 161

(شکل3-49)تقسیم تیر سقف اول دهانه ی(4-5)قاب محورC به سه بخش..... 161

(شکل3-50)تحلیل تیرکلی سقف اول دهانه ی(4-5)قاب محورC تحت بارمرده..... 162

¨ فصل چهارم :..... 164

(شکل4-1)لنگرها و نیروهای وارد برقاب محورB، تحت بارزلزله..... 170

(شکل4-2)لنگرها و نیروهای وارد برقاب محورB، تحت بارمرده..... 171

(شکل4-3)لنگرها و نیروهای وارد برقاب محورB، تحت بارزنده..... 172

(شکل4-4)لنگر ها و نیروهای وارد برقاب محور4، تحت بارزلزله..... 173

(شکل4-5)لنگر ها و نیروهای وارد برقاب محور4، تحت بارمرده..... 174

عنوان	صفحه

(شکل4-6)لنگر ها و نیروهای وارد برقاب محور4، تحت بارزنده 175

(شکل4-7)پارامترهای مختلف طراحی مقطع مستطیلی باآرماتورهای کششی و فشاری 177

(شکل4-8)دیاگرامهای تغییر طول نسبی و تنش در مقطع تیر سقف اول با آرماتورهای کششی و فشاری 178

(شکل4-9)نیروی برشی، به فاصله ی d ازبرتکیه گاه،تیرسقف اول 179

(شکل4-10)دیاگرامهای تغییر طول نسبی و تنش در مقطع تیر سقف دوم با آرماتورهای کششی و فشاری 181

(شکل4-11)نیروی برشی، به فاصله ی d ازبرتکیه گاه،تیرسقف دوم 182

(شکل4-12)دیاگرامهای تغییر طول نسبی و تنش در مقطع تیر سقف سوم با آرماتورهای کششی و فشاری 184

(شکل4-13)نیروی برشی، به فاصله ی d ازبرتکیه گاه،تیرسقف سوم 185

(شکل4-14)دیاگرامهای تغییر طول نسبی و تنش در مقطع تیر سقف چهارم با آرماتورهای کششی و فشاری 187

(شکل4-15)نیروی برشی، به فاصله ی d ازبرتکیه گاه،تیرسقف چهارم 188

(شکل4-16) طراحی ستون طبقه اول تقاطع محورهای 4و B 193

(شکل 4-17)تعیین مقدارEI تیر سقف اول، قاب محور4 دهانه های ABوBC 194

(شکل 4-18) مقطع فرضی ستون طبقه اول 195

(شکل 4-19) مقطع اولیه ی ستون طبقه اول 198

(شکل 4-20) مقطع نهایی ستون طبقه اول 201

(شکل4-21) طراحی ستون طبقه دوم تقاطع محورهای 4وB 202

(شکل 4-22)تعیین مقدارEI تیر سقف دوم، قاب محور4 دهانه های ABوBC 203

(شکل4-23) مقطع فرضی ستون طبقه دوم 203

(شکل 4-24) مقطع اولیه ی ستون طبقه دوم 207

(شکل4-25) مقطع نهایی ستون طبقه دوم 210

عنوان	صفحه
(شکل4-26) طراحی ستون طبقه سوم تقاطع محورهای 4و B.....	211
(شکل 4-27)تعیین مقدارEI تیر سقف سوم، قاب محور4 دهانه های ABو BC.....	212
(شکل 4-28) مقطع فرضی ستون طبقه سوم.....	213
(شکل 4-29) مقطع اولیه ی ستون طبقه سوم.....	215
(شکل 4-30) مقطع نهایی ستون طبقه سوم.....	218
(شکل4-31) طراحی ستون طبقه چهارم تقاطع محورهای 4و B.....	219
(شکل 4-32)تعیین مقدارEI تیر سقف چهارم، قاب محور4 دهانه های ABو BC.....	220
(شکل 4-33) مقطع فرضی ستون طبقه چهارم.....	221
(شکل 4-34) مقطع اولیه ی ستون طبقه چهارم.....	223
(شکل 4-35) مقطع نهایی ستون طبقه چهارم.....	225

«فهرست جدولها»

عنوان	صفحه
¨ فصل دوم.....	14
جدول(2-1) محاسبه ی جرم واحد سطح سقف بام.....	16
جدول(2-2) محاسبه ی جرم واحد سطح سقف طبقات.....	17
جدول(2-3) محاسبه ی جرم واحد سطح تیغه 10 سانتی کاشی کاری - سیمان کاری.....	19
جدول(2-4) محاسبه ی جرم واحد سطح تیغه تیغه 10 سانتی گچ کاری - گچ کاری.....	19
جدول(2-5) محاسبه ی جرم واحد سطح تیغه 10 سانتی کاشی کاری- کاشی کاری.....	20
جدول(2-6) محاسبه ی جرم واحد سطح تیغه 10 سانتی گچ کاری- کاشی کاری.....	20
جدول(2-7) محاسبه ی جرم واحد سطح تیغه 10 سانتی گچ کاری- کاشی کاری.....	21
جدول(2-8) محاسبه ی جرم واحد سطح دیوار20 سانتی کچ کاری- کچ کاری.....	22
جدول(2-9) محاسبه ی جرم واحد سطح دیوار20 سانتی سنگ کاری- سنگ کاری.....	22
جدول(2-10) محاسبه ی جرم واحد سطح دیوار20 سانتی سیمان کاری- کچ کاری.....	23

عنوان	صفحه

جدول(2-11) محاسبه ی جرم واحد سطح دیوار20 سانتی سنگ کاری- کچ کاری..... 23

جدول(2-12) محاسبه ی جرم واحد سطح دیوار20 سانتی کاشی کاری- سیمان کاری..... 24

جدول(2-13) محاسبه ی جرم واحد سطح دیوار20 سانتی سنگ کاری- سیمان کاری..... 24

جدول(2-14) محاسبه ی جرم واحد سطح دیوار20 سانتی کاشی کاری- کاشی کاری..... 25

جدول(2-15) محاسبه ی جرم واحد سطح دیوار20 سانتی کاشی کاری- سنگ کاری..... 25

جدول(2-16) محاسبه ی جرم واحد سطح دیوار20 سانتی کاشی کاری- گچ کاری..... 26

جدول(2-17) محاسبه ی جرم واحد سطح دیوارجان پناه20 سانتی جان پناه، سیمان کاری- سنگ کاری..... 26

جدول(2-18) محاسبه ی جرم واحد سطح دیوار20 سانتی جان پناه، سیمان کاری- سیمان کاری..... 27

جدول(2-19) محاسبه ی جرم واحد طول شمشیری پله َ1، 1و2..... 30

جدول(2- 20) محاسبه ی جرم واحد سطح زیرشمشیری پله َ1، 1و2..... 31

جدول(2-21) محاسبه ی جرم واحد سطح پاگردهای 1و2 31

جدول(2-22)یافتن مرکز جرم سقف اول..... 47

جدول(2-23) بار معادل تیغه ها در پانل شماره 8..... 54

جدول(2-24) بار معادل تیغه ها در پانلهای مختلف..... 55

جدول(2-25) بار معادل تیغه ها در پانلهای طبقه همکف..... 56

جدول(2-26) یافتن مرکز جرم سقف دوم(وسوم) 57

جدول(2-27) یافتن مرکز جرم سقف چهارم..... 61

جدول(2-28) نتایج مربوط به محاسبات مرکز جرم و جرم طبقات..... 65

جدول(2-29) مقدار باربرف مبنا برای مناطق مختلف کشور 66

جدول(2-30) جرم هریک از طبقات ساختمان برای محاسبه نیروی برش پایه..... 78

عنوان	صفحه

جدول(2-31) محاسبه ی جرم خرپشته 79

جدول(2-32)توزیع نیروی زلزله در تراز طبقات در جهت X..... 82

جدول(2-33)توزیع نیروی زلزله در تراز طبقات در جهت Y..... 82

جدول(2-34) توزیع نیروی زلزله در جهت X..... 87

جدول(2-35) توزیع نیروی زلزله در جهت Y..... 89

¨ فصل چهارم..... 164

جدول(4-1) لنگرهای مورد نیاز طراحی تیرهای دهانه ی 1-2 قاب محورB..... 176

جدول(4-2) برشهای مورد نیاز طراحی تیرهای دهانه ی 1-2 قاب محورB..... 177

جدول(4-3)لنگرهای وارد بر ستونهای تقاطع قاب محورهای B و4..... 190

جدول(4-4)نیروهای محوری وارد بر ستونهای تقاطع قاب محورهای B و4..... 191

جدول(4-5)نیروهای محوری وارد بر ستونهای تقاطع قاب محورهای A و4..... 192

جدول(4-6)نیروهای محوری وارد بر ستونهای تقاطع قاب محورهای C و4..... 192

? فصل اول:

معرفی پروژه

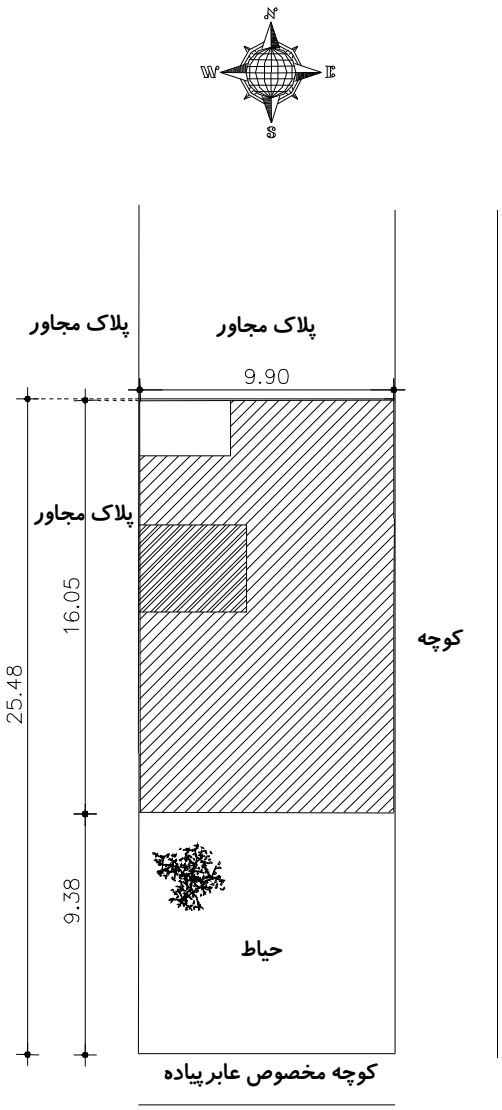
فصل اول

معرفی پروژه

دراین فصل، ابتدا نقشه های معماری ساختمان مورد نظر که ساختمانی با چهار سقف می باشد را نشان می دهیم و درادامه به بیان خصوصیات پروژه، از قبیل مشخصات زمین، مشخصات مصالح مصرفی مورد استفاده شده، در این پروژه و سایرپروژه های مشابه پرداخته و در انتها نیز به بیان نشریات و آیین نامه های مورد استفاده می پردازیم، درانتهای این پروژه، منابع دقیق مورد استفاده آمده است.

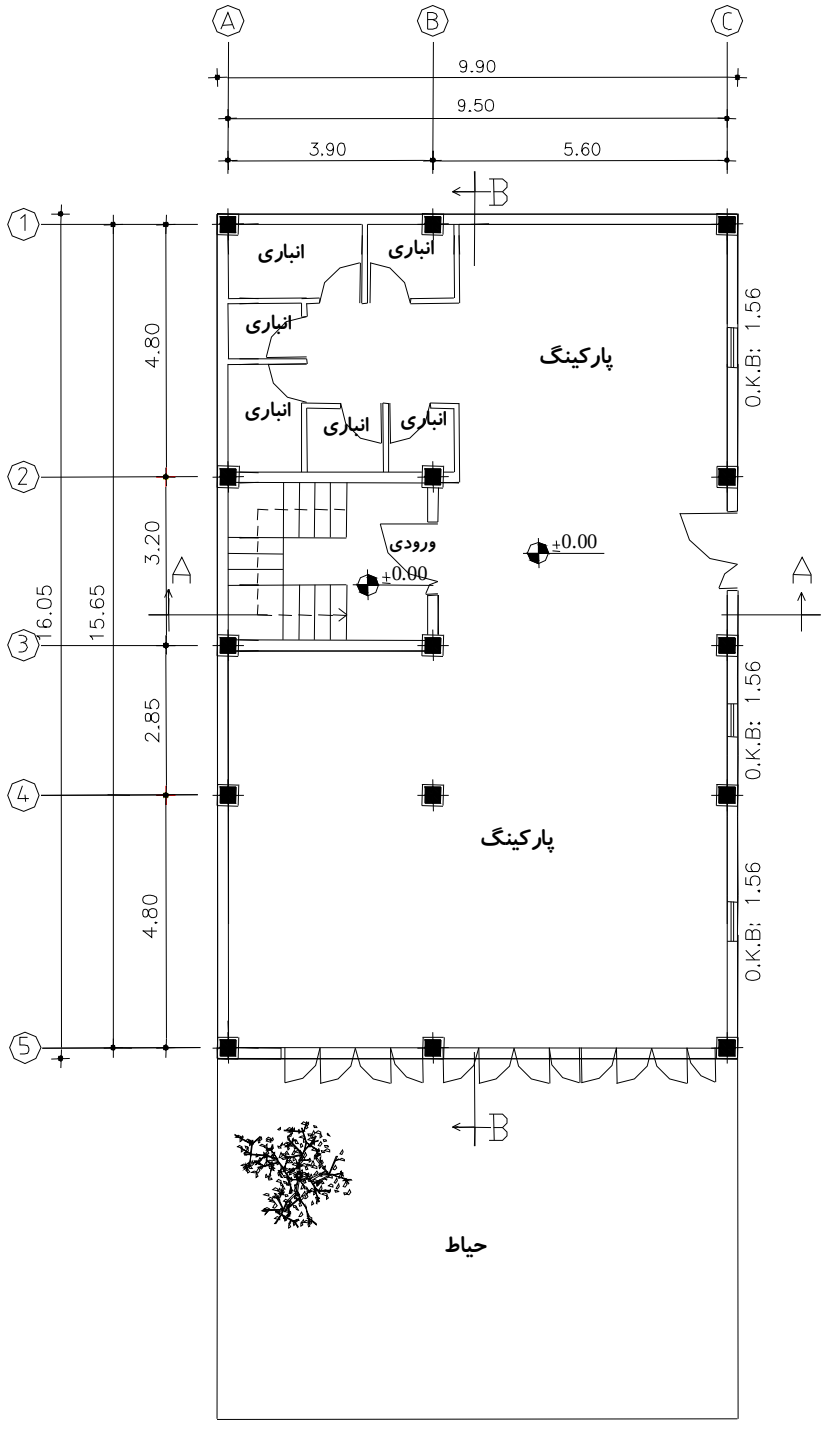
1-1- نقشه های معماری:

1-1-1- پلان موقعیت :



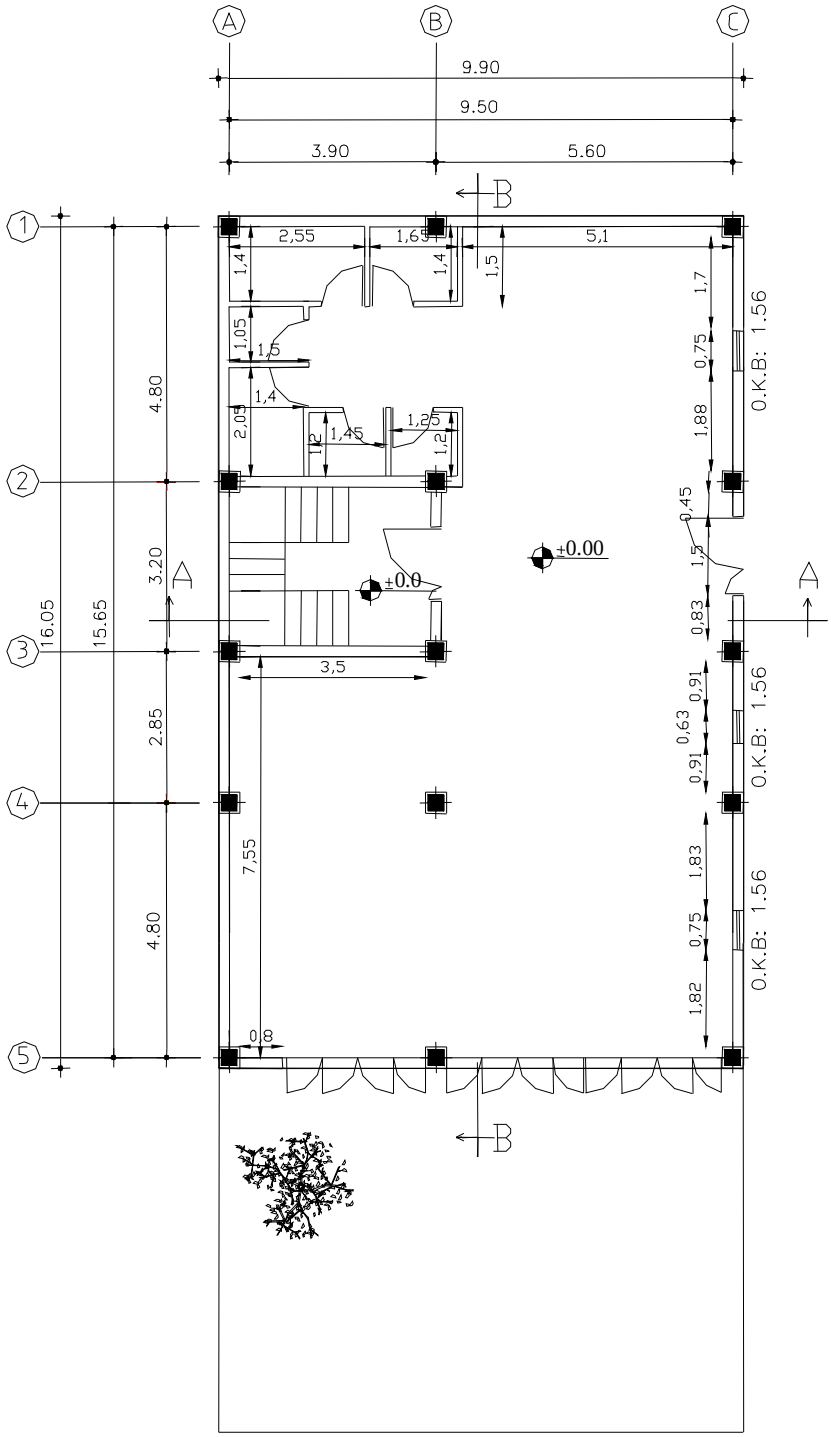
(شکل1-1)پلان موقعیت

1-1- 2- **پلان طبقه همکف** :



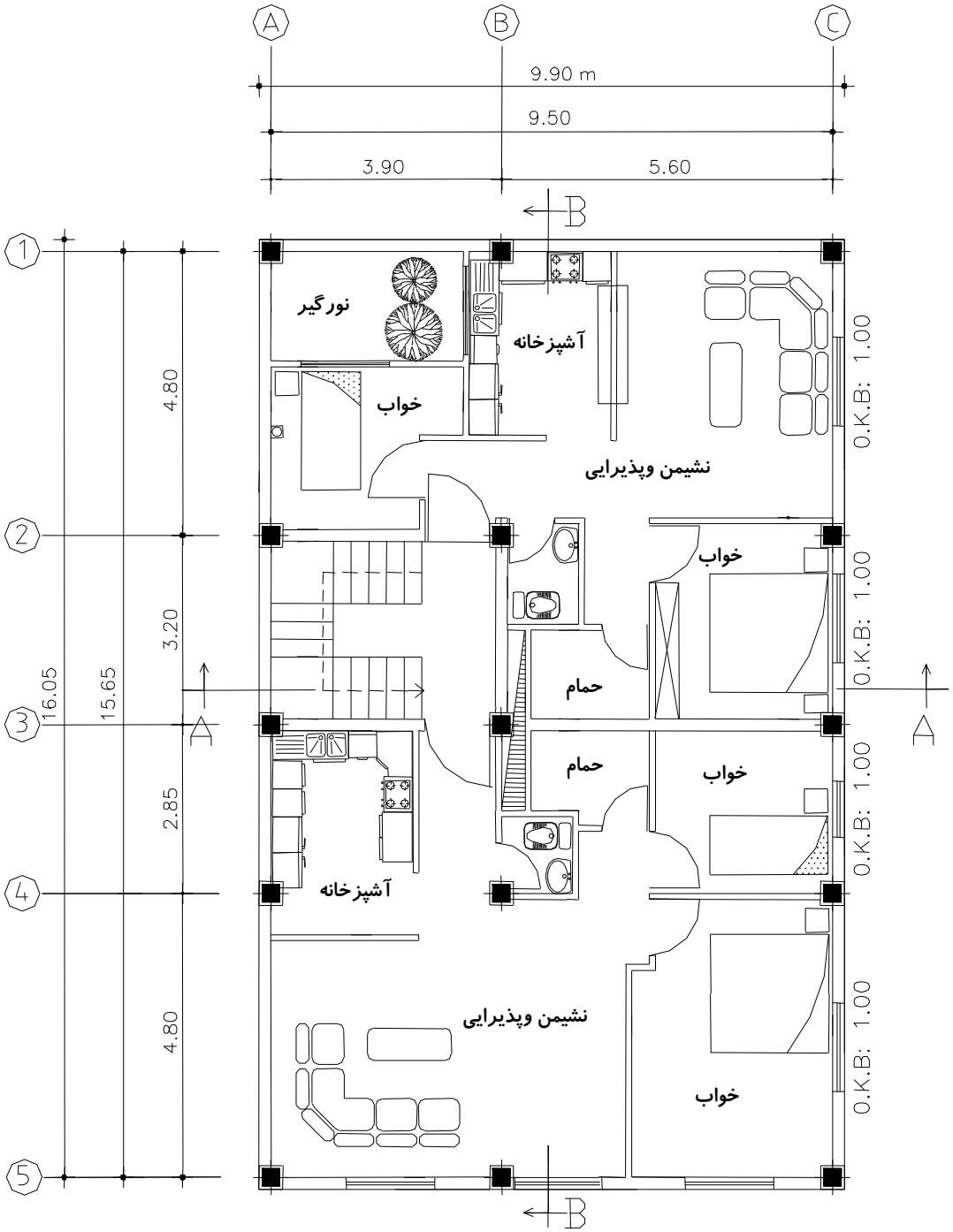
(شکل1-2)پلان همکف

1-1- 3- پلان اندازه گذاری طبقه همکف :



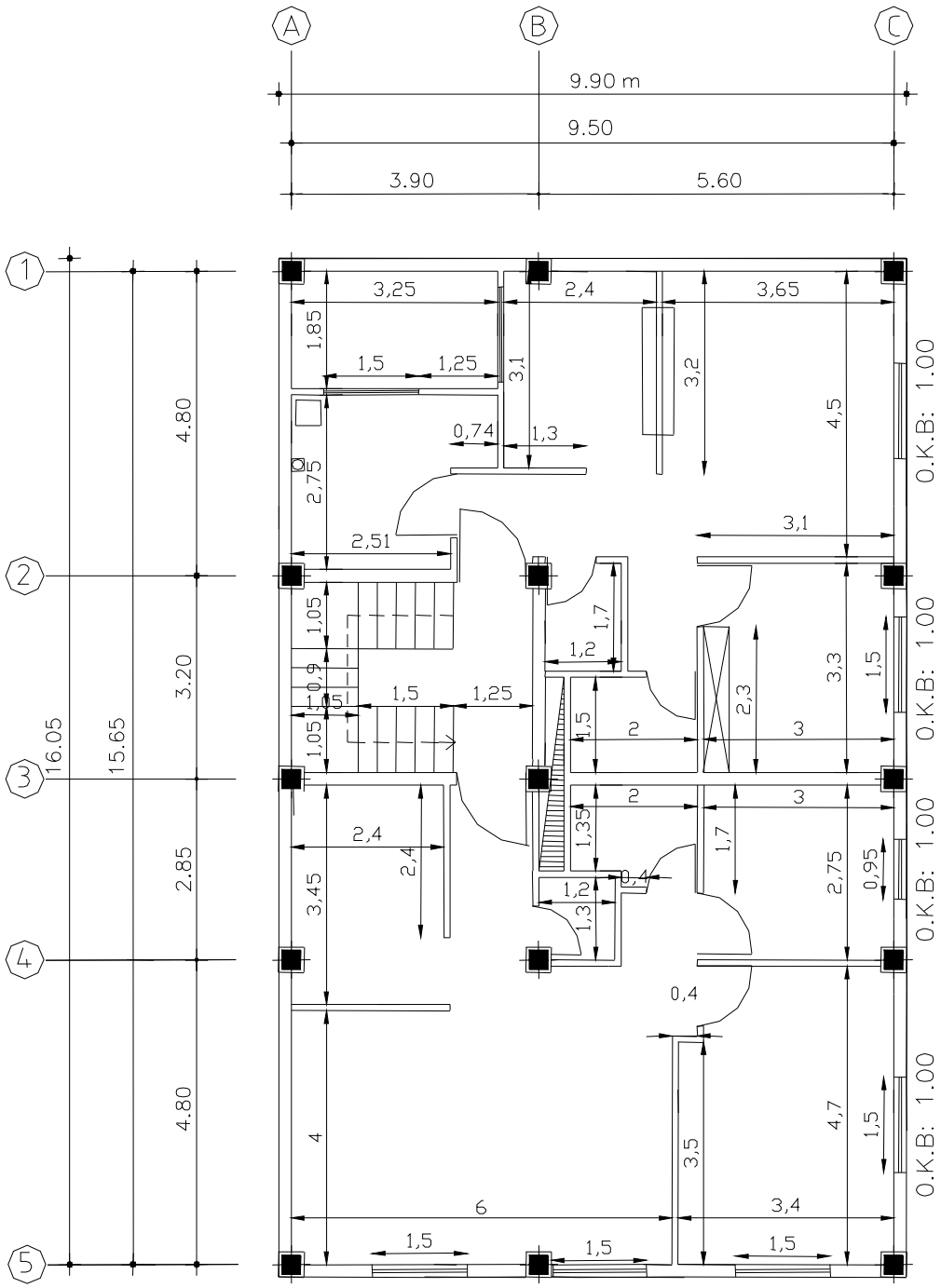
(شکل1-3)پلان اندازه گذاری طبقه همکف

1-1- 4- **پلان تیپ طبقات** :



(شکل1-4)پلان تیپ طبقات

1-1-5- پلان اندازه گذاری تیپ طبقات:



(شکل1-5)پلان اندازه گذای تیپ طبقات

1-1-6- **پلان های نما**:

1-1-6-1- **پلان نمای جنوبی** :

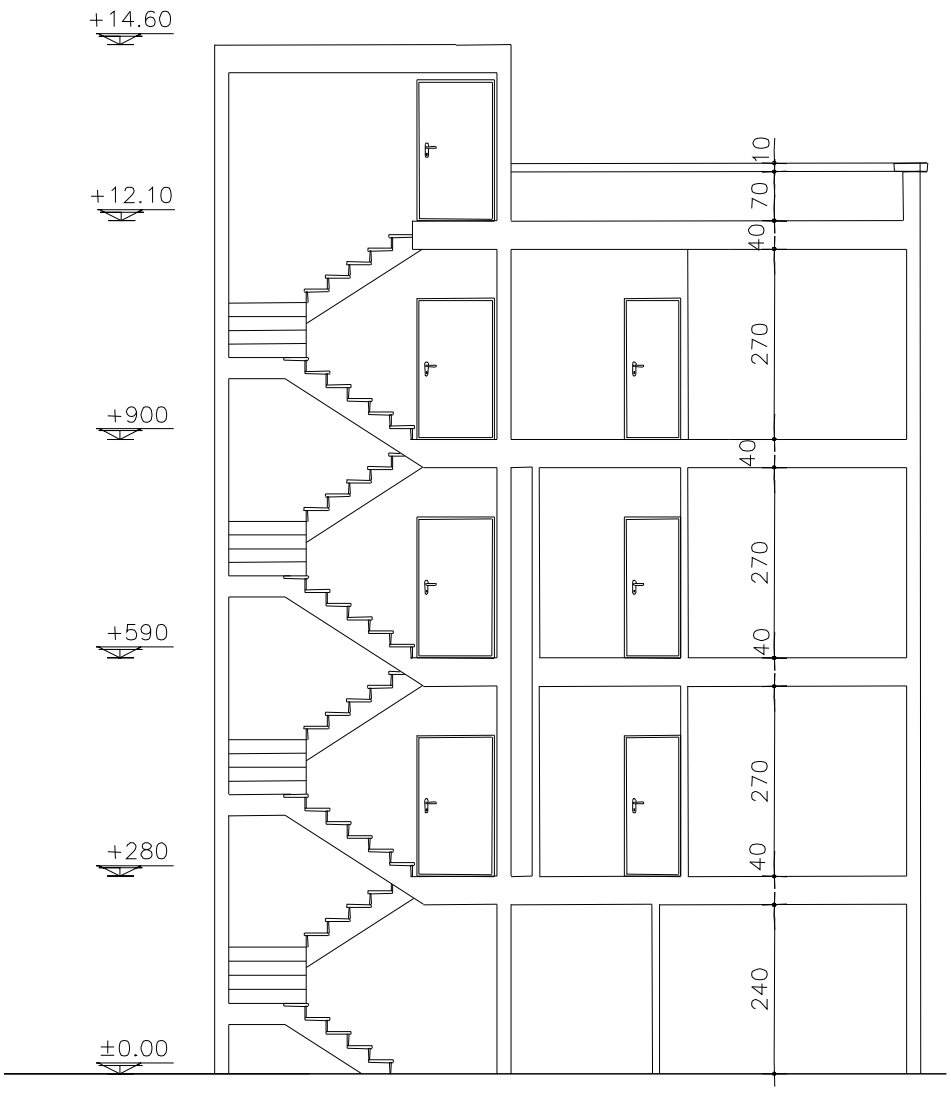
(شکل1-6)نمای جنوبی

1-1-6- 2- پلان نمای شمالی:

(شکل1-7)نمای شمالی

1-1-7- **پلان های برش**:

1-1-7-1- **پلان برش A-A** :



(شکل1-8) برش **A-A**

1-1-7-2- **پلان برش B-B** :

(شکل1-9)برش B-B

1-2- **اطلاعات کلی ساختمان**:

ساختمان مورد طراحی این پروژه دارای 4 طبقه(چهار سقف) در هر طبقه 2 واحد، که هرواحد آن به صورت دو خوابه بوده ومساحت هریک از آنها به ترتیب68.08و77.70مترمربع می باشد.مساحت اتاق پله ی آن13.12 متر مربع ومساحت هرطبقه برابر158.90، بدون زیرزمین، باکاربری هر طبقه مسکونی، ساختمان از ضلع شمالی و غربی مشرف به پلاک مجاور می باشد(همسایه).و از ضلع جنوبی و شرقی مشرف به کوچه بوده و از این دو ضلع نما دار(ازنوع سنگ گرانیت)است.درضلع شمالی هرطبقه یک عدد نورگیر تعبیه شده است.که کف این نورگیردرتراز سقف اول قرار دارد و تا بام ادامه می یابد. تراز صفر، صفر در نقشه های معماری هم تراز با خیابان مجاور می باشد. دیوارهای پیرامونی ازنوع دیوارهای باضخامت 20 سانتی متر(دیوار 20 سانتی) و تیغه های داخلی به جزدیوارهای جدا کننده ی واحدها و دیوارهای پیرامونی اتاق پله که 20 سانتی می باشند، از نوع 10 سانتی هستند. ابعاد کل زمین،10 در25.48 متر می باشد.

محورX، درجهت ضلع کوچکترپلان و محورY، آن نیز درجهت ضلع بزرگترانتخاب شده است.در هردوجهت، ساختمان به صورت قاب خمشی متوسط درنظرگرفته می شود.

1-3- **مشخصات زمین**:

محل احداث ساختمان، درشهرگنبدکاووس، درنتیجه طبق آیین نامه مبحث ششم بارهای وارد برساختمان مقادیرسرعت مبنای باد، فشارمبنای بادو بار برف مبنا به ترتیب برابر، 80کیلومتربرساعت،32کیلوگرم بر متر مربع و 100 کیلوگرم برمتر مربع خواهد بود.

نوع زمین، نیزطبق آیین 2800 زلزله،3 می باشد.طبق این آیین نامه شهر گنبد کاووس دارای پهنه با خطر نسبی زیاد بوده ودر نتیجه مقدار نسبت شتاب مبنای طرح آن برابر با 0.3 اختیار می گردد.

1-4- مشخصات مصالح مصرفی:

1-4-1 مشخصات بتن:

1-4-1-1- مشخصات تحلیلی:

ضریب پواسون : 0.2

مدول الاستیسته: 2.1×10^{9} کیلوگرم برمتر مربع که درقسمت طراحی مقدار دقیق تر آن یعنی $E_C = 15100\sqrt{f'_c}$ درنظر گرفته شده است.

وزن واحد حجم : 2500 کیلو گرم بر مترمکعب

جرم واحد حجم : 785 کیلو گرم بر متر مکعب

وزن واحد طول تیروستونها: 366 کیلوگرم برمتر

1-4-1-2- مشخصات طراحی:

مقاومت فشاری مشخصه بتن f'_c : 210 کیلو گرم بر سانتی متر مربع

تنش تسلیم میلگردهای طولی f_y : 4000 کیلو گرم برسانتی متر مربع

تنش تسلیم میلگردهای عرضی (خاموتها) f_{ys} : 3000 کیلو گرم برسانتی متر مربع

ضریب بستر خاک K_s : $K_S = 1.2q_a = 1.2\times0.8 = 0.96$

1-4-2 مشخصات فولاد:

1-4-2-1- مشخصات تحلیلی :

ضریب پواسون : 0.3

مدول الاستیسته : 2.04×10^{10} کیلوگرم برمترمربع

وزن واحد حجم : 7850 کیلو گرم بر متر مربع

جرم واحد حجم : 785 کیلو گرم بر متر مکعب

1-4-2-2- **مشخصات طراحی**:

تنش تسلیم (F_y): 2400 کیلو گرم بر سانتی متر مربع

تنش نهایی (F_u): 3600 کیلو گرم بر سانتی متر مربع

1-5- **آیین نامه ها، نشریات و نرم افزارها**:

دراین پروژه، جهت طراحی ساختمان بتنی از آیین نامه ی طرح و اجرای ساختمانهای بتن آرمه (مبحث نهم مقررات ملی ساختمان)ونشریه120 سازمان مدیریت،که باعنوان آیین نامه ی بتن ایران(آبا)شناخته می شود، استفاده شده است. جهت بارگذاری پروژه، ازمبحث ششم بارهای وارد برساختمان وآیین نامه ی طراحی ساختمانها دربرابر زلزله که به اختصار آیین نامه 2800 نامیده می شود استفاده می گردد.

نرم افزارهای مورد استفاده، در طراحی کامپیوتری ساختمان،ETABS وطراحی پی SAFE می باشد.

؟ فصل دوم :

بارگذاری

فصل دوم

بارگذاری

یکی از مهمترین مراحل در طراحی سازه ها، تعیین بارهای وارد براجزاء سازه می باشد، که در اصطلاح، بارگذاری نامیده می شود.بدیهی خواهد بود که با محاسبه ی نادرست بارهای وارد بریک سازه، طراحی صورت گرفته بر اساس این بارها اشتباه خواهد بود و در نتیجه، مشکلات بعدی را به همراه خواهد داشت.بارهای وارد برسازه دارای انواع مختلفی هستند، وتعدادی از آنها، دارای ماهیتی آماری می باشند، بدین ترتیب در هر کشور(ویاحتی هر منطقه ی جغرافیایی) ضوابط خاصی برای تعیین این بارها استفاده می شود. نتایج حاصل از مطالعات در این زمینه، در هر کشوری منجر به تولید آیین نامه هایی خواهد شد.

در ایران آیین نامه هایی برای بارگذاری تدوین شده که مهمترین آنها که در این پروژه، نیز استفاده شده است عبارتند از : آیین نامه طراحی ساختمان در برابر زلزله(استاندارد 2800،سال 1384، ویرایش سوم)، مبحث ششم مقررات ملی ساختمان، بارهای وارد برساختمان(سال 1385).

2-1- **بارثقلی** :

بارهای ثقلی وارد برساختمان عبارتند از: بارهای مرده و زنده

2-1-1- **بارمرده** :

طبق بند 6-2-1 مبحث ششم،بارهای مرده عبارتند از : وزن اجزای دائمی ساختمانها مانند : تیرها، ستونها، کف ها، دیوارها، بامها، راه پله و تیغه ها، وزن تاسیسات و تجهیزات ثابت نیز در ردیف این بارها محسوب می شوند.

طبق بند 6-2-2-1 مبحث ششم ، در محاسبه ی بارهای مرده، باید وزن واقعی مصالح مصرفی و اجزای ساختمان مورد استفاده قرار گیرد. برای انجام این محاسبه، در صورت عدم دسترسی به اطلاعات آزمایشگاهی معتبر، جرم مخصوص مواد، جرم واحد حجم ویا جرم واحد سطح اجزای ساختمانی، باید به شرح مندرج در جدول ارائه شده درپیوست شماره ی 6-1 این آیین نامه در نظر گرفته شوند.

دراین پروژه چند سطح بار مرده تعریف شده است که به شرح آنها می پردازیم :

الف) بارمرده ی سقف : دو نوع سقف در نظر گرفته شده است : سقف بام وسقف طبقات

ب) بارمرده ی تیغه های 20 سانتی که در محل خود این تیغه ها اعمال شده است.

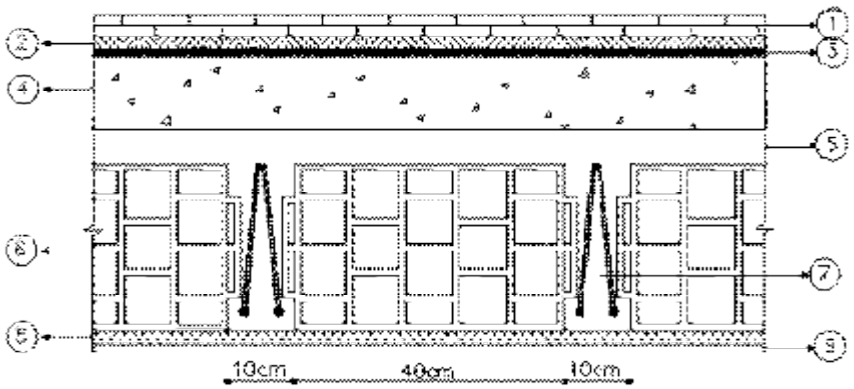
ج) بارمرده ی تیغه های 10 سانتی ، طبق بند (6-2-2-2 مبحث ششم) برای هر قسمت از کف (پانل یا چشمه) مقدار وزن تیغه ها محاسبه شده و برمساحت آن قسمت تقسیم شده است، تا بدین ترتیب بارمعادل تیغه های 10 سانتی نیز در نظر گرفته شود.

د) بارمرده ی راه پله (سه گردشی) که به صورت دقیق محاسبه شده است.

2-1-1-1-2- **بارمرده سقف ها** :

2-1-1-1-1-2- **سقف بام** :

شکل 2-1 جزئیات سقف بام را نشان می دهد، در این شکل اعدادی درون دایره ذکر شده است، که در ادامه در جدولی به شرح عنوان مربوط به هریک از این اعداد و محاسبه ی جرم واحد سطح حاصل از آنها می پردازیم. نتایج کار در جدول 2-1، آمده است.



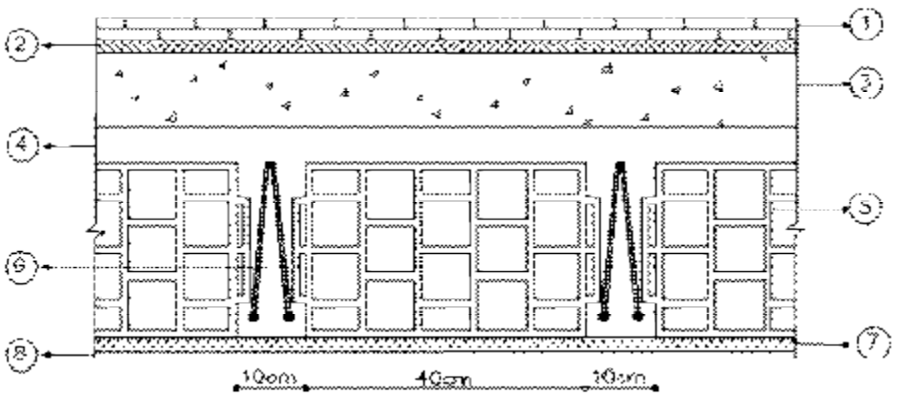
(شکل 2-1) جزئیات سقف بام

جدول(2-1) محاسبه ی جرم واحد سطح سقف بام

شماره	جنس	ضخامت cm	جرم واحدحجم Kg/m^3	جرم واحد سطح Kg/m^2
1	موزاییک سیمانی	2.5	2250	0.025×2250=56.25
2	ملات ماسه و سیمان	2	2100	0.02×2100=42
3	دو لایه قیر گونی	-	-	15
4	بتن با پوکه معدنی و سیمان	8	1300	0.08×1300=104
5	بتن آرمه با شن و ماسه معمولی	5	2500	0.05×2500=125
6	10 عدد بلوک سفالی 8 کیلویی	20	-	10×8=80
7	تیرچه بتنی	-	-	(100÷50)(0.1×0.2×2500)=100
8	ملات گچ وخاک	2	1600	0.02×1600=32
9	اندود گچ	1	1300	0.01×1300=13
	مجموع			567.25

2-1-1-1-2- **سقف طبقات** :

شکل 2-2 جزئیات سقف طبقات را نشان می دهد و نتایج محاسبه جرم واحد سقف طبقات درجدول 2-2 آمده است.



(شکل 2-2) جزئیات سقف طبقات

جدول(2-2) محاسبه ی جرم واحد سطح سقف طبقات

شماره	جنس	ضخامت cm	جرم واحدحجم Kg/m^3	جرم واحد سطح Kg/m^2
1	موزاییک سیمانی	2.5	2250	0.025×2250=56.25
2	ملات ماسه و سیمان	2	2100	0.02×2100=42
3	بتن با پوکه معدنی و سیمان	8	1300	0.08×1300=104
4	بتن آرمه با شن و ماسه معمولی	5	2500	0.05×2500=125
5	10 عدد بلوک سفالی 8 کیلویی	20	-	10×8=80
6	تیرچه بتنی	-	-	(100÷50)(0.1×0.2×2500)=100
7	ملات گچ وخاک	2	1600	0.02×1600=32
8	اندود گچ	1	1300	0.01×1300=13
	مجموع			552.25

2-1-1-2- **بارمرده دیوارها**:

دیوارهای موجود در این پروژه به دو دسته ی تیغه های 10 سانتی و دیوارهای 20 سانتی تقسیم می گردند.تیغه های 10 سانتی، در داخل ساختمان و دیوارهای 20 سانتی به عنوان دیوارهای پیرامونی و دیوارهای دورتادور اتاق پله و جداکننده واحد ها در هریک از طبقات استفاده شده است.

تیغه های 10 سانتی استفاده شده در این پروژه :

الف: تیغه 10 سانتی یک طرف کاشی کاری ، یک طرف سیمان کاری

ب: تیغه 10 سانتی یک طرف گچ کاری ، یک طرف گچ کاری

ج: تیغه 10 سانتی یک طرف کاشی کاری ، یک طرف کاشی کاری

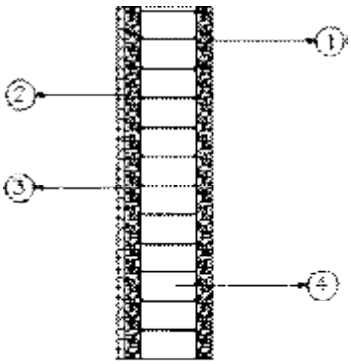
د: تیغه 10 سانتی یک طرف گچ کاری ، یک طرف کاشی کاری

ه: تیغه 10 سانتی یک طرف سیمان کاری، یک طرف سیمان(سفید)کاری

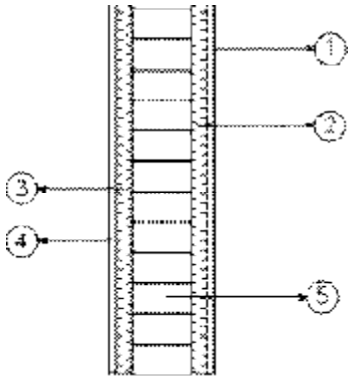
تذکر: دراین تعدادی از قسمتهای این پروژه، جهت اختصار این تیغه ها و دیوارها با نامهای اختصاری عنوان شده اند به عنوان مثال: تیغه ی 10 سانتی یک طرف کاشی کاری ، یک طرف سیمان کاری به صورت (تیغه 10 سانتی کاشی کاری – سیمان کاری) یا به صورت (تیغه 10 سانتی کاشی – سیمان) عنوان شده است.

در ادامه، جزئیات کامل این دیوارها، به همراه محاسبات مربوط به تعیین جرم واحد سطح هریک از آنها آورده شده است .

2-1-1-2-1-1-2- **تیغه های 10 سانتی** :



(شکل 2-3) جزئیات تیغه 10 سانتی کاشی کاری – سیمان کاری



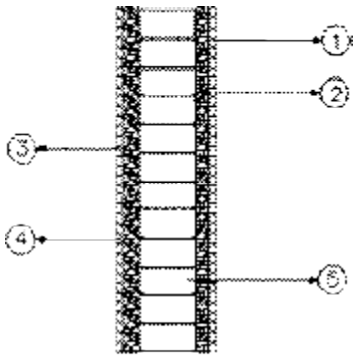
(شکل 2-4) جزئیات تیغه 10 سانتی گچ کاری –گچ کاری

جدول (2-3) محاسبه ی جرم واحد سطح تیغه 10 سانتی کاشی کاری –سیمان کاری

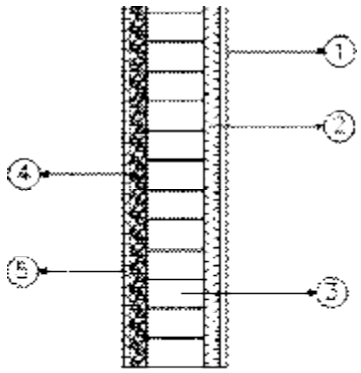
شماره	جنس	ضخامت cm	جرم واحدحجم Kg/m^3	جرم واحد سطح Kg/m^2
1	ملات ماسه و سیمان	2	2100	0.02×2100=42
2	ملات ماسه و سیمان	2	2100	0.02×2100=42
3	کاشی	1	1700	0.01×1700=17
4	آجرکاری با آجر مجوف و ملات ماسه سیمان	10	850	0.1×850=85
			مجموع	186

جدول(2-4) محاسبه ی جرم واحد سطح تیغه تیغه 10 سانتی گچ کاری –گچ کاری

شماره	جنس	ضخامت cm	جرم واحدحجم Kg/m^3	جرم واحد سطح Kg/m^2
1	اندود گچ	1	1300	0.01×1300=13
2	ملات گچ وخاک	2	1600	0.02×1600=32
3	ملات گچ وخاک	2	1600	0.02×1600=32
4	اندود گچ	1	1300	0.01×1300=13
5	آجرکاری با آجر مجوف و ملات ماسه سیمان	10	850	0.1×850=85
			مجموع	175



(شکل2-5) جزئیات تیغه 10 سانتی کاشی کاری - کاشی کاری



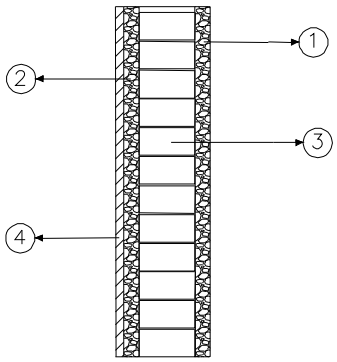
(شکل 2-6) جزئیات تیغه 10 سانتی گچ کاری - کاشی کاری

جدول (2-5) محاسبه ی جرم واحد سطح تیغه 10 سانتی کاشی کاری - کاشی کاری

شماره	جنس	ضخامت cm	جرم واحدحجم Kg/m^3	جرم واحد سطح Kg/m^2
1	کاشی	1	1700	0.01×1700=17
2	ملات ماسه و سیمان	2	2100	0.02×2100=42
3	ملات ماسه و سیمان	2	2100	0.02×2100=42
4	کاشی	1	1700	0.01×1700=17
5	آجرکاری با آجر مجوف و ملات ماسه سیمان	10	850	0.1×850=85
	مجموع			203

جدول(2-6) محاسبه ی جرم واحد سطح تیغه 10 سانتی گچ کاری - کاشی کاری

شماره	جنس	ضخامت cm	جرم واحدحجم Kg/m^3	جرم واحد سطح Kg/m^2
1	اندود گچ	1	1300	0.01×1300=13
2	ملات گچ وخاک	2	1600	0.02×1600=32
3	آجرکاری با آجر مجوف و ملات ماسه سیمان	10	850	0.1×850=85
4	ملات ماسه و سیمان	2	2100	0.02×2100=42
5	کاشی کاری	1	1700	0.01×1700=17
	مجموع			189



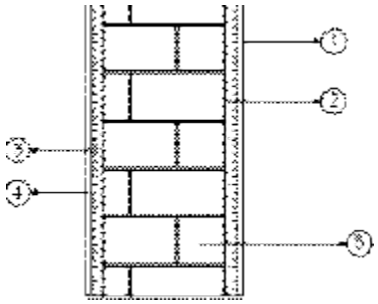
(شکل 2-7) جزئیات تیغه 10 سانتی سیمان کاری- سیمان (سفید)کاری

جدول(2-7) محاسبه ی جرم واحد سطح تیغه 10 سانتی گچ کاری- کاشی کاری

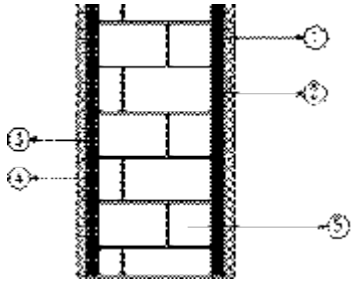
شماره	جنس	ضخامت cm	جرم واحدحجم Kg/m^3	جرم واحد سطح Kg/m^2
1	ملات ماسه و سیمان	2	2100	0.02×2100=42
2	ملات ماسه و سیمان	2	2100	0.02×2100=42
3	آجرکاری با آجر مجوف و ملات ماسه سیمان	10	850	0.1×850=85
4		1.5	2100	0.015×2100=31.5
		مجموع		200.5

2-1-1-2-2- **دیوارهای** 20 **سانتی** :

دیوارهای 20 سانتی استفاده شده در این پروژه عبارتند از : دیوار20 سانتی یک طرف کاشی کاری - یک طرف سیمان کاری، دیوار20 سانتی یک طرف گچ کاری - یک طرف گچ کاری، دیوار20 سانتی یک طرف کاشی کاری - یک طرف کاشی کاری، دیوار20 سانتی یک طرف گچ کاری- یک طرف کاشی کاری، دیوار 20 سانتی یک طرف سنگ کاری ، یک طرف سنگ کاری، دیوار 20 سانتی یک طرف سیمان کاری – یک طرف گچ کاری، دیوار 20 سانتی یک طرف سنگ کاری- گچ کاری، دیوار 20 سانتی سنگ کاری – سیمان کاری، دیوار 20 سانتی یک طرف کاشی کاری – یک طرف سنگ کاری، دیوار جان پناه 20 سانتی یک طرف سیمان کاری- یک طرف سنگ کاری، دیوار جان پناه 20 سانتی یک طرف سیمان کاری- یک طرف سیمان کاری.



(شکل 2-8) جزئیات دیوار20 سانتی کچ کاری - کچ کاری



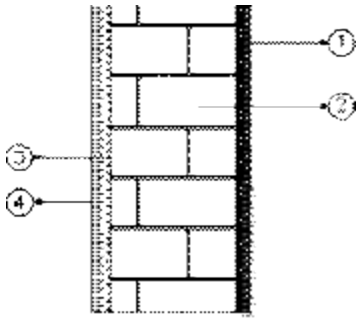
(شکل 2-9) جزئیات دیوار20 سانتی سنگ کاری - سنگ کاری

جدول(2-8) محاسبه ی جرم واحد سطح دیوار20 سانتی کچ کاری - کچ کاری

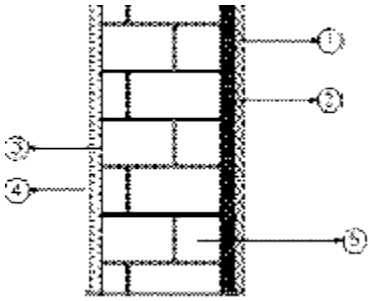
شماره	جنس	ضخامت cm	جرم واحدحجم Kg/m^3	جرم واحد سطح Kg/m^2
1	اندود گچ	1	1300	0.01×1300=13
2	ملات گچ وخاک	2	1600	0.02×1600=32
3	ملات گچ وخاک	2	1600	0.02×1600=32
4	اندود گچ	1	1300	0.01×1300=13
5	آجرکاری با آجر مجوف و ملات ماسه سیمان	20	850	0.2×850=170
	مجموع			260

جدول(2-9) محاسبه ی جرم واحد سطح دیوار20 سانتی سنگ کاری - سنگ کاری

شماره	جنس	ضخامت cm	جرم واحدحجم Kg/m^3	جرم واحد سطح Kg/m^2
1	سنگ گرانیت	2	2800	0.02×2800=56
2	ملات ماسه و سیمان	2	2100	0.02×2100=42
3	ملات ماسه و سیمان	2	2100	0.02×2100=42
4	سنگ گرانیت	2	2800	0.02×2800=56
5	آجرکاری با آجر مجوف و ملات ماسه سیمان	20	850	0.2×850=170
	مجموع			366



(شکل 2-10) جزئیات دیوار20 سانتی سیمان کاری - کچ کاری



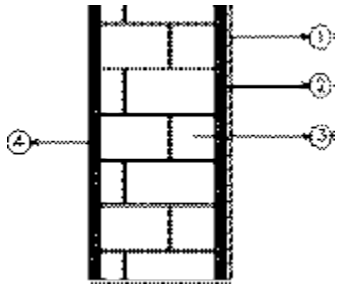
(شکل 2-11) جزئیات دیوار20 سانتی سنگ کاری - کچ کاری

جدول(2-10) محاسبه ی جرم واحد سطح دیوار20 سانتی سیمان کاری - کچ کاری

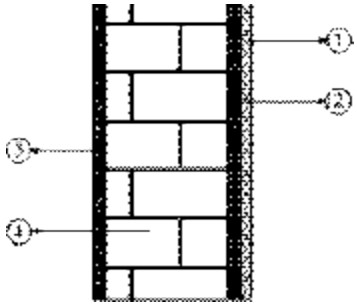
شماره	جنس	ضخامت cm	جرم واحدحجم Kg/m^3	جرم واحد سطح Kg/m^2
1	ملات ماسه و سیمان	2	2100	0.02×2100=42
2	آجرکاری با آجر مجوف و ملات ماسه سیمان	20	850	0.2×850=170
3	ملات گچ وخاک	2	1600	0.02×1600=32
4	اندود گچ	1	1300	0.01×1300=13
	مجموع			257

جدول(2-11) محاسبه ی جرم واحد سطح دیوار20 سانتی سنگ کاری - کچ کاری

شماره	جنس	ضخامت cm	جرم واحدحجم Kg/m^3	جرم واحد سطح Kg/m^2
1	سنگ گرانیت	2	2800	0.02×2800=56
2	ملات ماسه و سیمان	2	2100	0.02×2100=42
3	ملات گچ وخاک	2	1600	0.02×1600=32
4	اندود گچ	1	1300	0.01×1300=13
5	آجرکاری با آجر مجوف و ملات ماسه سیمان	20	850	0.2×850=170
	مجموع			313



(شکل2-12) جزئیات دیوار20 سانتی کاشی کاری - سیمان کاری



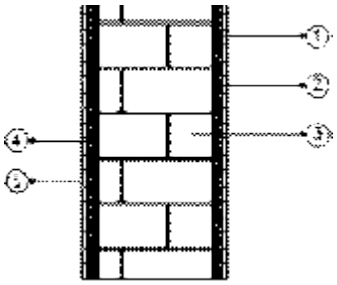
(شکل2-13) جزئیات دیوار20 سانتی سنگ کاری - سیمان کاری

جدول(2-12) محاسبه ی جرم واحد سطح دیوار20 سانتی کاشی کاری - سیمان کاری

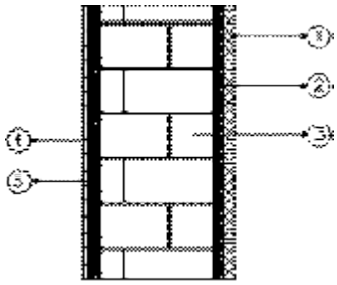
شماره	جنس	ضخامت cm	جرم واحدحجم Kg/m^3	جرم واحد سطح Kg/m^2
1	کاشی	1	1700	0.01×1700=17
2	ملات ماسه و سیمان	2	2100	0.02×2100=42
3	آجرکاری با آجر مجوف و ملات ماسه سیمان	20	850	0.2×850=170
4	ملات ماسه و سیمان	2	2100	0.02×2100=42
			مجموع	271

جدول(2-13) محاسبه ی جرم واحد سطح دیوار20 سانتی سنگ کاری - سیمان کاری

شماره	جنس	ضخامت cm	جرم واحدحجم Kg/m^3	جرم واحد سطح Kg/m^2
1	سنگ گرانیت	2	2800	0.02×2800=56
2	ملات ماسه و سیمان	2	2100	0.02×2100=42
3	ملات ماسه و سیمان	2	2100	0.02×2100=42
4	آجرکاری با آجر مجوف و ملات ماسه سیمان	20	850	0.2×850=170
			مجموع	310



(شکل 2-14) جزئیات دیوار20 سانتی کاشی کاری - کاشی کاری



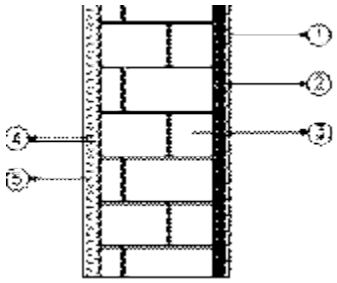
(شکل 2-15) جزئیات دیوار20 سانتی کاشی کاری - سنگ کاری

جدول(2-14) محاسبه ی جرم واحد سطح دیوار20 سانتی کاشی کاری - کاشی کاری

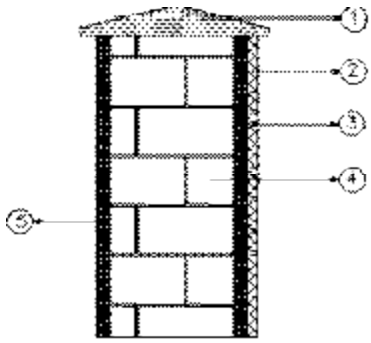
شماره	جنس	ضخامت cm	جرم واحدحجم Kg/m^3	جرم واحد سطح Kg/m^2
1	کاشی	1	1700	0.01×1700=17
2	ملات ماسه و سیمان	2	2100	0.02×2100=42
3	آجرکاری با آجر مجوف و ملات ماسه سیمان	20	850	0.2×850=170
4	ملات ماسه و سیمان	2	2100	0.02×2100=42
5	کاشی	1	1700	0.01×1700=17
	مجموع			288

جدول(2-15) محاسبه ی جرم واحد سطح دیوار20 سانتی کاشی کاری - سنگ کاری

شماره	جنس	ضخامت cm	جرم واحدحجم Kg/m^3	جرم واحد سطح Kg/m^2
1	سنگ گرانیت	2	2800	0.02×2800=56
2	ملات ماسه و سیمان	2	2100	0.02×2100=42
3	آجرکاری با آجر مجوف و ملات ماسه سیمان	20	850	0.2×850=170
4	ملات ماسه و سیمان	2	2100	0.02×2100=42
5	کاشی کاری	1	1700	0.01×1700=17
	مجموع			327



(شکل 2-16) جزئیات دیوار20 سانتی کاشی کاری - گچ کاری



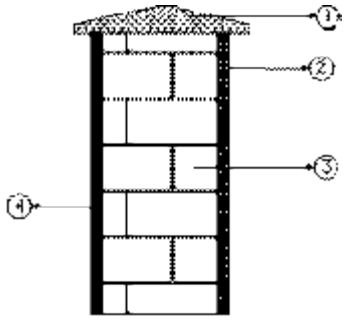
(شکل 2-17) جزئیات دیوارجان پناه20 سانتی سیمان کاری - سنگ کاری

جدول(2-16) محاسبه ی جرم واحد سطح دیوار20 سانتی کاشی کاری - گچ کاری

شماره	جنس	ضخامت cm	جرم واحدحجم Kg/m^3	جرم واحد سطح Kg/m^2
1	کاشی کاری	1	1700	0.01×1700=17
2	ملات ماسه و سیمان	2	2100	0.02×2100=42
3	آجرکاری با آجر مجوف و ملات ماسه سیمان	20	850	0.2×850=170
4	ملات گچ وخاک	2	1600	0.02×1600=32
5	اندود گچ	1	1300	0.01×1300=13
	مجموع			274

جدول(2-17) محاسبه ی جرم واحد سطح دیوارجان پناه20 سانتی جان پناه، سیمان کاری - سنگ کاری

شماره	جنس	ضخامت cm	جرم واحدحجم Kg/m^3	جرم واحد سطح Kg/m^2
1	سنگ مرمر	1.5	2700	0.01×1700=17
2	سنگ گرانیت	2	2800	0.02×2800=56
3	ملات ماسه و سیمان	2	2100	0.02×2100=42
4	آجرکاری با آجر مجوف و ملات ماسه سیمان	20	850	0.2×850=170
5	ملات ماسه و سیمان	2	2100	0.02×2100=42
	مجموع			327



(شکل 2-18) جزئیات دیوار20 سانتی جان پناه، سیمان کاری- سیمان کاری

جدول(2-18) محاسبه ی جرم واحد سطح دیوار20 سانتی جان پناه، سیمان کاری- سیمان کاری

شماره	جنس	ضخامت cm	جرم واحدحجم Kg/m^3	جرم واحد سطح Kg/m^2
1	سنگ مرمر	1.5	2700	0.01×1700=17
2	ملات ماسه و سیمان	2	2100	0.02×2100=42
3	آجرکاری با آجر مجوف و ملات ماسه سیمان	20	850	0.2×850=170
4	ملات ماسه و سیمان	2	2100	0.02×2100=42
			مجموع	271

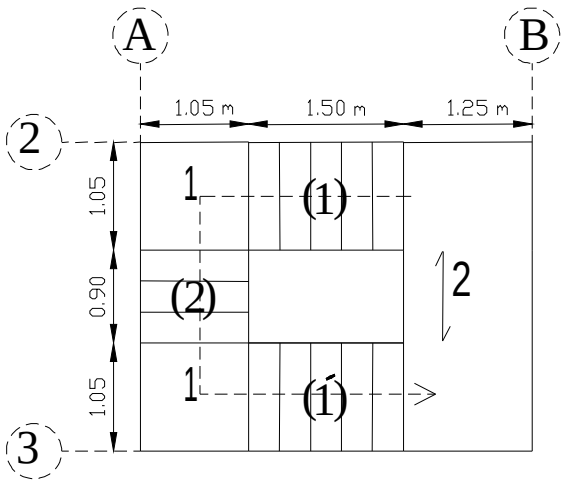
2-1-2- **بارزنده** :

طبق بند 6-3-1 مبحث ششم،بارهای زنده عبارتند از : بارهای غیر دائمی که در حین استفاده و بهره برداری از ساختمان به آن وارد می شوند. این بارها شامل بارناشی از برف،باد یا زلزله نمی شوند. بارهای زنده با توجه به نوع کاربری ساختمان و یا هر بخش از آن، و مقداری که احتمال دارد در طول مدت عمر ساختمان به آن وارد می گردد، تعریف می شوند. بارهای زنده نباید کمتر از آنچه در ضوابط این فصل تعیین شده است، در نظر گرفته شوند.

بارزنده ی گسترده ی کف ها، طبق بند 6-3-2 آیین نامه مبحث ششم مقررات ملی ساختمان، و جدول شماره 6-3-1 همان آیین نامه، در طبقات (اتاقها و راهروهای خصوصی و سرویسها) برابربا 200 کیلوگرم برمتر مربع، وبرای سقف بام (بامهای تخت ویا با شیب کم که به عنوان محل تجمع مورد استفاده قرار نمی گیرد)برابر با 150 کیلوگرم برمترمربع درنظر گرفته می شود.طبق همین جدول، در این پروژه،مقدار بار زنده ی پلکانها برابر با 350 کیلوگرم بر متر مربع خواهد بود.

2-1-3- **بارمرده و زنده پله**:

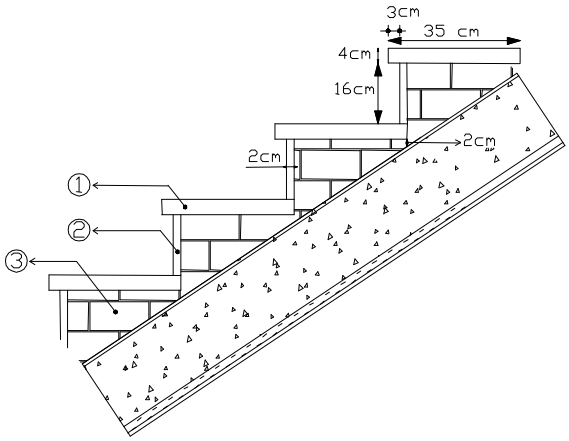
پله ی استفاده شده در این پروژه با توجه به پلان طبقات، سه گردشی می باشد.شکل (2-19)



(شکل 2-19) پله ی سه گردشی

شکل(2-19)شامل سه پله با شماره های 1، 1́و2 و سه پاگرد با شمارهای 1و2 می باشد. درادامه به محاسبه ی جرم مرده واحد شمشیری، مقطع زیر پله و پاگردها می پردازیم و نیز، نیروهای مرده وزنده ی وارد بر قستمهای مختلف مجموعه ی پله را بدست می آوریم.

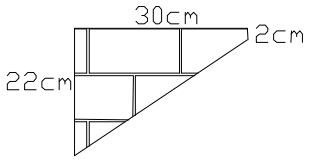
شکل (2-20) جزئیات شمشیری پله را نشان می دهد، جدول (2-19) نیز در برگیرنده ی محاسبات مربوط به جرم واحد طول است. لازم به ذکر است که، با توجه به شکل (2-21)، مساحت قسمت آجر کاری یک ذوزنقه با ارتفاع 30 سانتی متر و قاعده های 2و 22 سانتی متر در نظر گرفته شده است، که درقسمت سوم جدول (2-19) آمده است. آنچه در این جدول محاسبه می گردد، به عنوان جرم گام پله نیز شناخته می شود.



(شکل 2-20) شمشیری پله ́1،1و2

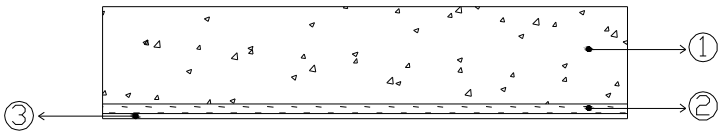
جدول(2-19) محاسبه ی جرم واحد طول شمشیری پله ́1،1و2

شماره	جنس	جرم واحدحجم Kg/m^3	جرم واحدطول Kg/m
1	سنگ کف افقی	2500	0.35×0.04×2500 =35
2	سنگ قائم	2500	0.16×0.02×2500 =8
3	آجرکاری با آجر سفال وملات ماسه سیمان	2100	$(\frac{0.02+0.22}{2})\times 0.3\times 2100 = 75.6$
	مجموع		118.6



(شکل 2-21) سطح آجرکاری پله

شکل (2-21) جزئیات آجرکاری زیرکف پله را نشان می دهد، جدول (2-20) نیز در برگیرنده ی محاسبات مربوط به جرم واحد سطح است.

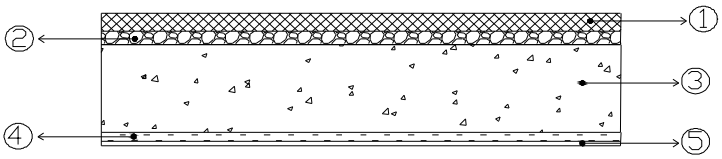


(شکل 2-22) جزئیات زیرشمشیری پله های ´1و1و2

جدول(2- 20) محاسبه ی جرم واحد سطح زیرشمشیری پله ´1و1و2

شماره	جنس	ضخامت cm	جرم واحدحجم Kg/m^3	جرم واحد سطح Kg/m^2
1	بتن آرمه	20	2500	0.2×2500 =500
2	ملات گچ وخاک	2	1600	0.02×1600=32
3	اندود گچ	1	1300	0.01×1300=13
	مجموع			545

شکل (2-23) جزئیات پاگردهای 1و2 را نشان می دهد، جدول (2-21) نیز در برگیرنده ی محاسبات مربوط به جرم واحد سطح است.



(شکل 2-23) جزئیات پاگردهای 1و2

جدول(2-21) محاسبه ی جرم واحد سطح پاگردهای 1و2

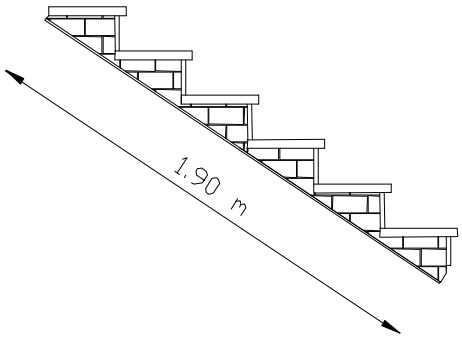
شماره	جنس	ضخامت cm	جرم واحدحجم Kg/m^3	جرم واحد سطح Kg/m^2
1	سنگ تراورتن	4	2500	0.04×2500 =100
2	ملات ماسه و سیمان	2	2100	0.02× 2100=42
3	بتن آرمه	20	2500	0.2×2500 =500
4	ملات گچ وخاک	2	1600	0.02×1600=32
5	اندود گچ	1	1300	0.01×1300=13
	مجموع			687

2-1-3-1- جرم مرده و زنده ی واحد سطح کل شمشیری پله ی 1:

جرم مرده واحد سطح کل شمشیری پله ی 1 برابر است با مجموع جرم واحد سطح پله های روی آن(6 عدد پله) به علاوه ی جرم مرده ی واحد سطح طاق بتنی زیر همان شمشیری(شکل 2-20). طبق جدول 2-19 جرم مرده ی واحد طول پله(یاهمان جرم گام پله) بدست آمده است، در حالی که در جدول 2-20 طاق بتنی زیر شمشیری بر حسب جرم واحد سطح محاسبه شده است. حال برای محاسبه ی جرم مرده ی کل شمشیری پله ی 1، باید این دو مقدار را به یک جنس (دارای واحد یکسان) تبدیل نماییم:

جرم مرده پله های شمشیری پله ی 1 : $118.6\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m}}\times 6 = 711.6\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m}}$

با تقسیم مقدار جرم مرده ی پله های شمشیری پله ی 1 بر مقدار طول مورب این پله ها، این مقداررابه صورت گسترده ، در واحد سطح تبدیل می کنیم.



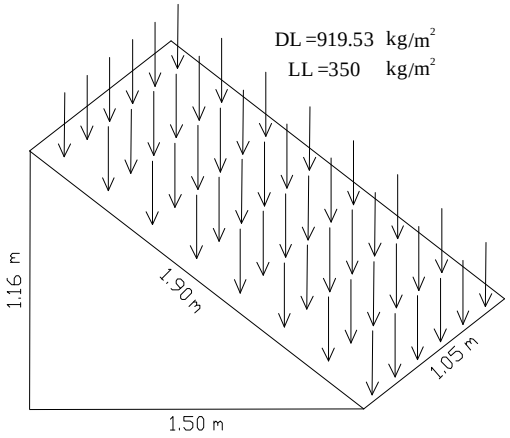
(شکل 2-24) طول مورب پله 1

جرم مرده ی واحد سطح کل شمشیری پله ی 1 : $\frac{711.6}{1.9}(\frac{\mathrm{kg/m}}{\mathrm{m}})+545(\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m^2}}) = 919.53\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m^2}}$

بارزنده ی واحد سطح پله ی 1 نیز طبق آیین نامه مبحث ششم برابر با 350 کیلوگرم بر متر مربع می باشد.

پله ی ُ1 دارای جرم مرده و زنده ای کاملاً مشابه، جرم مرده و زنده ی پله ی 1 می باشد.

بارهای مرده و زنده ی واحد سطح کل پله ی 1برروی سطح مورب، در شکل 2-25 نشان داده شده است.



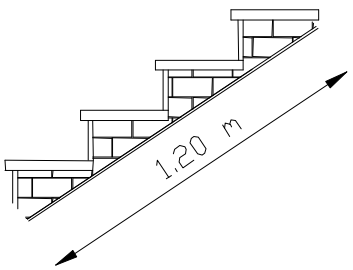
(شکل2-25) بار زنده و مرده ی واحد سطح پله ی 2 درسطح مورب 1.05×1.90متر

2-1-3-2- جرم مرده وزنده ی واحد سطح کل شمشیری پله ی 2 :

برای یافتن جرم مرده ی واحد سطح کل شمشیری پله ی 2 به طور مشابه با آنچه در مورد پله ی 1 گفته شد، عمل می کنیم. با این تفاوت که تعداد پله های موجود برای شمشیری پله ی 2 ، 4 عدد می باشد.

جرم مرده پله های شمشیری پله ی 2 : $118.6\frac{\text{kg}}{\text{m}}\times 4 = 474.4\frac{\text{kg}}{\text{m}}$

با تقسیم مقدار جرم مرده ی پله های شمشیری پله ی 2 بر مقدار طول مورب این پله ها، این مقداررابه صورت گسترده ، در واحد سطح تبدیل می کنیم.

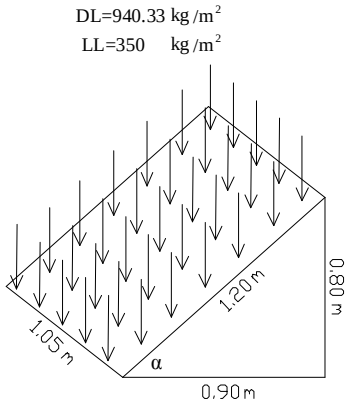


(شکل 2- 26) طول مورب پله 2

جرم مرده ی واحد سطح کل شمشیری پله ی 2 : $\frac{474.4}{1.2}(\frac{kg/m}{m})+545(\frac{kg}{m^2})=940.33\frac{kg}{m^2}$

بارزنده ی واحد سطح پله ی 2 نیز طبق آیین نامه مبحث ششم برابر با 350 کیلوگرم بر متر مربع می باشد.

بارهای مرده و زنده ی واحد سطح کل شمشیری پله ی 2 در شکل2-27 نشان داده شده است. این بارها برروی سطح مورب (1.05×1.2متر)واقع شده اند، جهت ادامه ی محاسبات این بارها را برروی سطح افقی (1.05×0.9متر) تصویرمی نماییم.نتایج کار در شکل 2- 28 نشان داده شده است.



(شکل 2- 27) بار زنده و مرده ی واحد سطح پله ی 2 درسطح مورب 1.05×1.20متر

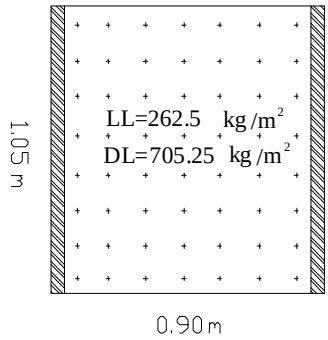
2-1-3-3- انتقال بار زنده و مرده از پله ی 2 به پاگرد1:

درابتدا باید، بارزنده و مرده ی واحد سطح پله ی 2 را در سطح افقی آن پله بدست می آوریم، و در مرحله ی بعد با خطی کردن همین بارسطحی، بارخطی را به دو طرف این پله که در واقع قسمتهایی از اضلاع پاگرد های شماره ی 1 می باشند منتقل می کنیم.

بارزنده و مرده ی واحد سطح پله ی 2 در سطح افقی 1.05×0.9متر:

بارهای مرده و زنده ی موجود در سطح مورب را در مقدار کسینوس زاویه α (شکل 2-27) ضرب می کنیم. تابدین ترتیب بارها را برروی سطح افقی تصویر کنیم.

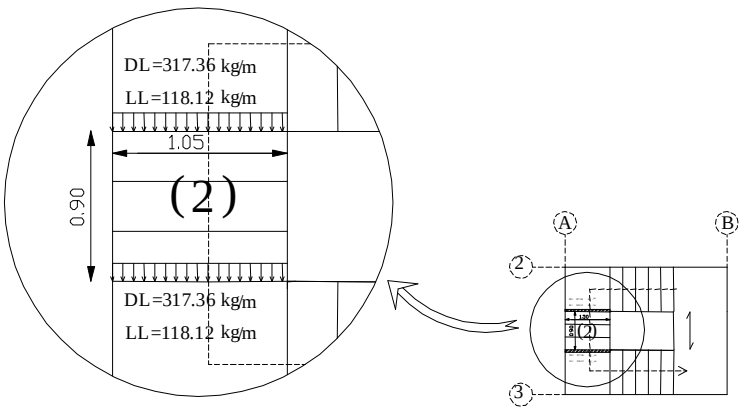
$$DL = 940.33 \times \frac{0.9}{1.20} = 705.25 \frac{kg}{m^2} \quad , \quad LL = 350 \times \frac{0.9}{1.20} = 262.5 \frac{kg}{m^2}$$



(شکل 2- 28) بار زنده و مرده ی واحد سطح پله ی 2 در سطح افقی 1.05×0.9 متر

بار سطحی وارده بر پله ی 2 را به صورت خطی برروی دو قسمت این پله که به صورت هاشور خورده در شکل 2-28 نشان داده شده است، تبدیل می نماییم.برای این منظور: با ضرب مقادیر بارزنده و مرده ی واحد سطح پله ی 2 در سطح افقی در مقدار 0.9 متر، این باربه صورت خطی برروی این دو قسمت قرار خواهد گرفت، اگر این مقداررا بر تعداد این قسمتها(2عدد) تقسیم کنیم ، سهم هریک از این قسمت ها، از بار بدست خواهد آمد. موقعیت این قسمتها به صورت دقیق تردر پلان پله، درشکل2-29، نشان داده شده است.

$$DL = 705.25(\frac{kg}{m^2}) \times \frac{0.9m}{2} = 317.36 \frac{kg}{m} \quad , \quad LL = 262.5(\frac{kg}{m^2}) \times \frac{0.9m}{2} = 118.12 \frac{kg}{m}$$

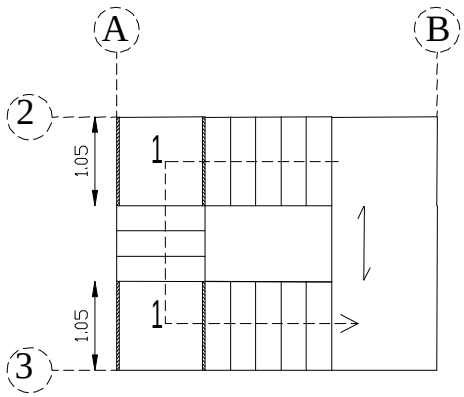


(شکل 2-29) تقسیم بارمرده و زنده به صورت خطی بردوانتهای پله ی 2

در ادامه قصد داریم این بارهارا به صورت گسترده، به پاگردهای شماره 1 که در طرفین این پله واقع هستند، منتقل کنیم. بدین منظور بارهای بدست آمده را برعرض این پاگردها (شکل2-30) تقسیم می کنیم.

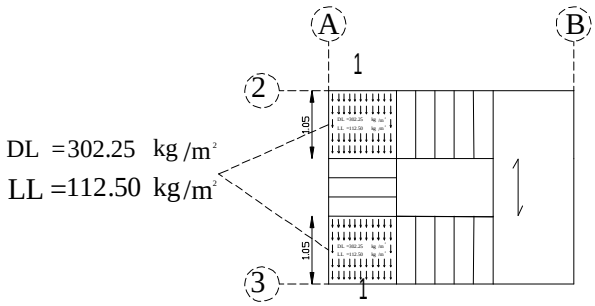
$$DL = 317.36(\frac{kg}{m}) \div 1.05m = 302.25\frac{kg}{m^2} \quad , \quad LL = 118.12(\frac{kg}{m}) \div 1.05m = 112.50\frac{kg}{m^2}$$

قابل ذکر است که، برای هر دو پاگرد شماره 1 مقادیر بالا یکسان خواهد بود، زیرا عرض پاگردهای شماره ی 1 به صورت یکسان و به اندازه ی 1.05 متر می باشند.(شکل2-30)



(شکل 2-30) عرض مورد نظرجهت انتقال بار پله ی 2 به پاگردهای شماره ی 1

با انجام محاسبات بالا، اکنون بار سطحی پله 2، به صورت سطحی به پاگردهای شماره ی 1 منتقل شده است.(شکل2-31)



(شکل 2-31) بار های انتقال یافته ی پله ی 2 به پاگردهای شماره ی 1

2-1-3-4- **انتقال بارهای وارد برشمشیری 1 و پاگرد 1 به تیرهای طرفین**:

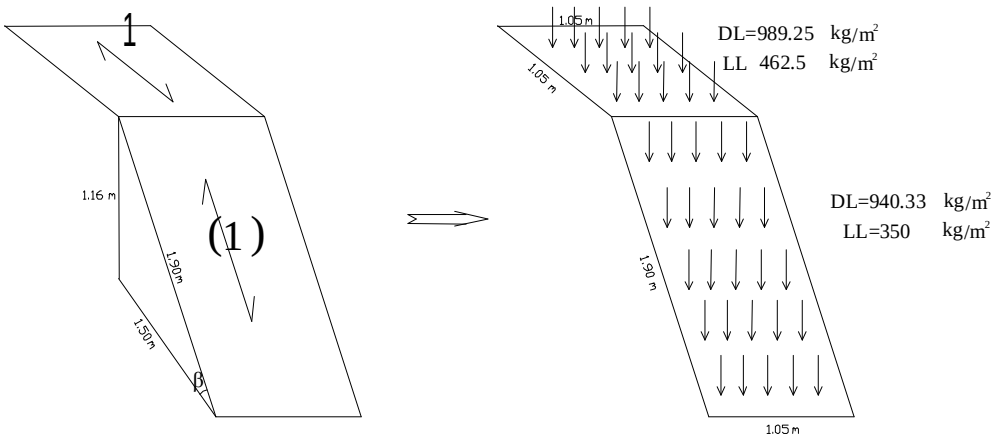
با محاسبه ی جرم مرده ی واحد سطح کل شمشیری پله ی 1و انتقال بار پله ی 2 به پاگرد 1، اکنون می توانیم این شمشیری مورد ارزیابی و تحلیل قرار دهیم . شکل(2-32) کل بار وارد بر شمشیری 1 و پاگرد 1 را نشان می دهد.

مقدارکل بار مرده ی وارد بر پاگرد 1 بعد از انتقال نیروها از پله ی 2، برابر خواهد بود با : مقدار جرم واحد سطح پاگرد1(جدول 2-21)، به علاوه ی بار انتقال یافته از پله ی 2 به این پاگرد(شکل 2-31).

$$DL = 302.25(\frac{kg}{m^2}) + 687(\frac{kg}{m^2}) = 989.25\frac{kg}{m^2}$$

مقدار کل بار زنده وارد برپاگرد 1 نیز برابر خواهد بود با : مقدار بارزنده ی وارد بر سطح پاگرد (350 کیلوگرم بر مترمربع)، به علاوه ی بار زنده ی انتقال یافته از پله ی 2 به این پاگرد.

$$LL = 350(\frac{kg}{m^2}) + 118.12(\frac{kg}{m^2}) = 462.50\frac{kg}{m^2}$$

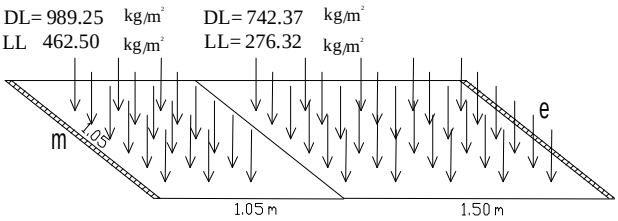


(شکل 2-32) بارهای وارد بر شمشیری 1 و پاگرد1

بارموارد برشمشیری، روی سطح مورب (1.90×1.05 متر) می باشد. این بار را با ضرب کردن در کسینوس زاویه β، (شکل 2-32) به بار وارد بر سطح افقیِ(1.50×1.05متر) تبدیل می کنیم :

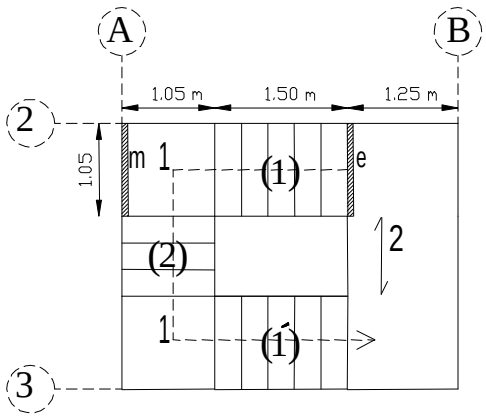
$$DL = 940.33 \times \frac{1.50}{1.90} = 742.67 \frac{kg}{m^2} \quad , \quad LL = 350 \times \frac{1.50}{1.90} = 276.32 \frac{kg}{m^2}$$

درشکل (2-33) بارهای وارد بر سطح افقی شمشیری 1 وپاگرد 1 نشان داده شده است.



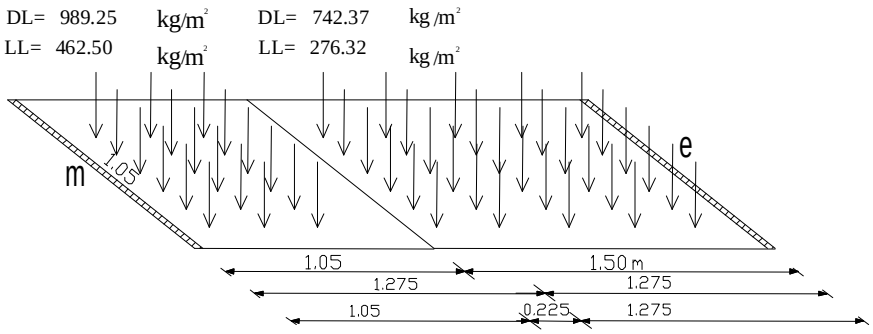
(شکل 2-33) بارهای وارد برسطح افقی شمشیری 1 و پاگرد1

درادامه، بارهای سطحی شکل(2-33)،را برروی دو قسمت هاشورخورده ی m و e (شکلهای 2-33و2-34)، به صورت خطی تبدیل می کنیم.



(شکل 2-34) تبدیل بارسطحی پله ٰوپاگرد 1 درقسمتهای m وe

سهم هریک از قسمتهایm و e از مقادیر بار مرده وزنده با توجه به طول کل شمشیری 1 وپاگرد 1، به اندازه ی بارهای موجود در دهانه های1.275 متری از آنها می باشد.مقادیراین فواصل،در شکل 2-35 نشان داده شده است.



(شکل 2-35) سهم هریک از قسمتهای m و e شمشیری و پاگرد 1 از مقدار طول بارگیر

بارهای وارد بر قسمت m :

طبق شکل 2-35 ، در فاصله ی 1.275 متری از قسمت m، بار مرده ی 989.25 کیلوگرم برمتر مربع، در طول 1.05 متری وبارمرده 742.37 کیلوگرم برمتر مربع، در طول 0.225 متری داریم که با ضرب هریک از این مقادیر درطول عنوان شده و جمع مقادیر بدست آمده بار مرده ی قسمت m، بدست می آید. برای بار زنده نیز به طور مشابه عمل می کنیم.

$$DL = \left(989.25\frac{kg}{m^2}\times 1.05m\right)+\left(742.37\frac{kg}{m^2}\times 0.225m\right)=1205.74\frac{kg}{m^2}$$

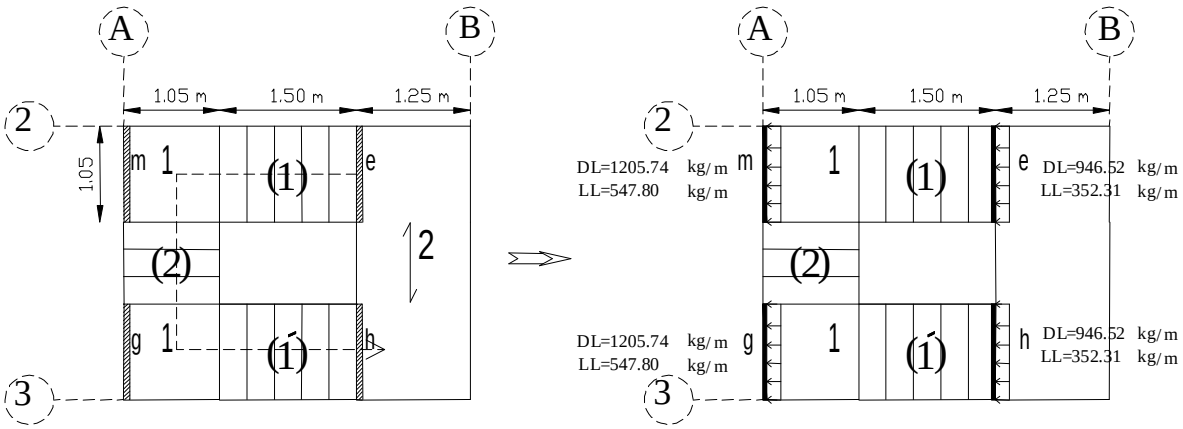
$$LL = \left(462.50\frac{kg}{m^2}\times 1.05m\right)+\left(276.32\frac{kg}{m^2}\times 0.225m\right)=547.8\frac{kg}{m^2}$$

بارهای وارد بر قسمت e :

طبق شکل 1-35، در فاصله ی 1.275 متری از قسمت e، فقط بار مرده ی سطحی 723.37 و بار زنده ی 276.32 کیلو گرم بر متر مربع، را داریم که باید مقادیر عنوان شده را در این طول ضرب کنیم.

$$DL = 742.37\frac{kg}{m^2}\times 1.275m = 946.52\frac{kg}{m} \quad , \quad LL = 276.32\frac{kg}{m^2}\times 1.275m = 352.31\frac{kg}{m}$$

%تذکر : به طور مشابه برای شمشیری ´1و پاگرد 1 نیز می توان چنین تحلیلی را انجام داد، با توجه به تشابه پله ی ´1 و پاگرد آن (شماره 1) و پله ی 1 و پاگرد آن (شماره ی 1)، از محاسبات مشابه صرف نظر می کنیم. نتایج کار دقیقاً مشابه محاسبات قبلی است. .در شکل(2-36) قسمتهای g و h که در طرفین شمشیری ´1 و پاگرد آن قرار دارند، دارای بارهای خطی به ترتیب مشابه m وe می باشند.

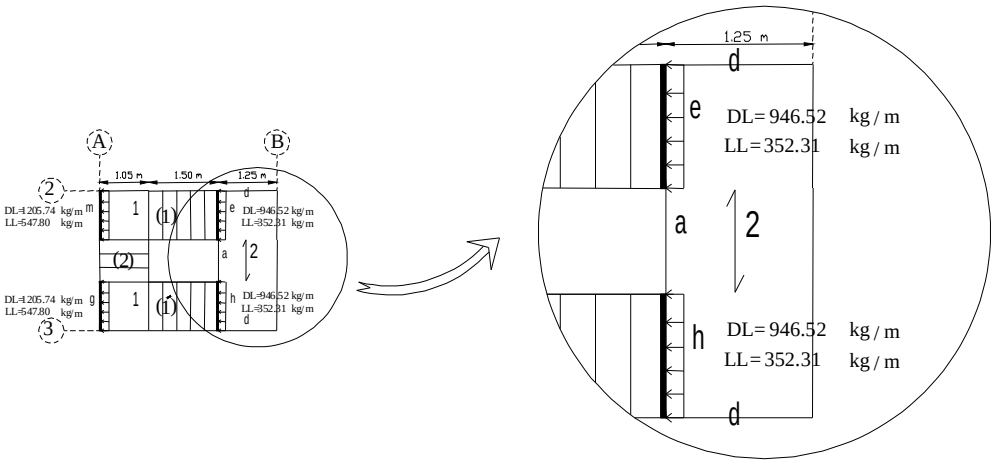


(شکل 2-36) توزیع بار پله به صورت خطی برروی قسمتهای hوg،e،m

بارهای وارد بر قسمتهای m وg با توجه به تیر میان قابی که در محور A، دهانه ی 2-3 درنظر گرفته خواهد شد، در تحلیل قابها مورد استفاده قرار خواهد گرفت.بارهای وارد در قسمتهای e وh را نیز درادامه درپاگرد 2 وتوزیع خواهیم کرد.

2-1-3-5- **توزیع بار برروی پاگرد** 2 :

شکل(2-37)پاگرد2را نشان می دهد. بارهای وارد بر این پاگرد عبارتند از : بار مرده ی خود پاگرد، که طبق جدول(2-21)برابر 687 کیلوگرم بر متر مربع می باشد، به علاوه ی بارهای خطی وارد بر قسمتهای eوh که مقادیر آنها درقسمت قبل بدست آمده ودر شکل (2-37) مشخص می باشد.برای توزیع این بارهای خطی برروی پاگرد 2 باید مقادیر آنها را برعرضdکه 1.25 متراست، تقسیم کنیم.

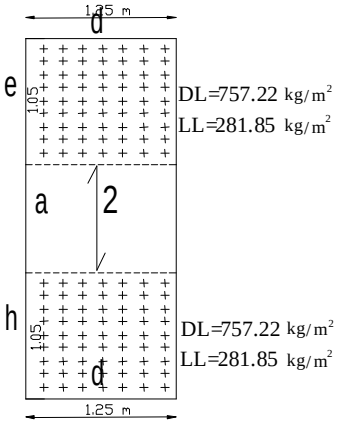


(شکل 2-37) پاگرد 2

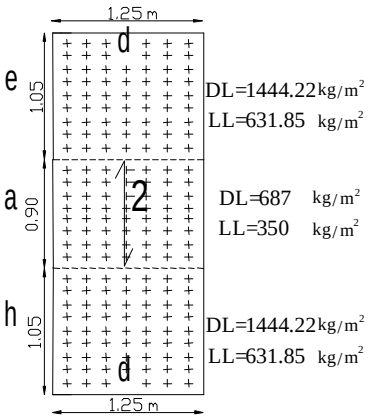
مقادیر بارهای سطحی حاصل از توزیع بارهای خطی e وh برروی پاگرد 2 :

$$DL = 946.52\frac{kg}{m} \div 1.25m = 757.22\frac{kg}{m^2} \qquad , \qquad LL = 352.31\frac{kg}{m} \div 1.25m = 281.85\frac{kg}{m^2}$$

بارتوزیع یافته درطولی به اندازه ی ضلع پله، یعنی 1.05 مترو عرض d که برابر با 1.25 متر است، جای خواهد گرفت(شکل 2-38).بنابراین درطول a، پاگرد 2 فقط دارای وزن مرده ی خود می باشد و در قسمتهای e وh، وزن مرده ی پاگرد به علاوه ی این بارهای سطحی که از توزیع بارهای خطی بدست آمده اند.(شکل 2-39)



(شکل 2-38) توزیع بارهای خطی قسمتهای e وh برروی پاگرد2 به صورت سطحی



(شکل 2-39) بارهای زنده و مرده ی پاگرد 2 به صورت سطحی

بار سطحی در فاصله ی e و h :

$$DL = 687\frac{kg}{m^2} + 757.22\frac{kg}{m^2} = 1444.22\frac{kg}{m^2} \quad , \quad LL = 350\frac{kg}{m^2} + 281.85\frac{kg}{m^2} = 631.85\frac{kg}{m^2}$$

بارهای سطحی در فاصله ی a :

$$DL = 687\frac{kg}{m^2} \quad , \quad LL = 350\frac{kg}{m^2}$$

در انتها، مقادیر بارهای موجود برروی پاگرد 2 (شکل 2-39)، را به تیرهای d، که در طرفین پاگرد 2 قرار دارند منتقل می کنیم. طول پاگرد 2 برابربا 3 متر می باشد.(1.05+0.9+1.05=3 متر) بنابراین هریک از تیرهای d، سهمی به اندازه ی 1.5 متر از بارسطحی را خواهند داشت.

در فاصله ی 1.5 متری از تیرهای d، بارهای مرده و زنده ی بخش e (طبق شکل 2-39) در طول 1.05 متری (یا به طور مشابه بخش h) و بارهای مرده و زنده ی بخش a (طبق شکل 2-39) درطول 0.45 متری (0.90÷2=0.45) قراردارد.

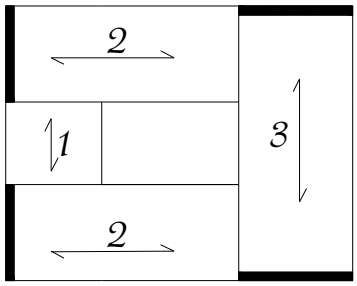
بارهای خطی تیرهای d :

$$\mathrm{DL}=\left(1444.22\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m}^2}\times 1.05\mathrm{m}\right)+\left(687\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m}^2}\times 0.45\mathrm{m}\right)=1825.58\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m}}$$

$$\mathrm{LL}=\left(631.85\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m}^2}\times 1.05\mathrm{m}\right)+\left(350\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m}^2}\times 0.45\mathrm{m}\right)=820.94\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m}}$$

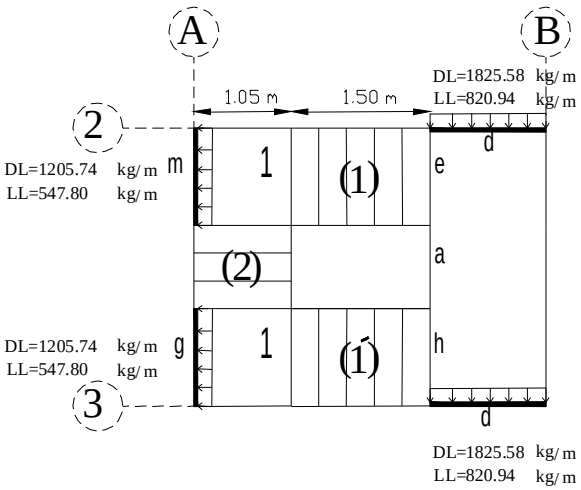
2-1-3-6- **نتیجه نهایی توزیع بار برروی پله** :

شکل (2-40)، خلاصه ای از نحوه ی توزیع بار درپله ی سه گردشی را نشان می دهد . دراین نوع تحلیل ابتدا باررا از قسمت شماره ی 1 به قسمتهای شماره ی 2 انتقال می دهیم، در این بخش، مقداری از این باردرقسمت هاشور خورده ی شماره ی 2 که در واقع تیری میان قاب می باشد، قرار خواهد گرفت.بخشی دیگر از بار از قسمتهای شماره ی 2 به شماره ی 3 انتقال می یابد، که با توزیع مجدد این بار، نهایتاً دربخشهای هاشورخورده ی شماره ی 3 که تیری در ارتفاع سقف می باشد، به صورت خطی قرار خواهد گرفت.



(شکل 1-40) نحوه ی توزیع بار در پله ی سه گردشی

شکل (2-41) مقادیر بارهای خطی پله را نشان می دهد.

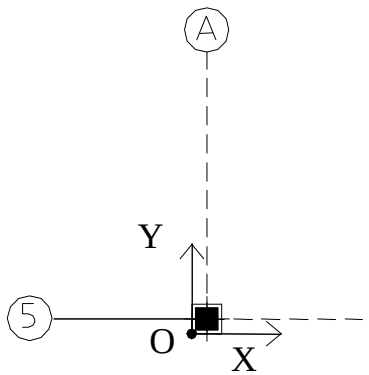


(شکل 2-41) مقادیر بارگذاری پله ی سه گردشی

2-1-4- **جرم ومرکز جرم طبقات** :

جهت یافتن مرکز جرم در هریک از سقفها، باید نصف بارمرده ی روی آن سقف، نصف بارمرده ی زیر همان سقف،و 20 درصد بارزنده ی روی سقف را باهم جمع کرد.

مبدا مختصات درنظرگرفته شده، برای محاسبه ی مقادیر $\overline{X}$ و $\overline{Y}$ برای تمام سقف ها، طبق شکل2-42 نقطه ی O است. مرکزهریک از جرم های موجود در پلان ساختمان، نسبت به این نقطه سنجیده خواهد شد.ستونها نیز در نقشه های معماری با ابعاد 0.4×0.4 متر درنظر گرفته شده اند. به طور نمونه ستون واقع شده در تقاطع محور های A و 5، دارای مختصاتِ $\overline{X}$ و $\overline{Y}$ به ترتیب 0.2 و 0.2 متر می باشند.



(شکل 2-42) مبدا مختصات جهت تعیین مرکز جرم سقفها

جدولی جهت یافتن مرکز جرم هریک از طبقات تنظیم شده است که دراین جدول :

ستون « نام اجزا »، مربوط به نام هریک ازقسمتهایی که جرم آنها را در نظر گرفته ایم، است.

ستون « سطح یا(طول)» مقدارسطح و یا طول هریک از اجزا را در واحد های متر مربع و متر نشان می دهد.

ستون « وزن واحد » بیانگر وزن واحد سطح یا طول هریک از اجزا درواحد های به ترتیب کیلوگرم برمتر مربع و کیلوگرم برمتر می باشد.

ستون « M » بیانگر جرم هریک از اجزا درواحد کیلوگرم می باشد، که از ضرب دو ستون قبلی بدست می آید.

ستون های $\overline{X}$ و $\overline{Y}$ نیز، بیانگر مختصات هریک از اجزا نسبت به نقطه ی O خواهند بود.

دو ستون انتهایی $M\overline{X}$ و $M\overline{Y}$ نیز از حاصلضرب ستونهای جرم و مختصات بدست می آیند.

2-1-4-1-**یافتن مرکز جرم سقف اول** :

در این پروژه، بارهای مرده و زنده، جهت تعیین مرکز جرم، به چند دسته تقسیم شده است :

بخش اول: بارمرده ی سقف ها و بارمعادل تیغه های روی آنها

بخش دوم: نصف دیوارها ودرو پنجره ی روی سقف

بخش سوم: نصف دیوار، درو پنجره های زیر سقف اول(طبقه همکف)

بخش چهارم: جرم تیرهای سقف اول که بارواحد آنها 366 کیلوگرم برمتر درنظر گرفته شده است.

بخش پنجم: جرم نصف ستونهای روی سقف اول به همراه نصف ستونهای زیر سقف اول

بخش ششم: جرم مرده پله

بخش هفتم: نصف بارمعادل تیغه های 10 سانتی در زیر سقف اول (قسمت انباری)

بخش هشتم: اثر 20 درصد بارزنده روی سقف اول

بخش نهم: اثر 20 درصد بارزنده پله

این بخش ها، باکمی تفاوت در سایر طبقات نیز خواهند بود.

جدول(2-22) محاسبه ی مرکز جرم سقف اول

نام اجزا	سطح (طول)	وزن واحد	M	$\bar{X}$	$\bar{Y}$	$M\bar{X}$	$M\bar{Y}$
@بخش اول : سقف ها و سربار معادل (بارمرده)							
سقف پانل 1	15.38	552.25	8493.6	2.15	13.45	18261.3	114239
سربارمعادل پانل 1	9.81	140.22	1375.6	2.15	13.45	2957.45	18501.26
سقف پانل 2	22.89	552.25	12641	6.9	13.45	87222.9	170021.5
سربارمعادل پانل 2	13.96	141.75	1978.8	6.9	13.45	13653.9	26615.26
سقف پانل 4	14.57	552.25	8046.3	6.9	9.45	55519.3	76037.37
سربارمعادل پانل 4	9.12	197.73	1803.3	6.9	9.45	12442.8	17041.16
سقف پانل 5	8.57	552.25	4732.8	2.15	6.43	10175.5	30431.79
سربارمعادل پانل 5	5.70	139.46	794.92	2.15	6.43	1709.08	5111.348
سقف پانل 6	12.75	552.25	7041.2	6.9	6.43	48584.2	45274.84
سربارمعادل پانل 6	8.12	195.77	1589.7	6.9	6.43	10968.6	10221.46
سقف پانل 7	15.38	552.25	8493.6	2.15	2.6	18261.3	22083.37
سربارمعادل پانل 7	9.8	65.06	637.59	2.15	2.6	1370.81	1657.729
سقف پانل 8	22.89	552.25	12641	6.9	2.6	87222.9	32866.61
سربارمعادل پانل 8	13.96	150.42	2099.9	6.9	2.6	14489.1	5459.644
@بخش دوم : دیوار،درو پنجره های روی سقف اول(بارمرده)							
دیوار محورA دهانه 1-2 کاشی سیمان 20سانتی	2.45	271	663.95	0.2	14.78	132.79	9813.181
دیوار محورA دهانه 1-2 سیمان گچ 20 سانتی	3.71	257	953.47	0.2	12.58	190.694	11994.65
دیوار محورA دهانه 2-3 سنگ سیمان 20 سانتی	3.92	310	1215.2	0.2	9.45	243.04	11483.64
دیوار محورA دهانه 3-4 کاشی سیمان 20 سانتی	3.43	271	929.53	0.2	6.42	185.906	5967.583
دیوار محورA دهانه 4-5 کاشی سیمان 20 سانتی	0.84	271	227.64	0.2	4.5	45.528	1024.38
دیوار محورA دهانه 4-5 سیمان گچ 20 سانتی	5.32	313	1665.2	0.2	2.3	333.032	3829.868
دیوار محورB دهانه 2-3 سنگ کاشی 20 سانتی	3.92	327	1281.8	4.1	9.45	5255.54	12113.39
دیوار محورc دهانه 1-2 سنگ گچ 20 سانتی	1.69	313	528.97	9.8	15.02	5183.91	7945.129
پنجره محورc دهانه 1-2	0.6	35	21	9.8	13.65	205.8	286.65
دیوار محورc زیرپنجره دهانه 1-2 سنگ گچ 20 سانتی	1.5	313	469.5	9.8	13.65	4601.1	6408.675
دیوارمحورc دهانه 1-2 سنگ گچ 20 سانتی	2.23	313	697.99	9.8	12.08	6840.3	8431.719
دیوارمحورc دهانه 2-3 سنگ گچ 20 سانتی	0.61	313	190.93	9.8	10.62	1871.11	2027.677
پنجره محورc دهانه 2-3	0.6	35	21	9.8	9.65	205.8	202.65
دیوار محورc زیرپنجره دهانه 2-3 سنگ گچ 20 سانتی	1.5	313	469.5	9.8	9.65	4601.1	4530.675
دیوارمحورc دهانه 2-3	1.15	313	359.95	9.8	8.48	3527.51	3052.376
دیوارمحورc دهانه 3-4 سنگ گچ 20 سانتی	1.01	313	316.13	9.8	7.28	3098.07	2301.426
پنجره محورc دهانه 3-4	0.38	35	13.3	9.8	6.43	130.34	85.519
دیوار محورc زیرپنجره دهانه 3-4 سنگ گچ 20 سانتی	0.95	313	297.35	9.8	6.43	2914.03	1911.961
دیوارمحورc دهانه 3-4 سنگ گچ 20 سانتی	1.01	313	316.13	9.8	5.58	3098.07	1764.005
دیوارمحورc دهانه 4-5 سنگ گچ 20 سانتی	2.23	313	697.99	9.8	3.98	6840.3	2778

ادامه ی جدول(2-22) محاسبه ی مرکز جرم سقف اول

نام اجزا	سطح(طول)	وزن واحد	M	$\bar{X}$	$\bar{Y}$	$M\bar{X}$	$M\bar{Y}$
پنجره محورc دهانه 5-4	0.6	35	21	9.8	1.78	205.8	37.38
دیوار محورc زیرپنجره دهانه 5-4 سنگ گچ 20 سانتی	1.35	313	422.55	9.8	1.78	4140.99	752.139
دیوارمحورc دهانه 5-4 سنگ گچ 20 سانتی	1.69	313	528.97	9.8	1.03	5183.91	544.8391
دیوارمحور1 دهانه B- A سیمان کاشی 20 سانتی	4.9	271	1327.9	2.15	15.95	2854.99	21180.01
دیوارمحور1 دهانه C- B سیمان کاشی 20 سانتی	2.25	271	609.75	5.18	15.95	3158.51	9725.513
دیوارمحور1 دهانه C- B سیمان گچ 20 سانتی	4.83	257	1241.3	7.38	15.95	9160.87	19798.89
دیوارمحور2 دهانه B- A سنگ گچ 20 سانتی	3.36	313	1051.7	1.6	11.05	1682.69	11621.06
درمحور2 دهانه B- A	1.54	20	30.8	3.35	11.05	103.18	340.34
دیوارمحور3 دهانه B- A سنگ گاشی 20 سانتی	3.36	327	1098.7	1.6	7.85	1757.95	8624.952
درمحور3 دهانه B- A	1.54	20	30.8	3.35	7.85	103.18	241.78
دیوارمحور5 دهانه B- A سنگ گچ 20 سانتی	1.50	313	469.5	0.94	0.1	441.33	46.95
پنجره محور5 دهانه B- A	0.6	35	21	2.22	0.1	46.62	2.1
دیوار محور 5 زیرپنجره دهانه B- A سنگ گچ 20 سانتی	1.5	313	469.5	2.22	0.1	1042.29	46.95
دیوارمحور5 دهانه B- A سنگ گچ 20 سانتی	1.26	313	394.38	3.45	0.1	1360.61	39.438
پنجره محور5 دهانه C- B	0.6	35	21	5.05	0.1	106.05	2.1
دیوار محور 5 زیرپنجره دهانه C- B سنگ گچ 20 سانتی	1.5	313	469.5	5.05	0.1	2370.98	46.95
دیوارمحور5 دهانه C- B سنگ گچ 20 سانتی	1.89	313	591.57	6.5	0.1	3845.21	59.157
پنجره محور5 دهانه C- B	0.6	35	21	7.95	0.1	166.95	2.1
دیوار محور 5 زیرپنجره دهانه C- B سنگ گچ 20 سانتی	1.5	313	469.5	7.95	0.1	3732.53	46.95
دیوارمحور5 دهانه C- B سنگ گچ 20 سانتی	1.08	313	338.04	9.1	0.1	3076.16	33.804
@بخش سوم : دیوار،درو پنجره های زیر سقف اول (طبقه همکف) (بارمرده)							
دیوار محورA دهانه 2-1 سنگ سیمان 20سانتی	5.28	310	1636.8	0.1	13.45	163.68	22014.96
دیوار محورA دهانه 3-2 سنگ سیمان 20سانتی	3.36	310	1041.6	0.1	9.45	104.16	9843.12
دیوار محورA دهانه 4-3 سنگ سیمان 20سانتی	2.94	310	911.4	0.1	6.83	91.14	6224.862
دیوار محورA دهانه 5-4 سنگ سیمان 20سانتی	5.28	310	1636.8	0.1	2.6	163.68	4255.68
دیوار محورB دهانه 3-2 سنگ سنگ 20سانتی	0.78	366	285.48	4.10	10.52	1170.47	3003.25
درمحورB دهانه 3-2	1.68	35	58.8	4.10	9.50	241.08	558.6
دیوار محورB دهانه 3-2 سنگ سنگ 20سانتی	0.9	366	329.4	4.10	8.43	1350.54	2776.842
دیوار محورC دهانه 2-1 سنگ سنگ 20سانتی	2.11	366	772.26	9.80	14.77	7568.15	11406.28
پنجره محورC دهانه 2-1	0.63	35	22.05	9.80	13.51	216.09	297.8955
دیوار محورc زیرپنجره دهانه 2-1 سنگ سنگ 20 سانتی	0.27	366	98.82	9.80	13.51	968.436	1335.058
دیوار محورC دهانه 2-1 سنگ 20سانتی	2.26	366	827.16	9.80	12.19	8106.17	10083.08
دیوار محورC دهانه 3-2 سنگ سنگ 20سانتی	0.54	366	197.64	9.80	10.63	1936.87	2100.913
درمحورC دهانه 3-2	1.8	35	63	9.80	9.65	617.4	607.95

ادامه جدول (2-22) یافتن مرکز جرم سقف اول

نام اجزا	سطح (طول)	وزن واحد	M	$\bar{X}$	$\bar{Y}$	$M\bar{X}$	$M\bar{Y}$
دیوار محورC دهانه 3-2 سنگ سنگ 20سانتی	1.02	366	373.32	9.80	8.48	3658.54	3165.754
دیوار محورC دهانه 4-3 سنگ سنگ 20سانتی	1.09	366	398.94	9.80	7.20	3909.61	2872.368
پنجره محورC دهانه 4-3	0.53	35	18.55	9.80	6.42	181.79	119.091
دیوار محورC زیرپنجره دهانه 4-3 سنگ سنگ 20 سانتی	0.23	366	84.18	9.80	6.42	824.964	540.4356
دیوار محورC دهانه 4-3 سنگ سنگ 20سانتی	1.09	366	398.94	9.80	5.66	3909.61	2258
دیوار محورC دهانه 5-4 سنگ سنگ 20سانتی	2.20	366	805.2	9.80	3.52	7890.96	2834.304
پنجره محورC دهانه 5-4	0.63	35	22.05	9.80	2.6	216.09	57.33
دیوار محورc زیرپنجره دهانه 5-4 سنگ سنگ 20 سانتی	0.27	366	98.82	9.80	2.6	968.436	256.932
دیوار محورC دهانه 5-4 سنگ سنگ 20سانتی	1.18	366	431.88	9.80	1.31	4232.42	565.7628
دیوارمحور1 دهانه A -B سنگ سیمان 20سانتی	4.2	310	1302	2.15	15.95	2799.3	20766.9
دیوارمحور1 دهانه B -C سنگ سیمان 20سانتی	6.24	310	1934.4	6.90	15.95	13347.4	30853.68
دیوارمحور2 دهانه A -B سنگ سنگ 20 سانتی	4.2	366	1537.2	2.15	11.05	3304.98	16986.06
دیوارمحور3 دهانه A -B سنگ سنگ 20 سانتی	4.2	366	1537.2	2.15	7.85	3304.98	12067.02
دیوارمحور5 دهانه A -B سنگ سنگ 20 سانتی	0.96	366	351.36	0.8	0.1	281.088	35.136
درمحور5 دهانه A -B	3.24	35	113.4	1.75	0.1	198.45	11.34
درمحور5 دهانه دهانه B -C	6.24	35	218.4	6.90	0.1	1506.96	21.84
@بخش چهارم : تیرهای سقف اول (بارمرده)							
تیر محورA دهانه 2-1	4.4	366	1610.4	0.2	13.45	322.08	21659.88
تیر محورA دهانه 3-2	2.8	366	1024.8	0.2	9.45	204.96	9684.36
تیر محورA دهانه 4-3	2.45	366	896.7	0.2	6.42	179.34	5756.814
تیر محورA دهانه 5-4	4.4	366	1610.4	0.2	2.6	322.08	4187.04
تیر محورB دهانه 2-1	4.4	366	1610.4	4.1	13.45	6602.64	21659.88
تیر محورB دهانه 3-2	2.8	366	1024.8	4.1	9.45	4201.68	9684.36
تیر محورB دهانه 4-3	2.45	366	896.7	4.1	6.42	3676.47	5756.814
تیر محورB دهانه 5-4	4.4	366	1610.4	4.1	2.6	6602.64	4187.04
تیر محورC دهانه 2-1	4.4	366	1610.4	9.7	13.45	15620.9	21659.88
تیر محورC دهانه 3-2	2.8	366	1024.8	9.7	9.45	9940.56	9684.36
تیر محورC دهانه 4-3	2.45	366	896.7	9.7	6.42	8697.99	5756.814
تیر محورC دهانه 5-4	4.4	366	1610.4	9.7	2.6	15620.9	4187.04
تیر محور1 دهانه A -B	3.5	366	1281	2.15	15.85	2754.15	20303.85
تیر محور1 دهانه B -C	5.2	366	1903.2	6.9	15.85	13132.1	30165.72
تیر محور2 دهانه A -B	3.5	366	1281	2.15	11.05	2754.15	14155.05
تیر محور2 دهانه B -C	5.2	366	1903.2	6.9	11.05	13132.1	21030.36
تیر محور3 دهانه A -B	3.5	366	1281	2.15	7.85	2754.15	10055.85

ادامه ی جدول (2-22)یافتن مرکز جرم سقف اول

نام اجزا	سطح (طول)	وزن واحد	M	$\bar{X}$	$\bar{Y}$	$M\bar{X}$	$M\bar{Y}$
تیر محور3 دهانه B -C	5.2	366	1903.2	6.9	7.85	13132.1	14940.12
تیر محور4 دهانه A -B	3.5	366	1281	2.15	5	2754.15	6405
تیر محور4 دهانه B -C	5.2	366	1903.2	6.9	5	13132.1	9516
تیر محور5 دهانه A -B	3.5	366	1281	2.15	0.2	2754.15	256.2
تیر محور5 دهانه B -C	5.2	366	1903.2	6.9	0.2	13132.1	380.64
@بخش پنجم : نصف ستونهای روی سقف اول به همراه نصف ستونهای زیر سقف اول (بارمرده)							
ستون 1A	2.95	366	1079.7	0.2	15.85	215.94	17113.25
ستون 2A	2.95	366	1079.7	0.2	11.05	215.94	11930.69
ستون 3A	2.95	366	1079.7	0.2	7.85	215.94	8475.645
ستون 4A	2.95	366	1079.7	0.2	5	215.94	5398.5
ستون 5A	2.95	366	1079.7	0.2	0.2	215.94	215.94
ستون 1B	2.95	366	1079.7	4.1	15.85	4426.77	17113.25
ستون 2B	2.95	366	1079.7	4.1	11.05	4426.77	11930.69
ستون 3B	2.95	366	1079.7	4.1	7.85	4426.77	8475.645
ستون 4B	2.95	366	1079.7	4.1	5	4426.77	5398.5
ستون 5B	2.95	366	1079.7	4.1	0.2	4426.77	215.94
ستون 1C	2.95	366	1079.7	9.7	15.85	10473.1	17113.25
ستون 2C	2.95	366	1079.7	9.7	11.05	10473.1	11930.69
ستون 3C	2.95	366	1079.7	9.7	7.85	10473.1	8475.645
ستون 4C	2.95	366	1079.7	9.7	5	10473.1	5398.5
ستون 5C	2.95	366	1079.7	9.7	0.2	10473.1	215.94
@بخش ششم : بارپله (بارمرده)							
پاگرد 1	1.10	687	755.7	0.725	10.425	547.883	7878.173
پاگرد´1	1.10	687	755.7	0.725	8.475	547.883	6404.558
پله 1	1.58	940.33	1485.7	2	10.425	2971.44	15488.65
پله´1	1.58	940.33	1485.7	2	8.475	2971.44	12591.49
پله 2	0.95	861.27	818.21	0.725	9.45	593.2	7732.051
پاگرد 2	3.75	687	2576.3	3.35	9.45	8630.44	24345.56
@بخش هفتم : سربار معادل در زیر سقف اول (نصف سطح تیغه های قسمت انباری) (بارمرده)							
سربار معادل پانل اول	9.81	225.14	2208.6	2.15	13.45	4748.54	29705.98
سربار معادل پانل دوم	13.97	56.85	794.19	6.9	13.45	5479.94	10681.92
@بخش هشتم : اثر 20 درصد بارزنده روی سقف اول (بار واحد برای سقف مسکونی برابر است با : 0.2×200=40 کیلوگرم برمتر مربع)							
سقف پانل 1	15.38	40	615.2	2.15	13.45	1322.68	8274.44
سقف پانل 2	22.89	40	915.6	6.9	13.45	6317.64	12314.82
سقف پانل 4	14.57	40	582.8	6.9	9.45	4021.32	5507.46

ادامه ی جدول (2-22)یافتن مرکز جرم سقف اول

نام اجزا	سطح (طول)	وزن واحد	M	$\bar{X}$	$\bar{Y}$	$M\bar{X}$	$M\bar{Y}$
سقف پانل 5	8.57	40	342.8	2.15	6.43	737.02	2204.204
سقف پانل 6	12.75	40	510	6.9	6.43	3519	3279.3
سقف پانل 7	19.38	40	775.2	2.15	2.6	1666.68	2015.52
سقف پانل 8	22.89	40	915.6	6.9	2.6	6317.64	2380.56
@بخش نهم : اثر 20 درصد بارزنده پله (بار واحد برای پله برابر است با : 0.2×350=70 کیلوگرم برمتر مربع)							
پاگرد 1	1.10	70	77	0.725	10.425	55.825	802.725
پاگرد´1	1.10	70	77	0.725	8.475	55.825	652.575
پله 1	1.58	70	110.6	2	10.425	221.2	1153.005
پله´1	1.58	70	110.6	2	8.475	221.2	937.335
پله 2	0.95	70	66.5	0.725	9.45	48.2125	628.425
پاگرد 2	3.75	70	262.5	3.35	9.45	879.375	2480.625

? نتایج بدست آمده برای سقف اول :

		M		$M\bar{X}$	$M\bar{Y}$
	مجموع	174626		828994	1452564

مرکز جرم سقف اول :

$$\bar{X} = \frac{\sum M\bar{x}}{\sum M} = \frac{828994 \ \ kg}{174626 \ \ kg} = 4.75$$

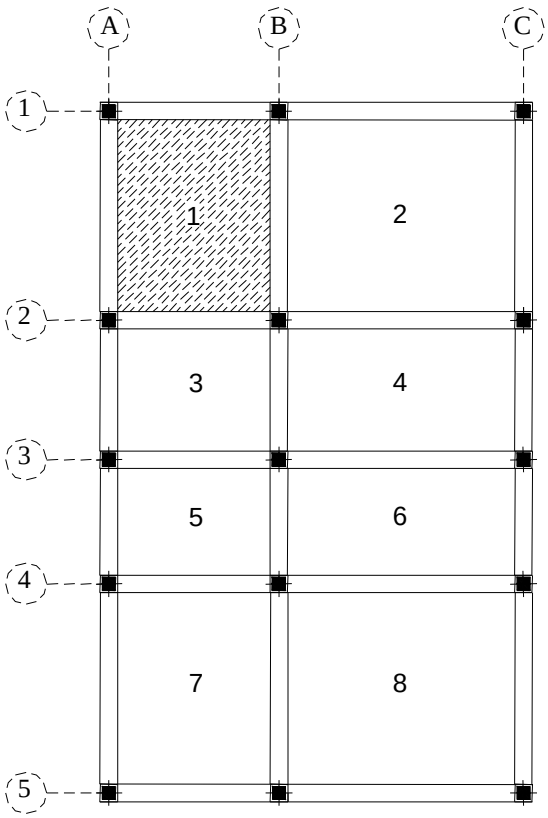
$$\bar{Y} = \frac{\sum M\bar{y}}{\sum M} = \frac{1452564 \ \ kg}{176835 \ \ kg} = 8.32$$

جرم سقف اول :

174626 کیلوگرم

2-1-4-1-1-پانل بندی پلان،جهت تعیین مرکزجرم:

دربخش اول یافتن مرکز جرم، سقف کل ساختمان به هشت پانل(چشمه)، تقسیم شده، که درشکل2-43 شماره بندی این پانل ها مشخص است. پانل 1 در سقف اول دارای مساحت سقف 15.38 متر مربع و درسقفهای دوم،سوم و چهارم با کم شدن مساحت قسمت نورگیر،8.85 مترمربع خواهد بود. درشکل2-43، پانل1، در سقف اول با هاشور نشان داده شده است. به همین ترتیب بقیه پانلها نیز، داری چنین محدوده ای هستند.



(شکل 2-43) پانل بندی سقف

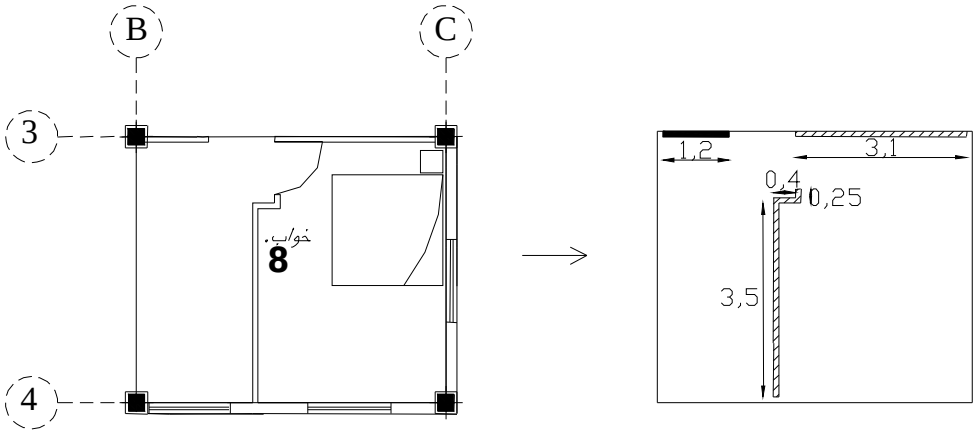
2-1-4-1-2- **بار معادل تیغه های** 10 **سانتی** :

طبق بند 6-2-2-2 آیین نامه ی مبحث ششم، درساختمانهایی که برای جداسازی فضا ها از تیغه هایی استفاده می شود که وزن یک متر مربع سطح آنها کمتر از 275 کیلوگرم برمترمربع (معمولاً تیغه های 10 سانتی چنین حالتی دارند)است، وزن تیغه ها را می توان به صورت بار معادل که به طور یکنواخت برکف ها گسترده شده است، در نظر گرفت.این بارمعادل باید، به صورت مناسبی با تقسیم وزن تیغه های هر قسمت از کف به مساحت آن قسمت تعیین گردد.

جهت یافتن بار معادل تیغه های 10 سانتی در هریک از پانلها، ابتدا کلیه ی تیغه های 10 سانتی موجود درمحدوده ی پانل را از لحاظ نوع تیغه و طول آن، مشخص کنیم. سپس برای هر نوع دیوار که در پانل مورد نظر قرار دارد، مساحت سطح دیوار مورد نظر که از حاصلضرب ارتفاع درطول تیغه به دست می آید رامی یابیم،باضرب این مساحت درمقدار جرم واحد سطح دیوار، جرم دیوار تعیین می گردد. درانتها، این مقدارجرم برمساحت سطح پانل تقسیم می گردد وبدین ترتیب، بار معادل تیغه ها در سطح پانل بدست می آید.درضمن، به این نکته نیز اشاره می کنیم که درتعریف عبارت پانل در این قسمت ازپروژه، ناحیه ی محدود شده توسط محورهای پلان به عنوان پانل درنظر گرفته شده است.

به عنوان مثال پانل 8، که ازتقاطع محورهای B،4،5 و C بدست می آید. دارای مساحت سطح 11.41متر مربع می باشد(شکل 2-44). دراین پانل، دیوارهای هاشور خورده، تیغه های 10 سانتی از نوع دو طرف گچ کاری می باشند که دارای وزن واحد سطح 175 کیلوگرم برمتر مربع و مجموع طول 7.25 متر، و دیوار 1.20 متری که با رنگ مشکی مشخص شده است، از نوع یک تیغه 10 سانتی یک طرف گچ کاری، یک طرف کاشی کاری با وزن واحد سطح 189 کیلوگرم بر متر مربع می باشند. ارتفاع کلیه ی دیوارها، از کف تا زیر سقف برابربا 2.70 متر

است، مقدار 0.7 سانت تیغه 10 سانتی از نوع دو طرف گچ کاری نیز به طول 1 متر و ارتفاع 0.7 سانت نیز برروی در قرار دارد، در موجود درپانل نیز با طول 1متر و ارتفاع 2 متر داری وزن واحد 20 کیلوگرم برمترمربع است. درجدول 2-23 موارد اشاره شده، برای محاسبه ی بار معادل تیغه ها درپانل 8، را به صورت خلاصه نشان داده است. به طورمشابه برای سایر پانلها نیز، محاسبات مشابه جدول2-23 انجام شده ونتایج درجداولی درادامه ذکرشده است.



(شکل 2-44) پانل شماره 8

جدول(2-23) بار معادل تیغه ها در پانل شماره 8

نام اجزا	جرم واحد	طول m	ارتفاعm	مساحتm^2	جرمkg	مساحت پانلm^2	بارمعادلkg/m^2
تیغه کاشی کاری- گچ کاری	189	1.2	2.7	3.24	612.36	27.93	21.93
تیغه گچ کاری- گچ کاری	175	7.25	2.7	19.56	3423.63	27.93	122.67
تیغه گچ کاری- گچ کاری روی در	175	1	0.7	0.7	122.5	27.93	4.39
درچوبی	20	1	2	2	40	27.93	1.43
بار معادل پانل 8							150.42

خلاصه نتایج بار معادل تیغه ها در پانل ها:

جدول(2-24) بار معادل تیغه ها در پانلهای مختلف

شماره	شماره پانل ← / نوع دیوار	جرم واحد سطح	1(طبقات) مساحت		بار معادل	2 مساحت		بار معادل	4 مساحت		بار معادل
			دیوار	پانل		دیوار	پانل		دیوار	پانل	
1	دیوار 10 سانتی گچ – گچ	175	4.05	13.08	54.19	8.37	27.93	52.44	1.89	18.24	18.13
2	دیوار 10 سانتی کاشی - کاشی	203	0.68	13.08	10.55	-	-	-	2.16	18.24	24.04
3	دیوار 10 سانتی گچ – کاشی	189	9.86	13.08	142.47	13.05	27.93	88.31	10.06	18.24	104.24
4	دیوار 10 سانتی کاشی – سیمان	186	-	-	-	-	-	-	4.86	18.24	49.55
5	در چوبی	20	2	13.08	3.06	1.4	27.93	1	1.6	18.24	1.75
مجموع بار معادل در پانل					210.27			141.75			197.73

ادامه ی جدول(2-24) بار معادل تیغه ها در پانلهای طبقات

شماره	شماره پانل ← / نوع دیوار	جرم واحدسطح	5 مساحت		بار معادل	6 مساحت		بار معادل	7 مساحت		بار معادل
			دیوار	پانل		دیوار	پانل		دیوار	پانل	
1	دیوار 10 سانتی گچکاری – گچکاری	175	-	-	-	0.7	16.25	7.54	-	-	-
2	دیوار 10 سانتی کاشی کاری - کاشی کاری	203	-	-	-	2.56	16.25	31.98	-	-	-
3	دیوار 10 سانتی گچکاری – کاشی کاری	189	8.255	11.41	136.66	8.93	16.25	103.86	6.75	19.61	65.06
4	دیوار 10 سانتی کاشی کاری – سیمان کاری	186	-	-	-	4.19	16.25	47.96	-	-	-
5	در چوبی	20	1.6	11.41	2.8	3.6	16.25	4.43	-	-	-
مجموع بار معادل در پانل					139.46			195.77			65.06

ادامه ی جدول(2-24) بار معادل تیغه ها در پانلهای طبقات

شماره	شماره پانل ← / نوع دیوار	جرم واحدسطح	8 مساحت		بار معادل	1(سقف اول) مساحت		بار معادل
			دیوار	پانل		دیوار	پانل	
1	دیوار 10 سانتی گچکاری – گچکاری	175	20.28	27.93	127.07	175	4.05	19.61
2	دیوار 10 سانتی کاشی کاری - کاشی کاری	203	-	-	-	203	0.68	19.61
3	دیوار 10 سانتی گچکاری – کاشی کاری	189	3.24	27.93	21.92	189	9.86	19.61
4	دیوار 10 سانتی کاشی کاری – سیمان کاری	186	-	-	-	186	-	-
5	در چوبی	20	2	27.93	1.43	20	2	19.61
مجموع بار معادل در پانل					150.42			140.22

مساحت پانل 1، در سقف اول و سقف طبقات(سقفهای دوم،سوم وچهارم) به دلیل وجود نورگیر درسقف طبقات و ایجاد فضای خالی درپانل، متفاوت می باشد.درطبقه همکف، در پانلهای اول ودوم، دیوارهای انباری قراردارند. که از جنس تیغه های 10 سانتی دو طرف سیمان کاری با وزن واحد 200.5 کیلوگرم برمتر مربع می باشند.و سربار معادل آنها طبق جدول 2-25 می باشد.

جدول(2-25) بار معادل تیغه ها در پانلهای طبقه همکف

شماره	شماره پانل ← / نوع دیوار	جرم واحدسطح	1 مساحت		بار معادل	2 مساحت		بار معادل
			دیوار	پانل		دیوار	پانل	
1	دیوار 10 سانتی سیمان کاری- سیمان کاری	200.50	20.01	19.61	204.58	7.92	27.93	56.85
5	در فلزی انبار	35	11.52	19.61	20.56	-	-	-
مجموع بار معادل در پانل					225.14			56.85

2-1-4-2- یافتن مرکز جرم سقف دوم (وسوم):

جدول(2-26) یافتن مرکز جرم سقف دوم(وسوم)

نام اجزا	سطح (طول)	وزن واحد	M	$\bar{X}$	$\bar{Y}$	$M\bar{X}$	$M\bar{Y}$
@بخش اول : سقف ها و سربار معادل (بارمرده)							
سقف پانل 1	8.85	552.25	4887.4	2.15	13.45	10507.9	65735.7
سربارمعادل پانل 1	13.08	140.22	1834.1	2.15	13.45	3943.27	24668.34
سقف پانل 2	22.89	552.25	12641	6.9	13.45	87222.9	170021.5
سربارمعادل پانل 2	27.93	141.75	3959.1	6.9	13.45	27317.6	53249.59
سقف پانل 4	14.57	552.25	8046.3	6.9	9.45	55519.3	76037.37
سربارمعادل پانل 4	18.24	197.73	3606.6	6.9	9.45	24885.5	34082.32
سقف پانل 5	8.57	552.25	4732.8	2.15	6.43	10175.5	30431.79
سربارمعادل پانل 5	11.41	139.46	1591.2	2.15	6.43	3421.16	10231.66
سقف پانل 6	12.75	552.25	7041.2	6.9	6.43	48584.2	45274.84
سربارمعادل پانل 6	16.25	195.77	3181.3	6.9	6.43	21950.7	20455.52
سقف پانل 7	15.38	552.25	8493.6	2.15	2.6	18261.3	22083.37
سربارمعادل پانل 7	19.61	65.06	1275.8	2.15	2.6	2743.03	3317.149
سقف پانل 8	22.89	552.25	12641	6.9	2.6	87222.9	32866.61
سربارمعادل پانل 8	27.93	150.42	4201.2	6.9	2.6	28988.5	10923.2
@بخش دوم : بار مرده دیوار،درو پنجره های نصف روی سقف دوم(سوم) به همراه نصف زیر سقف دوم(سوم)							
دیوار محورA دهانه 1-2 کاشی سیمان 20سانتی	4.72	271	1279.1	0.2	14.78	255.824	18905.39
دیوار محورA دهانه 1-2 سیمان گچ 20 سانتی	7.16	257	1840.1	0.2	12.58	368.024	23148.71
دیوار محورA دهانه 2-3 سنگ سیمان 20 سانتی	7.56	310	2343.6	0.2	9.45	468.72	22147.02
دیوار محورA دهانه 3-4 کاشی سیمان 20 سانتی	6.62	271	1794	0.2	6.42	358.804	11517.61
دیوار محورA دهانه 4-5 کاشی سیمان 20 سانتی	1.62	271	439.02	0.2	4.5	87.804	1975.59
دیوار محورA دهانه 4-5 سیمان گچ 20 سانتی	10.26	313	3211.4	0.2	2.3	642.276	7386.174
دیوار محورB دهانه 2-3 سنگ کاشی 20 سانتی	7.56	327	2472.1	4.1	9.45	10135.7	23361.53
دیوار محورc دهانه 1-2 سنگ گچ 20 سانتی	3.38	313	1057.9	9.8	15.02	10367.8	15890.26
پنجره محورc دهانه 1-2	2.55	35	89.25	9.8	13.65	874.65	1218.263
دیوار محورc زیرپنجره دهانه 1-2 سنگ گچ 20 سانتی	1.5	313	469.5	9.8	13.65	4601.1	6408.675
دیوارمحورc دهانه 1-2 سنگ گچ 20 سانتی	4.46	313	1396	9.8	12.08	13680.6	16863.44
دیوارمحورc دهانه 2-3 سنگ گچ 20 سانتی	1.22	313	381.86	9.8	10.62	3742.23	4055.353
پنجره محورc دهانه 2-3	2.55	35	89.25	9.8	9.65	874.65	861.2625
دیوار محورc زیرپنجره دهانه 2-3 سنگ گچ 20 سانتی	1.5	313	469.5	9.8	9.65	4601.1	4530.675
دیوارمحورc دهانه 2-3	2.3	313	719.9	9.8	8.48	7055.02	6104.752
دیوارمحورc دهانه 3-4 سنگ گچ 20 سانتی	2.02	313	632.26	9.8	7.28	6196.15	4602.853
پنجره محورc دهانه 3-4	1.62	35	56.7	9.8	6.43	555.66	364.581
دیوار محورc زیرپنجره دهانه 3-4 سنگ گچ 20 سانتی	0.95	313	297.35	9.8	6.43	2914.03	1911.961
دیوارمحورc دهانه 3-4 سنگ گچ 20 سانتی	2.02	313	632.26	9.8	5.58	6196.15	3528.011
دیوارمحورc دهانه 4-5 سنگ گچ 20 سانتی	4.46	313	1396	9.8	3.98	13680.6	5556

ادامه ی جدول(2-26) یافتن مرکز جرم سقف دوم(وسوم)

نام اجزا	سطح(طول)	وزن واحد	M	$\bar{X}$	$\bar{Y}$	$M\bar{X}$	$M\bar{Y}$
پنجره محورc دهانه 4-5	2.35	35	82.25	9.8	1.78	806.05	146.405
دیوار محورc زیرپنجره دهانه 4-5 سنگ گچ 20 سانتی	1.5	313	469.5	9.8	1.78	4601.1	835.71
دیوارمحورc دهانه 4-5 سنگ گچ 20 سانتی	3.38	313	1057.9	9.8	1.03	10367.8	1089.678
دیوارمحور1 دهانه A -B سیمان کاشی 20 سانتی	9.45	271	2561	2.15	15.95	5506.04	40847.15
دیوارمحور1 دهانه B -C سیمان کاشی 20 سانتی	4.72	271	1279.1	5.18	15.95	6625.84	20401.96
دیوارمحور1 دهانه B -C سیمان گچ 20 سانتی	9.32	257	2395.2	7.38	15.95	17676.9	38204.08
دیوارمحور2 دهانه A -B سنگ گچ 20 سانتی	6.48	313	2028.2	1.6	11.05	3245.18	22412.05
درمحور2 دهانه A -B	2.97	20	59.4	3.35	11.05	198.99	656.37
دیوارمحور3 دهانه A -B سنگ گاشی 20 سانتی	6.48	327	2119	1.6	7.85	3390.34	16633.84
درمحور3 دهانه A -B	2.97	20	59.4	3.35	7.85	198.99	466.29
دیوارمحور5 دهانه A -B سنگ گچ 20 سانتی	2.90	313	907.7	0.94	0.1	853.238	90.77
پنجره محور5 دهانه A -B	2.55	35	89.25	2.22	0.1	198.135	8.925
دیوار محور 5 زیرپنجره دهانه A -B سنگ گچ 20 سانتی	1.5	313	469.5	2.22	0.1	1042.29	46.95
دیوارمحور5 دهانه A -B سنگ گچ 20 سانتی	1.51	313	472.63	3.45	0.1	1630.57	47.263
پنجره محور5 دهانه B -C	2.55	35	89.25	5.05	0.1	450.713	8.925
دیوار محور 5 زیرپنجره دهانه B -C سنگ گچ 20 سانتی	1.5	313	469.5	5.05	0.1	2370.98	46.95
دیوارمحور5 دهانه B -C سنگ گچ 20 سانتی	3.78	313	1183.1	6.5	0.1	7690.41	118.314
پنجره محور5 دهانه B -C	.255	35	8925	7.95	0.1	70953.8	892.5
دیوار محور 5 زیرپنجره دهانه B -C سنگ گچ 20 سانتی	1.5	313	469.5	7.95	0.1	3732.53	46.95
دیوارمحور5 دهانه B -C سنگ گچ 20 سانتی	2.16	313	676.08	9.1	0.1	6152.33	67.608
@بخش سوم : بارمرده تیرهای سقف دوم (سوم)							
تیر محورA دهانه 1-2	4.4	366	1610.4	0.2	13.45	322.08	21659.88
تیر محورA دهانه 2-3	2.8	366	1024.8	0.2	9.45	204.96	9684.36
تیر محورA دهانه 3-4	2.45	366	896.7	0.2	6.42	179.34	5756.814
تیر محورA دهانه 4-5	4.4	366	1610.4	0.2	2.6	322.08	4187.04
تیر محورB دهانه 1-2	4.4	366	1610.4	4.1	13.45	6602.64	21659.88
تیر محورB دهانه 2-3	2.8	366	1024.8	4.1	9.45	4201.68	9684.36
تیر محورB دهانه 3-4	2.45	366	896.7	4.1	6.42	3676.47	5756.814
تیر محورB دهانه 4-5	4.4	366	1610.4	4.1	2.6	6602.64	4187.04
تیر محورC دهانه 1-2	4.4	366	1610.4	9.7	13.45	15620.9	21659.88
تیر محورC دهانه 2-3	2.8	366	1024.8	9.7	9.45	9940.56	9684.36
تیر محورC دهانه 3-4	2.45	366	896.7	9.7	6.42	8697.99	5756.814
تیر محورC دهانه 4-5	4.4	366	1610.4	9.7	2.6	15620.9	4187.04
تیر محورA دهانه 1-2	4.4	366	1610.4	0.2	13.45	322.08	21659.88

ادامه ی جدول(2-26) یافتن مرکز جرم سقف دوم(وسوم)

نام اجزا	سطح (طول)	وزن واحد	M	$\bar{X}$	$\bar{Y}$	$M\bar{X}$	$M\bar{Y}$
تیر محور1 دهانه A -B	3.5	366	1281	2.15	15.85	2754.15	20303.85
تیر محور1 دهانه B -C	5.2	366	1903.2	6.9	15.85	13132.1	30165.72
تیر محور2 دهانه A -B	3.5	366	1281	2.15	11.05	2754.15	14155.05
تیر محور2 دهانه B -C	5.2	366	1903.2	6.9	11.05	13132.1	21030.36
تیر محور3 دهانه A -B	3.5	366	1281	2.15	7.85	2754.15	10055.85
تیر محور3 دهانه B -C	5.2	366	1903.2	6.9	7.85	13132.1	14940.12
تیر محور4 دهانه A -B	3.5	366	1281	2.15	5	2754.15	6405
تیر محور4 دهانه B -C	5.2	366	1903.2	6.9	5	13132.1	9516
تیر محور5 دهانه A -B	3.5	366	1281	2.15	0.2	2754.15	256.2
تیر محور5 دهانه B -C	5.2	366	1903.2	6.9	0.2	13132.1	380.64
@بخش چهارم : بارمرده نصف ستونهای روی سقف دوم(سوم) به همراه نصف ستونهای زیر سقف دوم (سوم)							
ستون 1A	3.1	366	1134.6	0.2	15.85	226.92	17983.41
ستون 2A	3.1	366	1134.6	0.2	11.05	226.92	12537.33
ستون 3A	3.1	366	1134.6	0.2	7.85	226.92	8906.61
ستون 4A	3.1	366	1134.6	0.2	5	226.92	5673
ستون 5A	3.1	366	1134.6	0.2	0.2	226.92	226.92
ستون 1B	3.1	366	1134.6	4.1	15.85	4651.86	17983.41
ستون 2B	3.1	366	1134.6	4.1	11.05	4651.86	12537.33
ستون 3B	3.1	366	1134.6	4.1	7.85	4651.86	8906.61
ستون 4B	3.1	366	1134.6	4.1	5	4651.86	5673
ستون 5B	3.1	366	1134.6	4.1	0.2	4651.86	226.92
ستون 1C	3.1	366	1134.6	9.7	15.85	11005.6	17983.41
ستون 2C	3.1	366	1134.6	9.7	11.05	11005.6	12537.33
ستون 3C	3.1	366	1134.6	9.7	7.85	11005.6	8906.61
ستون 4C	3.1	366	1134.6	9.7	5	11005.6	5673
ستون 5C	3.1	366	1134.6	9.7	0.2	11005.6	226.92
@بخش پنجم : بارپله (بارمرده)							
پاگرد 1	1.10	687	755.7	0.725	10.425	547.883	7878.173
پاگرد´1	1.10	687	755.7	0.725	8.475	547.883	6404.558
پله 1	1.58	940.33	1485.7	2	10.425	2971.44	15488.65
پله´1	1.58	940.33	1485.7	2	8.475	2971.44	12591.49
پله 2	0.95	861.27	818.21	0.725	9.45	593.2	7732.051
پاگرد 2	3.75	687	2576.3	3.35	9.45	8630.44	24345.56

ادامه ی جدول(2-26) یافتن مرکز جرم سقف دوم(وسوم)

نام اجزا	سطح (طول)	وزن واحد	M	$\bar{X}$	$\bar{Y}$	$M\bar{X}$	$M\bar{Y}$
@بخش ششم : اثر 20 درصد بارزنده روی سقف دوم(سوم) (بار واحد برای سقف مسکونی برابر است با : 0.2×200=40 کیلوگرم برمتر مربع)							
سقف پانل 1	8.85	40	354	2.15	13.45	761.1	4761.3
سقف پانل 2	22.89	40	915.6	6.9	13.45	6317.64	12314.82
سقف پانل 4	14.57	40	582.8	6.9	9.45	4021.32	5507.46
سقف پانل 5	8.57	40	342.8	2.15	6.43	737.02	2204.204
سقف پانل 6	12.75	40	510	6.9	6.43	3519	3279.3
سقف پانل 7	19.38	40	775.2	2.15	2.6	1666.68	2015.52
سقف پانل 8	22.89	40	915.6	6.9	2.6	6317.64	2380.56
@بخش هفتم : اثر 20 درصد بارزنده پله (بار واحد برای پله برابر است با : 0.2×350=70 کیلوگرم برمتر مربع)							
پاگرد 1	1.10	70	77	0.725	10.425	55.825	802.725
پاگرد´1	1.10	70	77	0.725	8.475	55.825	652.575
پله 1	1.58	70	110.6	2	10.425	221.2	1153.005
پله´1	1.58	70	110.6	2	8.475	221.2	937.335
پله 2	0.95	70	66.5	0.725	9.45	48.2125	628.425
پاگرد 2	3.75	70	262.5	3.35	9.45	879.375	2480.625

? نتایج بدست آمده برای سقف دوم(وسوم):

		M		$M\bar{X}$	$M\bar{Y}$
	مجموع	186114		925213	1444678

مرکز جرم سقف دوم و سقف سوم :

$$\bar{X} = \frac{\sum M\bar{x}}{\sum M} = \frac{925213 \ \ kg}{186114 \ \ kg} = 4.97$$

$$\bar{Y} = \frac{\sum M\bar{y}}{\sum M} = \frac{1444678 \ \ kg}{186114 \ \ kg} = 7.76$$

3-4-1-2 **یافتن مرکز جرم سقف چهارم:**

جدول(2-27) یافتن مرکز جرم سقف چهارم

نام اجزا	سطح (طول)	وزن واحد	M	$\bar{X}$	$\bar{Y}$	$M\bar{X}$	$M\bar{Y}$
@بخش اول : سقف ها و نصف سربار معادل تیغه های روی سقف سوم یا به عبارتی زیر سقف چهارم (بارمرده)							
سقف پانل 1	8.85	552.25	4887.4	2.15	13.45	10507.9	65735.7
سربارمعادل پانل 1	9.81	140.22	1375.6	2.15	13.45	2957.45	18501.26
سقف پانل 2	22.89	552.25	12641	6.9	13.45	87222.9	170021.5
سربارمعادل پانل 2	13.96	141.75	1978.8	6.9	13.45	13653.9	26615.26
سقف پانل 4	14.57	552.25	8046.3	6.9	9.45	55519.3	76037.37
سربارمعادل پانل 4	9.12	197.73	1803.3	6.9	9.45	12442.8	17041.16
سقف پانل 5	8.57	552.25	4732.8	2.15	6.43	10175.5	30431.79
سربارمعادل پانل 5	5.70	139.46	794.92	2.15	6.43	1709.08	5111.348
سقف پانل 6	12.75	552.25	7041.2	6.9	6.43	48584.2	45274.84
سربارمعادل پانل 6	8.12	195.77	1589.7	6.9	6.43	10968.6	10221.46
سقف پانل 7	15.38	552.25	8493.6	2.15	2.6	18261.3	22083.37
سربارمعادل پانل 7	9.8	65.06	637.59	2.15	2.6	1370.81	1657.729
سقف پانل 8	22.89	552.25	12641	6.9	2.6	87222.9	32866.61
سربارمعادل پانل 8	13.96	150.42	2099.9	6.9	2.6	14489.1	5459.644
@بخش دوم : دیوار،درو پنجره های نصف زیر سقف چهارم (بارمرده)							
دیوار محورA دهانه 1-2 کاشی سیمان 20سانتی	2.45	271	663.95	0.2	14.78	132.79	9813.181
دیوار محورA دهانه 1-2 سیمان گچ 20 سانتی	3.71	257	953.47	0.2	12.58	190.694	11994.65
دیوار محورA دهانه 2-3 سنگ سیمان 20 سانتی	3.92	310	1215.2	0.2	9.45	243.04	11483.64
دیوار محورA دهانه 3-4 کاشی سیمان 20 سانتی	3.43	271	929.53	0.2	6.42	185.906	5967.583
دیوار محورA دهانه 4-5 کاشی سیمان 20 سانتی	0.84	271	227.64	0.2	4.5	45.528	1024.38
دیوار محورA دهانه 4-5 سیمان گچ 20 سانتی	5.32	313	1665.2	0.2	2.3	333.032	3829.868
دیوار محورB دهانه 2-3 سنگ کاشی 20 سانتی	3.92	327	1281.8	4.1	9.45	5255.54	12113.39
دیوار محورc دهانه 1-2 سنگ گچ 20 سانتی	1.69	313	528.97	9.8	15.02	5183.91	7945.129
پنجره محورc دهانه 1-2	0.6	35	21	9.8	13.65	205.8	286.65
دیوار محورc زیرپنجره دهانه 1-2 سنگ گچ 20 سانتی	1.5	313	469.5	9.8	13.65	4601.1	6408.675
دیوارمحورc دهانه 1-2 سنگ گچ 20 سانتی	2.23	313	697.99	9.8	12.08	6840.3	8431.719
دیوارمحورc دهانه 2-3 سنگ گچ 20 سانتی	0.61	313	190.93	9.8	10.62	1871.11	2027.677
پنجره محورc دهانه 2-3	0.6	35	21	9.8	9.65	205.8	202.65
دیوار محورc زیرپنجره دهانه 2-3 سنگ گچ 20 سانتی	1.5	313	469.5	9.8	9.65	4601.1	4530.675
دیوارمحورc دهانه 2-3	1.15	313	359.95	9.8	8.48	3527.51	3052.376
دیوارمحورc دهانه 3-4 سنگ گچ 20 سانتی	1.01	313	316.13	9.8	7.28	3098.07	2301.426
پنجره محورc دهانه 3-4	0.38	35	13.3	9.8	6.43	130.34	85.519
دیوار محورc زیرپنجره دهانه 3-4 سنگ گچ 20 سانتی	0.95	313	297.35	9.8	6.43	2914.03	1911.961
دیوارمحورc دهانه 3-4 سنگ گچ 20 سانتی	1.01	313	316.13	9.8	5.58	3098.07	1764.005
دیوارمحورc دهانه 4-5 سنگ گچ 20 سانتی	2.23	313	697.99	9.8	3.98	6840.3	2778

ادامه ی جدول(2-27) یافتن مرکز جرم سقف چهارم

نام اجزا	سطح(طول)	وزن واحد	M	$\bar{X}$	$\bar{Y}$	$M\bar{X}$	$M\bar{Y}$
پنجره محورc دهانه 4-5	0.6	35	21	9.8	1.78	205.8	37.38
دیوار محورc زیرپنجره دهانه 4-5 سنگ گچ 20 سانتی	1.35	313	422.55	9.8	1.78	4140.99	752.139
دیوارمحورc دهانه 4-5 سنگ گچ 20 سانتی	1.69	313	528.97	9.8	1.03	5183.91	544.8391
دیوارمحور1 دهانه A -B سیمان کاشی 20 سانتی	4.9	271	1327.9	2.15	15.95	2854.99	21180.01
دیوارمحور1 دهانه B -C سیمان کاشی 20 سانتی	2.25	271	609.75	5.18	15.95	3158.51	9725.513
دیوارمحور1 دهانه B -C سیمان گچ 20 سانتی	4.83	257	1241.3	7.38	15.95	9160.87	19798.89
دیوارمحور2 دهانه A -B سنگ گچ 20 سانتی	3.36	313	1051.7	1.6	11.05	1682.69	11621.06
درمحور2 دهانه A -B	1.54	20	30.8	3.35	11.05	103.18	340.34
دیوارمحور3 دهانه A -B سنگ گاشی 20 سانتی	3.36	327	1098.7	1.6	7.85	1757.95	8624.952
درمحور3 دهانه A -B	1.54	20	30.8	3.35	7.85	103.18	241.78
دیوارمحور5 دهانه A -B سنگ گچ 20 سانتی	1.50	313	469.5	0.94	0.1	441.33	46.95
پنجره محور5 دهانه A -B	0.6	35	21	2.22	0.1	46.62	2.1
دیوار محور 5 زیرپنجره دهانه A -B سنگ گچ 20 سانتی	1.5	313	469.5	2.22	0.1	1042.29	46.95
دیوارمحور5 دهانه A -B سنگ گچ 20 سانتی	1.26	313	394.38	3.45	0.1	1360.61	39.438
پنجره محور5 دهانه B -C	0.6	35	21	5.05	0.1	106.05	2.1
دیوار محور 5 زیرپنجره دهانه B -C سنگ گچ 20 سانتی	1.5	313	469.5	5.05	0.1	2370.98	46.95
دیوارمحور5 دهانه B -C سنگ گچ 20 سانتی	1.89	313	591.57	6.5	0.1	3845.21	59.157
پنجره محور5 دهانه B -C	0.6	35	21	7.95	0.1	166.95	2.1
دیوار محور 5 زیرپنجره دهانه B -C سنگ گچ 20 سانتی	1.5	313	469.5	7.95	0.1	3732.53	46.95
دیوارمحور5 دهانه B -C سنگ گچ 20 سانتی	1.08	313	338.04	9.1	0.1	3076.16	33.804
@بخش سوم : تیرهای سقف چهارم(بارمرده)							
تیر محورA دهانه 1-2	4.4	366	1610.4	0.2	13.45	322.08	21659.88
تیر محورA دهانه 3-2	2.8	366	1024.8	0.2	9.45	204.96	9684.36
تیر محورA دهانه 4-3	2.45	366	896.7	0.2	6.42	179.34	5756.814
تیر محورA دهانه 5-4	4.4	366	1610.4	0.2	2.6	322.08	4187.04
تیر محورB دهانه 1-2	4.4	366	1610.4	4.1	13.45	6602.64	21659.88
تیر محورB دهانه 3-2	2.8	366	1024.8	4.1	9.45	4201.68	9684.36
تیر محورB دهانه 4-3	2.45	366	896.7	4.1	6.42	3676.47	5756.814
تیر محورB دهانه 5-4	4.4	366	1610.4	4.1	2.6	6602.64	4187.04
تیر محورC دهانه 1-2	4.4	366	1610.4	9.7	13.45	15620.9	21659.88
تیر محورC دهانه 3-2	2.8	366	1024.8	9.7	9.45	9940.56	9684.36
تیر محورC دهانه 4-3	2.45	366	896.7	9.7	6.42	8697.99	5756.814
تیر محورC دهانه 5-4	4.4	366	1610.4	9.7	2.6	15620.9	4187.04
تیر محورA دهانه 1-2	4.4	366	1610.4	0.2	13.45	322.08	21659.88

ادامه ی جدول(2-27) یافتن مرکز جرم سقف چهارم

نام اجزا	سطح (طول)	وزن واحد	M	$\bar{X}$	$\bar{Y}$	$M\bar{X}$	$M\bar{Y}$
تیر محور1 دهانه A -B	3.5	366	1281	2.15	15.85	2754.15	20303.85
تیر محور1 دهانه B -C	5.2	366	1903.2	6.9	15.85	13132.1	30165.72
تیر محور2 دهانه A -B	3.5	366	1281	2.15	11.05	2754.15	14155.05
تیر محور2 دهانه B -C	5.2	366	1903.2	6.9	11.05	13132.1	21030.36
تیر محور3 دهانه A -B	3.5	366	1281	2.15	7.85	2754.15	10055.85
تیر محور3 دهانه B -C	5.2	366	1903.2	6.9	7.85	13132.1	14940.12
تیر محور4 دهانه A -B	3.5	366	1281	2.15	5	2754.15	6405
تیر محور4 دهانه B -C	5.2	366	1903.2	6.9	5	13132.1	9516
تیر محور5 دهانه A -B	3.5	366	1281	2.15	0.2	2754.15	256.2
تیر محور5 دهانه B -C	5.2	366	1903.2	6.9	0.2	13132.1	380.64
@بخش چهارم : نصف ستونهای زیر سقف چهارم							
ستون 1A	1.55	366	567.3	0.2	15.85	113.46	8991.705
ستون 2A	1.55	366	567.3	0.2	11.05	113.46	6268.665
ستون 3A	1.55	366	567.3	0.2	7.85	113.46	4453.305
ستون 4A	1.55	366	567.3	0.2	5	113.46	2836.5
ستون 5A	1.55	366	567.3	0.2	0.2	113.46	113.46
ستون 1B	1.55	366	567.3	4.1	15.85	2325.93	8991.705
ستون 2B	1.55	366	567.3	4.1	11.05	2325.93	6268.665
ستون 3B	1.55	366	567.3	4.1	7.85	2325.93	4453.305
ستون 4B	1.55	366	567.3	4.1	5	2325.93	2836.5
ستون 5B	1.55	366	567.3	4.1	0.2	2325.93	113.46
ستون 1C	1.55	366	567.3	9.7	15.85	5502.81	8991.705
ستون 2C	1.55	366	567.3	9.7	11.05	5502.81	6268.665
ستون 3C	1.55	366	567.3	9.7	7.85	5502.81	4453.305
ستون 4C	1.55	366	567.3	9.7	5	5502.81	2836.5
ستون 5C	1.55	366	567.3	9.7	0.2	5502.81	113.46
@بخش پنجم : بارپله (بارمرده)							
پاگرد´1	1.10	687	755.7	0.725	8.475	547.883	6404.558
پله´1	1.58	940.33	1485.7	2	8.475	2971.44	12591.49
پله 2	0.48	861.27	413.41	0.725	9.45	299.722	3906.721
پاگرد 2	3.75	687	2576.3	3.35	9.45	8630.44	24345.56

ادامه ی جدول(2-27) یافتن مرکز جرم سقف چهارم

نام اجزا	سطح (طول)	وزن واحد	M	$\bar{X}$	$\bar{Y}$	$M\bar{X}$	$M\bar{Y}$
@بخش ششم : اثر 20 درصد بارزنده روی سقف چهارم (بار واحد برای سقف بام برابر است با : 0.2×150=30 کیلوگرم برمتر مربع)							
سقف پانل 1	8.85	30	265.5	2.15	13.45	570.825	3570.975
سقف پانل 2	22.89	30	686.7	6.9	13.45	4738.23	9236.115
سقف پانل 4	14.57	30	437.1	6.9	9.45	3015.99	4130.595
سقف پانل 5	8.57	30	257.1	2.15	6.43	552.765	1653.153
سقف پانل 6	12.75	30	382.5	6.9	6.43	2639.25	2459.475
سقف پانل 7	15.38	30	461.4	2.15	2.6	992.01	1199.64
سقف پانل 8	22.89	30	686.7	6.9	2.6	4738.23	1785.42
@بخش هفتم : اثر 20 درصد بارزنده پله (بار واحد برای پله برابر است با : 0.2×350=70 کیلوگرم برمتر مربع)							
پاگرد ً1	1.10	70	77	0.725	8.475	55.825	652.575
پله َ1	1.58	70	110.6	2	8.475	221.2	937.335
پله 2	0.95	70	66.5	0.725	9.45	48.2125	628.425
پاگرد 2	3.75	70	262.5	3.35	9.45	879.375	2480.625
@بخش هشتم : نصف بار مرده وارده از دیواروستونهای خرپشته							
ستون 2B	1.05	366	384.3	4.1	11.05	1575.63	4246.515
ستون 3A	1.05	366	384.3	0.2	7.85	76.86	3016.755
ستون 3B	1.05	366	384.3	4.1	7.85	1575.63	3016.755
ستون 2A	1.05	366	384.3	0.2	11.05	76.86	4246.515
دیوار محورA دهانه 2-3 سنگ سیمان 20 سانتی	2.94	310	911.4	0.1	9.45	91.14	8612.73
دیوار محورB دهانه 2-3 سنگ سیمان 20 سانتی	2.94	310	911.4	4.2	9.45	3827.88	8612.73
دیوارمحور2 دهانه A -B سنگ سیمان 20 سانتی	2.94	310	911.4	2.15	11.15	1959.51	10162.11
دیوارمحور3 دهانه A -B سنگ سیمان 20 سانتی	2.52	310	781.2	1.6	7.95	1249.92	6210.54
درمحور3 دهانه A -B	1.16	35	40.6	3.32	7.95	134.792	322.77
@بخش نهم : اثر بار مرده جان پناه برروی سقف چهارم							
دیوار محورA دهانه 1-2	3.68	271	997.28	0.1	13.55	99.728	13513.14
دیوار محورA دهانه 3-5	5.96	271	1615.2	0.1	3.92	161.516	6331.427
دیوار محورC دهانه 1-5	15.65	327	5117.6	9.8	8.02	50152	41042.75
دیوارمحور1 دهانه A -B به همراه دهانه A -C	7.92	271	2146.3	4.95	15.95	10624.3	34233.8
دیوارمحور5 دهانه A -B به همراه دهانه A -C	7.92	327	2589.8	4.95	0.1	12819.7	258.984

? نتایج بدست آمده برای سقف چهارم:

		M		$M\bar{X}$	$M\bar{Y}$
	مجموع	157680		775914	1258740

مرکز جرم سقف چهارم:

$$\bar{X} = \frac{\sum M\bar{x}}{\sum M} = \frac{775914\ \ kg}{157680\ \ kg} = 4.92$$

$$\bar{Y} = \frac{\sum M\bar{y}}{\sum M} = \frac{1258740\ \ kg}{157680\ \ kg} = 7.98$$

2-1-4-4- نتایج مربوط به محاسبات مرکز جرم و جرم طبقات:

جدول 2-28 شامل خلاصه ای از اطلاعات بدست آمده در مورد مرکز جرم و جرم هریک از طبقات می باشد.

جدول(2-28) نتایج مربوط به محاسبات مرکز جرم و جرم طبقات

شماره طبقه	$\bar{X}$	$\bar{Y}$	جرم
اول	4.75	8.32	174626
دوم	4.97	7.76	186114
سوم	4.97	7.76	186114
چهارم	4.92	7.98	157680

2-2- **باربرف** :

طبق بند 6-4-1 مبحث ششم،بار برف بنا به تعریف، وزن لایه برفی است که براساس آمار موجود در منطقه احتمال تجاوز از آن در سال کمتر از 2 درصد (دوره بازگشت 50 سال) باشد.

2-2-1- **باربرف مبنا** :

بار برف مبنا،P_s، را در مناطق مختلف کشور باید با توجه به تقسیم بندی مشخص شده در جدول وشکل (6-4-1)آیین نامه مبحث ششم مقررات ملی ساختمان، حداقل برابر با مقادیر زیر در نظر گرفت. این بار را می توان با انجام مطالعات دقیق تر آماری برای منطقه مورد نظر تعیین نمود،ولی مقدار آن در هر حالت نباید کمتر از 80درصد زیر در نظر گرفته شود.

جدول(2-29) مقدار باربرف مبنا برای مناطق مختلف کشور

شماره منطقه	نام منطقه	مقداربار مبنا،P_s (kg/m^2)
1	مناطق با برف نادر	25
2	مناطق با برف کم	50
3	مناطق با برف متوسط	100
4	مناطق با برف زیاد	150
5	مناطق با برف سنگین	200
6	مناطق با برف فوق سنگین	300

با توجه به اینکه شهری که ساختمان مورد نظر در آن واقع است، گنبد کاووس می باشد، و این شهر جزمناطق با برف متوسط می باشد، بنابراین بار برف مبنا آن برابر با 100 کیلوگرم برمترمربع (دکانیوتن برمترمربع)است.

2-2-2- **باربرف بامها** :

باربرف برروی بامها، P_r،با توجه به زاویه شیب بام، برای هر مترمربع تصویر افقی سطح آن از رابطه ی زیر تعیین می کنیم.

$$P_r=C_S.P_S$$ **(رابطه ی 2-1) باربرف مبنا روی بامها**

که در این رابطه :

P_S : بار برف مبنا

C_S : ضریبی است به نام « ضریب اثر شیب » که برای بامهای مسطح و شیبدار، بامهای شیبدار داندانه ای و بامهای قوسی براساس ضوابط بندهای 6-4-3-2 تا 6-4-3-4 آیین نامه مبحث ششم تعیین می گردد.

طبق بند 6-4-3-2، مقدار ضریب اثر شیب،C_S برای بامهای مسطح و شیب دار با زاویه ی شیب کمتر از 15 درجه برابر با 1می باشد، که با توجه به بام ساختمان موردنظر قابل قبول است. $C_S= 1$

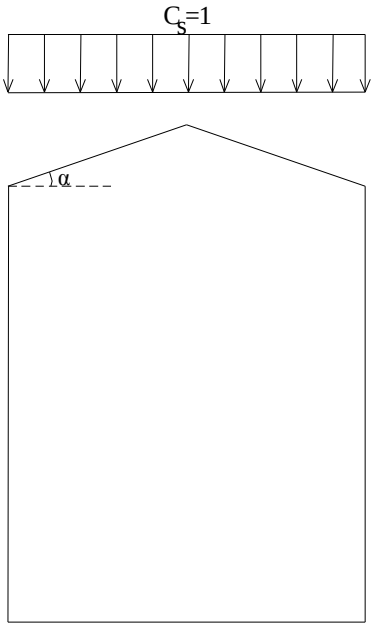
در نتیجه، مقدار بار برف برروی بام برابر است با :

$$P_r = C_S.P_S = 1\times 100\frac{kg}{m^2} = 100\frac{kg}{m^2}$$

? آنچه به عنوان نتیجه گیری نهایی می توان از این قسمت گرفت، این است که با توجه به اینکه باربرف برابر100 کیلوگرم برمتر مربع است، درحالی که بار زنده ی مربوط به بام در این پروژه 150 کیلوگرم برمترمربع می باشد، در محاسبات مربوط به یافتن جرم طبقات، مرکز جرم وبارگذاری تیرها وستونها ازمقداربارزنده که مقداری بحرانی تر است، استفاده می کنیم.

B تذکر : موضوع بند 6-4-4 آیین نامه ی مبحث ششم (بارگذاری نامتقارن با این مضمون که: دربامهای شیب دار دو طرفه که در آنها، زاویه شیب بیشتر از 15 درجه و کمتر از 60 درجه است، اثرات ناشی از بارگذاری

نامتقارن باید بررسی گردد، مشمول این پروژه نخواهد شد. زیرا زاویه شیب بام کمتر از 15 درجه است.(بام مسطح)



(شکل 2-45) بارگذاری متقارن بام تخت، تحت بار برف

2-3- **بار باد**:

بند 6-6-1-3 مبحث ششم : درطراحی اعضای سازه ای اثر ناشی از بار باد با بار زلزله جمع نمی شود.کلیه ی اعضای سازه باید برای اثر هریک از این دو که بیشتر باشد، طراحی شوند.

2-3-1- **سرعت مبنای باد**:

بند 6-6-2 مبحث ششم : سرعت مبنای باد، بنا به تعریف، سرعت متوسط ساعتی باد در ارتفاع 10 متر ازسطح زمین در منطقه ای مسطح و بدون مانع است که براساس آمار موجود در منطقه، احتمال تجاوز ازآن در سال کمتر از 2 درصد (دوره بازگشت 50 ساله) باشد.

مقدار سرعت مبنای باد برای مناطق مختلف کشور در جدول شماره ی 6-6-1 مبحث ششم ارائه شده است، برای مناطقی که نام آنها در جدول نیامده است سرعت مبنای باد باید برابر با مقدار آن برای نزدیکترین شهری که نام آن درجدول آمده است، اختیار گردد. طبق این اطلاعات بار سرعت مبنای باد (V) شهر گنبد کاووس برابر 80 کیلومتر برساعت انتخاب می گردد.

2-3-2- **فشار مبنای باد**:

بند 6-6-3 مبحث ششم : فشار مبنای باد، بنابه تعریف، فشاری است که باد با سرعتی برابربا سرعت مبنای باد بر سطح عمود بر جهت وزش باد وارد می کند. مقدار این فشاربا استفاده از رابطه ی زیر محاسبه می شود.

$$q = 0.005V^2$$ **(رابطه ی 2-2) فشار مبنای باد**

که دراین رابطه،Vسرعت مبنای باد، به کیلومتر برساعت و q فشار مبنای باد به کیلوگرم برمترمربع

درنتیجه: مقدار فشار مبنای باد برای این پروژه، برابر با 32 کیلوگرم برمتر مربع خواهد بود.

2-3-3- **نیروی باد بر ساختمانها و سایر سازه ها** :

نیروی ناشی از باد(F)، برروی سطوح ساختمانها و سایر سازه ها از رابطه ی زیر محاسبه می شود.

$$F = P.A$$ **(رابطه ی 2-3) نیروی ناشی ازباد**

$$P = C_e.C_q.q$$ **(رابطه ی 2-4) فشار یا مکش ناشی از باد**

دراین روابط :

P: فشار یا مکش ناشی از باد است که از رابطه ی 2-4 بدست می آید.

A: مساحت سطحی از ساختمان است که فشاریا مکش P برآن وارد می شود.

C_e: ضریبی است به نام «ضریب اثر تغییر سرعت» که مطابق بند 6-6-6 آیین نامه ی مبحث ششم بدست می آید.

درنواحی داخل شهر مقدار ضریب C_e، ازرابطه ی زیر بدست می آید:

$$C_e = 1.6\left(\frac{Z}{10}\right)^{0.24} \qquad C_e \geq 1.6$$ **(رابطه ی 1-5) ضریب اثر تغییر سرعت**

بدست می آید که در این رابطه مقدار Z ارتفاع تراز موردنظر در ساختمان برای محاسبه ی فشارباد است.

C_q: ضریبی است به نام «ضریب شکل» که باتوجه به نوع سازه و شکل هندسی آن تعیین می گردد.

بند 6-6-7-2 مبحث ششم مقررات ملی ساختمان:

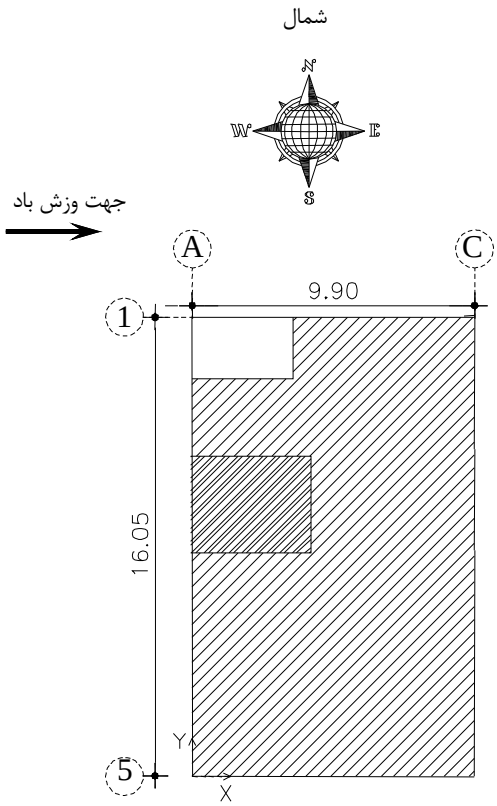
درساختمانهای کوتاهتر از 60 متر، به جز ساختمانهای کوتاه که دارای سقفهای شیب دارند، مانند ساختمان کارخانجات و انبارها، به جای محاسبه ی اثر باد برروی سطوح رو به بادوپشت به باد مطابق بند 6-6-7-1 می

توان اثر باد را برروی سطوح رو به باد محاسبه نمود و در رابطه ی 6-6-2 (F-p.A) به جای A، مساحت تصویر این سطوح را برروی صفحه ای که عمود بر جهت باد است، منظورکرد.دراین حالت ضریب شکل باید به شرح زیر در نظر گرفته شود.

الف)درساختمانهای کوتاهتر ا ز12 متر C_q=1.3

ب) در ساختمانهای با ارتفاع بین 12و60 متر C_q=1.4

با توجه به قسمت « ب » بند 6-7-6-2 آیین نامه مبحث ششم مقررات ملی ساختمان، برای ساختمان مورد طراحی دراین پروژه مقدار ضریب شکل برابر است با: C_q=1.4



(شکل2-46) جهت وزش باد در پلان

2-3-3-1- **بار باد در سطح واقع برمحور Y**:

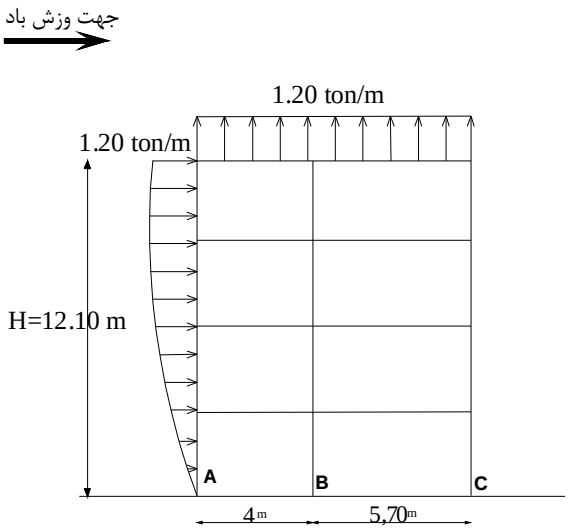
با توجه به اینکه، تا ارتفاع 10 متر، مقدار C_e =1.6 می باشد، مقدار P تا ارتفاع 10 متر برابر است با:

$$P = C_e.C_q.q = 1.6 \times 1.4 \times 32 = 71.68 \ \frac{kg}{m^2} \qquad Q = p.A = 71.68 \frac{kg}{m^2} \times 16.05m = 1150.46 \frac{kg}{m}$$

برای سقف چهارم، مقدار C_e تغییر می کند:(ارتفاع 12.10 متر.)

$$C_e(H) = C_e(12.10) = 1.6\left(\frac{12.10}{10}\right)^{0.24} = 1.67$$

$$P = C_e.C_q.q = 1.67 \times 1.4 \times 32 = 75.04 \ \frac{kg}{m^2} \qquad Q = p.A = 75.04 \frac{kg}{m^2} \times 16.05m = 1204.32 \frac{kg}{m}$$



(شکل2-47) بار باد درسطح واقع برمحور Y

2-3-3-2- **بار باد در سطح واقع برمحورX**:

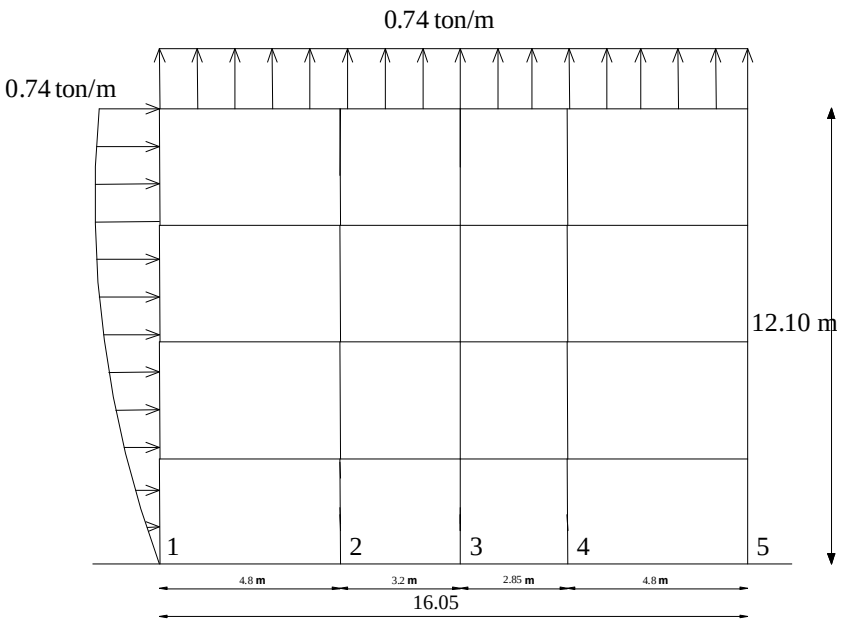
با توجه به اینکه، تا ارتفاع 10 متر، مقدارC_e =1.6 می باشد و طول ساختمان درجهت X، 9.90متر است، مقدارP و بار خطی جانبی زلزله تا ارتفاع 10 متر برابر است با:

$$P = C_e.C_q.q = 1.6 \times 1.4 \times 32 = 71.68 \ \frac{kg}{m^2} \qquad Q = p.A = 71.68 \frac{kg}{m^2} \times 9.9m = 709.63 \frac{kg}{m}$$

برای سقف چهارم، مقدارC_e تغییر می کند:(ارتفاع 12.10 متر.)

$$C_e(H) = C_e(12.10) = 1.6\left(\frac{12.10}{10}\right)^{0.24} = 1.67$$

$$P = C_e.C_q.q = 1.67 \times 1.4 \times 32 = 75.04 \ \frac{kg}{m^2} \qquad Q = p.A = 75.04 \frac{kg}{m^2} \times 9.90m = 742.90 \frac{kg}{m}$$



(شکل2-48) **بار باد درسطح واقع برمحورX**

2-4- **بارزلزله** :

نیروی جانبی زلزله موثر برسازه ساختمان را می توان با استفاده از روش تحلیل استاتیکی معادل و یا روشهای تحلیل دینامیکی محاسبه کرد. روش تحلیل استاتیکی معادل را در موارد زیر می توان به کاربرد:

الف- ساختمانهای منظم با ارتفاع کمتر از 50 متر از ترازپایه

ب- ساختمانهای نامنظم تا 5 طبقه ویا با ارتفاع کمتر از 18 متر از تراز پایه

ج- ساختمانهایی که درآنها سختی جانبی قسمت فوقانی به طورقابل ملاحظه ای کمتراز سختی جانبی قسمت تحتانی است به شرط آن که :

1- هریک از دو قسمت سازه به تنهایی منظم باشد.

2- سختی متوسط طبقات تحتانی حداقل ده برابر سختی متوسط قاب فوقانی باشد.

3- زمان تناوب اصلی نوسان کل سازه بیشتر از 1.1 برابر زمان تناوب اصلی قسمت فوقانی، بافرض اینکه، این قسمت جدا درنظرگرفته شده و پای آن گیردار فرض شود، نباشد.

دراین پروژه از تحلیل استاتیکی معادل استفاده می کنیم.

2-4-1- **روش تحلیل استاتیکی معادل** :

در این روش نیروی جانبی زلزله برطبق ضوابط این بند تعیین می گرددو به صورت استاتیکیِ رفت و برگشتی، به سازه اعمال می شود.

2-4-1- 1- نیروی برشی پایه V:

حداقل نیروی برشی پایه یا مجموع نیروهای جانبی زلزله در هریک از امتدادهای ساختمان با استفاده از رابطه ی زیر محاسبه می گردد :

$$V = CW$$ (رابطه ی 2-6) نیروی برش پایه تحت زلزله

که در این رابطه :

V : نیروی برشی در تراز پایه که طبق بند 2-3-2 آیین نامه 2800 زلزله تعریف می شود.

W :وزن کل ساختمان ، شامل تمام بار مرده و وزن تاسیسات ثابت به اضافه درصدی از بارزنده و بار برف که در جدول1، آیین نامه 2800 زلزله، مشخص شده است. این مقداربرای این پروژه با توجه به مسکونی بودن ساختمان برابر 20 درصد می باشد.

2-4-1-1-1- تعیین ضریب زلزله C:

C : ضریب زلزله که از رابطه ی زیر بدست می آید:

$$C = \frac{ABI}{R}$$ (رابطه ی 2-7) ضریب زلزله

دراین رابطه :

A : نسبت شتاب مبنای طرح (شتاب زلزله با شتاب ثقلg)

B :ضریب بازتاب ساختمان که با استفاده از طیف بازتاب طرح بدست می آید.

I :ضریب اهمیت ساختمان

R :ضریب رفتار ساختمان

تعیین نسبت شتاب مبنای طرح A :

طبق پیوست 1، آیین نامه 2800، نقشه پهنه بندی خطر نسبی زمین لرزه در ایران، شهر گنبد کاووس دارای پهنه با خطر نسبی زیاد می باشد، در نتیجه مقدار نسبت شتاب مبنای طرح آن برابر خواهد بود با: A=0.3

تعیین ضریب اهمیت ساختمان I :

طبق بند1-7، آیین نامه 2800، به دلیل مسکونی بودن، ساختمان مورد طرح از نوع ساختمان با «اهمیت متوسط» می باشد. در نتیجه درگروه بندی ضریب اهمیت ساختمان، طبق جدول 5 همان آیین نامه، دارای ضریب اهمیت 1 می باشد . I=1

تعیین ضریب رفتار ساختمان R :

نوع سیستم مقاوم ساختمان بتنی مورد نظر در برابر نیروی جانبی در جهت x و y به صورت قاب خمشی متوسط می باشد. درنتیجه طبق جدول6 آیین نامه 2800، می توان نتیجه گرفت که : $R_X=R_Y= 7$

تعیین زمان تناوب اصلی نوسان T :

زمان تناوب اصلی نوسان بسته به مشخصات ساختمان و ارتفاع آن از تراز پایه با استفاده از روابطی تجربی تعیین می گردد.طبق بند 2-3-6 آیین نامه 2800، نوع سیستم مقاوم ساختمان بتنی مورد نظر در برابر نیروی جانبی در جهت x و y به صورت قاب خمشی متوسط می باشد. در نتیجه مقادیر زمان تناوب اصلی نوسان برای هریک از این جهت ها، از رابطه زیر بدست می آید:

$$T_x = T_y = 0.07H^{\frac{3}{4}}$$ **(رابطه ی 2-8) زمان تناوب اصلی نوسان در جهت های مختلف**

$$T_x = 0.07H^{\frac{3}{4}} \rightarrow T_x = 0.07\times(12.1)^{\frac{3}{4}} = 0.45$$

$$T_y = 0.07H^{\frac{3}{4}} \rightarrow T_y = 0.07\times(12.1)^{\frac{3}{4}} = 0.45$$

تعیین ضریب بازتاب ساختمان B :

ضریب بازتاب ساختمان بیانگر نحوه ی پاسخ ساختمان به حرکت زمین است. این ضریب با استفاده از روابط و شکل های بند 2-3-4 آیین نامه ی 2800 محاسبه می گردد.

T_o, T_s, S : پارامتر هایی هستند که به نوع زمین و میزاخ خطر لرزه خیری منطقه وابسته اند. مقادیر این پارامتر ها، در جدول 3 آیین نامه 2800 و انواع زمین ها نیز طبق بند 2-3-5 همان آیین نامه مشخص شده اند .

بدین ترتیب با توجه به این که نوع زمین مورد طرح ، 3 و خطر نسبی زیاد زلزله وجود دارد، پارامترهای مورد نظربرابرخواهند بود با:

$$T_o = 0.15, T_s = 0.7 \xrightarrow[T_o \langle T_y \langle T_s]{T_o \langle T_x \langle T} S = 1.75$$

$$T_o \langle T_x \langle T_s \rightarrow B_x = S + 1 \rightarrow B_x = 1.75 + 1 = 2.75$$
$$T_o \langle T_y \langle T_s \rightarrow B_y = S + 1 \rightarrow B_x = 1.75 + 1 = 2.75$$

با توجه به رابطه ی 2-7، اکنون کلیه ی پارامتر های مورد نیاز جهت تعیین این مقدار در دو جهت را در فرمول $C = \frac{ABI}{R}$ جاگذاری کرده ومقادیر C_x و C_y را می یابیم.

$$R_x = R_y = 7 \rightarrow C_x = C_y = \frac{ABI}{R} = \frac{0.3 \times 2.75 \times 1}{7} = 0.1179$$

2-4-1- 2-1 -**تعیین مقدار W**:

در بخش مرکز جرم،مقدار جرم هرتراز طبقه (W_i)که شامل کل بار مرده به همراه 20 درصد از بار زنده آن طبقه است را محاسبه نموده ایم ، حال مقدار W کل ساختمان از مجموع این مقادیر بدست می آید را می یابیم.

جدول2-30 شامل خلاصه ای از مقادیر جرم هریک از طبقات می باشد که دربخش مرکز جرم محاسبه شده بود.

جدول(2-30) جرم هریک از طبقات ساختمان برای محاسبه نیروی برش پایه

نام تراز	جرم سقف (شامل کل بارمرده به همراه 20 درصد بارزنده) (kg)
طبقه اول (سقف اول)	174626
طبقه دوم (سقف دوم)	186114
طبقه سوم(سقف سوم)	186114
طبقه چهارم(سقف چهارم)	173205
مجموع (W) :	720059

نکته: با توجه به اینکه جرم خرپشته ، از 25 درصد سقف چهارم (بام) کمتر می باشد،بنابراین جرم خرپشته را به جرم سقف چهارم اضافه می کنیم.در جدول بالا مقدار جرم طبقه چهارم ،شامل مقدار جرم بدست آمده برای طبقه چهارم از بخش مرکز جرم به همراه مقدار جرم خرپشته می باشد. جدول 2-31، مربوط به محاسبه ی جرم خرپشته در ادامه آمده است.

جدول (2-31) محاسبه ی جرم خرپشته

نام اجزا	سطح(طول)(m^2 و m)	وزن واحد (kg/m^2)	جرم(kg)
@بخش اول : اثر بار مرده نصف ستونها ،تیرها، دیوارها،سقف و در خرپشته			
ستون 2B	1.05	366	384.3
ستون 2A	1.05	366	384.3
ستون 3A	1.05	366	384.3
ستون 3B	1.05	366	384.3
تیر محورA دهانه 2-3	2.45	366	896.7
تیر محورB دهانه 2-3	2.45	366	896.7
تیر محور2 دهانه A -B	3.5	366	1281
تیر محور3 دهانه A -B	3.5	366	1281
دیوار محورA دهانه 2-3	2.94	310	911.4
دیوار محورB دهانه 2-3	2.94	310	911.4
دیوار محور2 دهانه A -B	3.68	310	1140.8
دیوار محور3 دهانه A -B	2.52	310	781.2
در محور 3 دهانه A -B	1.16	35	40.6
سقف خرپشته	9.79	567.25	5553.378
@بخش دوم : اثر 20 درصد بار زنده برروی سقف خر پشته (بار واحد برای سقف برابر است با : 0.2×150=30 کیلوگرم برمتر مربع)			
	9.79	30	293.7

بنابراین جرم خرپشته (شامل کل بار مرده به همراه 20 درصد بار زنده) برابر 15525 کیلوگرم می باشد.

وزن کل بام (سقف چهارم) نیز که در قسمت محاسبه مرکز جرم بدست آمده برابر است با : 157680kg

مقدار 25 درصد وزن بام برابر با 39420kg می باشد،که این مقدار از وزن خرپشته، 15525kgبیشتربوده، بنابراین وزن خرپشته را نیز برروی سقف چهارم اعمال می کنیم:

وزن طبقه چهارم(تراز سقف چهارم) = 15525 + 157680 = 173205 کیلوگرم

حال می توان مقدار نیروی برشی در تراز پایه را در هر دو جهت یافت :

$$V_x = V_y = CW = 0.1179 \times 720059 = 84894.96 \;;\; 84895 \quad kg$$

2-1-4-2- توزیع نیروی جانبی زلزله در ارتفاع ساختمان :

نیروی برشی پایه V ، که طبق بند 2-3-1 آیین نامه 2800 زلزله بدست می آید ، مطابق رابطه ی زیر در ارتفاع ساختمان توزیع می گردد:

$$F_i = (V - F_t)\frac{W_i h_i}{\sum_{j=1}^{n} W_j h_j}$$ **(رابطه ی 2-9) توزیع نیروی زلزله در ارتفاع ساختمان**

در این رابطه :

F_i :نیروی جانبی در تراز طبقه i

W_i :وزن طبقه i شامل وزن سقف و قسمتی از سربار آن مطابق جدول (1) آیین نامه 2800و نصف وزن دیوارها و ستونهایی که در بالا و پایین سقف قرار گرفته اند. در این پروژه درصد مشارکت بارزنده ، با توجه به جدول 1 آیین نامه 2800 برای ساختمانهای مسکونی 20 درصد می باشد که در قسمت یافتن مرکز جرم ساختمان نیز، این مقدار مشارکت بارزنده برای یافتن جرم هریک از طبقات در نظر گرفته شده است.

h_i :ارتفاع تراز i،ارتفاع سقف طبقه i ، از تراز پایه

n :تعداد طبقات ساختمان از تراز پایه به بالا

F_t :نیروی جانبی اضافی در تراز سقف طبقه n که به وسیله رابطه ی زیر تعیین می شود :

$$F_t = 0.07TV$$ **(رابطه ی 2-10) نیروی جانبی اضافی در تراز سقف (نیروی شلاقی)**

نیروی F_t نباید بیشتر از $0.25V$ در نظر گرفته شودوچنانچه T برابر یا کوچکتر از 0.7 ثانیه باشد ، می توان آن را برابربا صفر اختیار نمود. با توجه به مقادیر دوره تناوب بدست آمده ، $T_x = T_y = 0.45$ مقدار نیروی شلاقی F_t برابر صفر درنظر گرفته می شود.

تبصره : در صورتی که ساختمان دارای خرپشته با وزن کمتر از 25 درصد وزن بام باشد ، نیروی F_t در تراز بام اعمال خواهد شد و در غیر اینصورت ، نیروی F_t در تراز سقف خرپشته اثر داده می شود.

با تعیین پارا مترهای مختلف رابطه ی 2-9، می توان مقدار نیروی زلزله را، در هر تراز(سقف) بدست آورد .

برای مثال مقدار سهم سقف اول، از نیروی جانبی زلزله در جهت x (قاب خمشی) به صورت زیر محاسبه می گردد:

$$V_x = V_y = CW = 0.1179 \times 720059 = 84894.96 \;;\; 84895 \quad kg$$

$$F_1 = (V_x - F_t)\frac{W_1 h_1}{\sum_{j=1}^{4} W_j h_j} = (84895 - 0)\frac{488952.8 \times 2.80}{5357832.8} = 7747.47 \quad kg$$

با توجه به برابر بودن مقدار نیروی برشی تراز پایه ، در هر دو جهت x و y مقدار سهم سقف اول از نیروی جانبی زلزله درجهت y نیز برابر مقدار بالا خواهد بود. در ادامه، نتایج حاصل از توزیع نیروی زلزله برای سایر تراز ها درجداول شماره2-32و 2-33، ذکر شده است. در این جداول ارتفاع بر حسب متر ، نیروها در واحد کیلوگرم می باشند.

$$\sum_{j=1}^{4} W_j h_j = W_1 h_1 + W_2 h_2 + W_3 h_3 + W_4 h_4$$

$$\sum_{j=1}^{4} W_j h_j = (174626 \times 2.80) + (186114 \times 5.90) + (186114 \times 9) + (173205 \times 12.10) = 5357832.8$$

جدول(2-32)توزیع نیروی زلزله در تراز طبقات در جهت X

شماره سقف	h_i	w_i	$w_i h_i$	F_{ix}	تجمعی V_{ix}
1	2.80	174626	488952.8	7747.47	7747.47
2	5.90	186114	1098073	17399	25146.47
3	9	186114	1675026	26540.83	51687.30
4	12.10	173205	2095781	33207.7	84895
مجموع		720059	5357832.8		

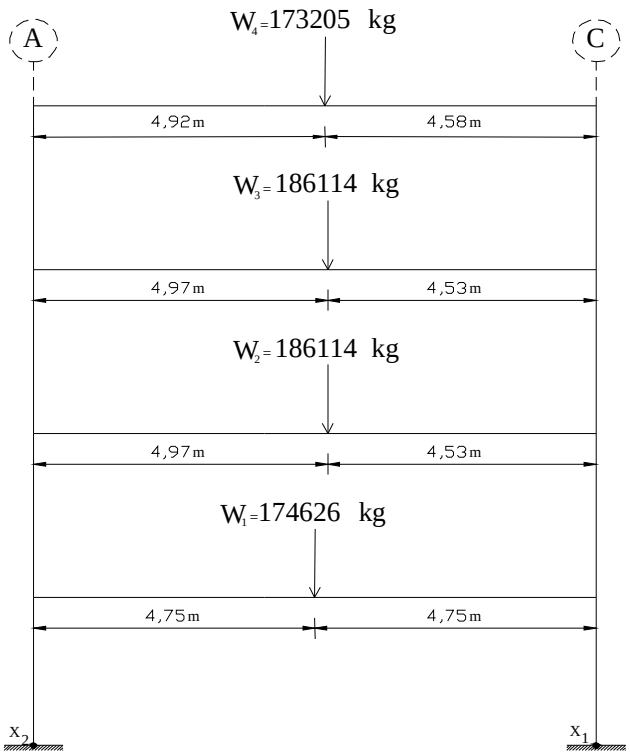
برای توزیع نیروی زلزله در تراز طبقات در جهت y ، کافی است در رابطه ی بالا، ازV_y به جای V_x استفاده کنیم و جدول را مشابه نمونه ی حل شده تکمیل نماییم.طبق جدول، مشاهده می کنیم که بدلیل برابر بودن مقادیر برش پایه در دو جهت x و y ، مقادیر نیروی توزیع شده دریک تراز یکسان در دو جهت با هم برابر است .

برای مثال می توان گفت : $F_{1x} = F_{1y} = 7747.47 \ \ kg$

جدول(2-33)توزیع نیروی زلزله در تراز طبقات در جهت Y

شماره سقف	h_i	w_i	$w_i h_i$	F_{iy}	تجمعی V_{iy}
1	2.80	174626	488952.8	7747.47	7747.47
2	5.90	186114	1098073	17399	25146.47
3	9	186114	1675026	26540.83	51687.30
4	12.10	173205	2095781	33207.7	84895
مجموع		720059	5357832.8		

2-4-1-3- بررسی واژگونی در برابر نیروی زلزله :



(شکل2-49) بررسی واژگونی دربرابرنیروی جانبی زلزله

در شکل 2-49 نقطه ی X_2 همان نقطه ی مبدا، جهت تعیین مرکز جرم ساختمان می باشد. و فواصل افقی هریک از جرمهای طبقات از این نقاط در واقع همان مقادیر X مرکز جرم هریک از طبقات می باشد،فاصله ی هر یک از این نیروها از نقطه ی X_1 نیز،از تفاضل مقدار مرکز جرم طبقه و فاصله ی کل دهانه ی محور های A و C که برابر 9.5 متر می باشد، است .واژگونی در جهت X به جهت کوتاه تر بودن بعد ساختمان بحرانی تر است . بنابراین به بررسی واژگونی در این راستا می پردازیم:

2-4-1-3-1- **محاسبه ی لنگر مقاوم** :

در ابتدا به محاسبه ی لنگر های مقاوم که از مجموع لنگر های هر یک از وزنهای سقف اول تا چهارم، حول نقاط X_1 و X_2 بدست می آید، می پردازیم و از بین این دو لنگر، مقدار کمتر را به عنوان مقدار لنگر مقاوم بحرانی انتخاب می کنیم. دلیل این امر این است که با توجه به تعریف ضریب اطمینان واژگونی، لنگر مقاوم در صورت کسر قراردارد و با انتخاب لنگرمقاوم کمتر می توانیم، ضریب اطمینان بحرانی تر را بیابیم. با توجه به فواصل هریک از بارهای طبقات و فاصله ی افقی آنها از نقاط X_1 و X_2 واضح است که مجموع لنگر تولیدی بارهای طبقات، حول نقطه ی X_1 کمتر است. بنابراین فقط به محاسبه ی لنگر مقاوم حول این نقطه می پردازیم.

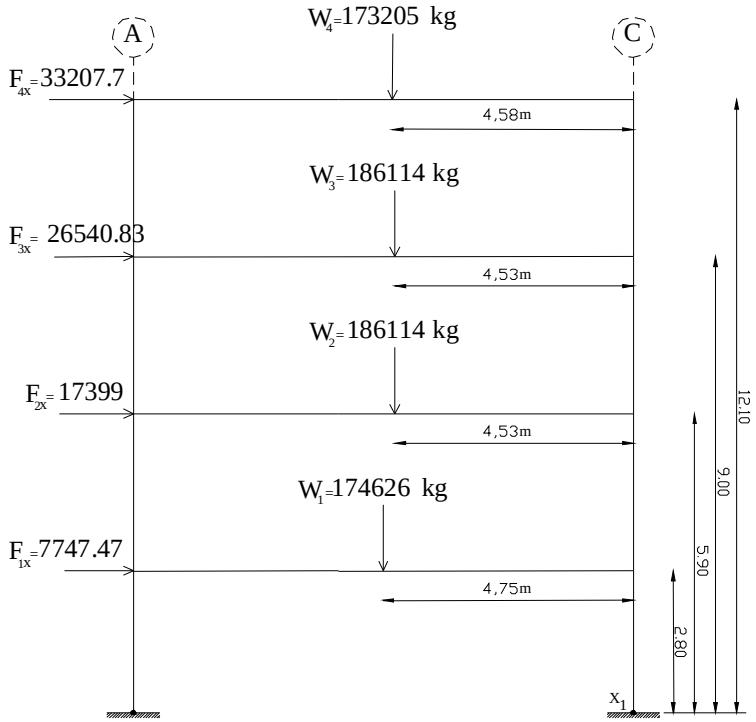
محاسبه ی لنگر مقاوم حول نقطه ی X_1 :

$$(174626\times4.75)+(186114\times4.53)+(186114\times4.53)+(173205\times4.58)=3277512.56 \quad kg.m$$

2-4-1-3-1- 2- **محاسبه ی لنگر محرک**:

محاسبه ی لنگر محرک حول نقطه ی X_1 :

در این مرحله لنگر هریک از نیروی های جانبی ناشی از زلزله را حول نقطه ی X_1 بدست می آوریم. این نیروها دراثر توزیع نیروی برشی پایه در تراز طبقات بدست آمده و در تصویر زیر دارای واحد کیلوگرم می باشند.



(شکل2-50) بررسی لنگر مقاوم ومحرک حول نقطه ی X_1

لنگر محرک حول نقطه ی X_1 :

$$(7747.47\times 2.8)+(17399\times 5.9)+(26540.83\times 9)+(33207.7\times 12.10)=765027.66 \ \ kg.m$$

2-4-1-3- 3- **محاسبه ی ضریب اطمینان واژگونی** :

$$\text{ضریب اطمینان واژگونی} = \frac{\text{لنگر مقاوم}}{\text{لنگر محرک}} = \frac{3277512.56}{765027.66} = 4.28>1.75$$

طبق بند 2-3-11 آیین نامه 2800،ضریب اطمینان در مقابل واژگونی، نسبت لنگر مقاوم به لنگر واژگونی، باید حداقل برابر با 1.75 اختیار گردد.

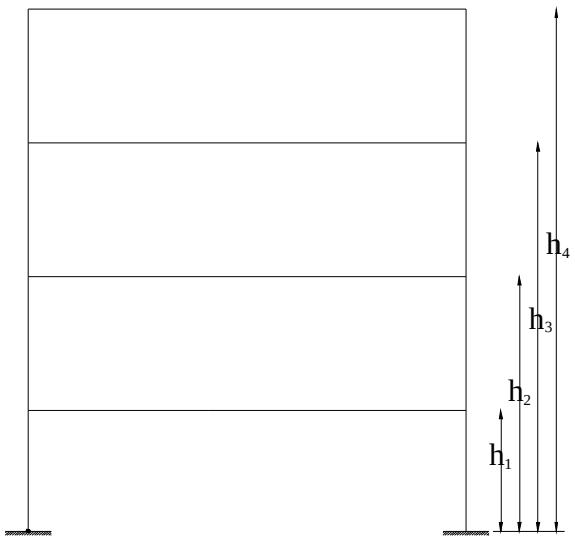
2-4-1-4- تقسیم نیروی جانبی زلزله در جهت X بین قابهای قابهای خمشی:

2-4-1-4-1- تعیین سختی قاب خمشی :

الف : سختی طبقه اول (اتصال ستون به فونداسیون گیرداراست.)

$$K_1=\frac{24E}{h_1\left(\frac{2}{\sum K_C}+\frac{1}{\sum K_b+\frac{\sum K_C}{12}}\right)}$$

(رابطه ی 2-11) سختی طبقه اول



(شکل 2-51) ارتفاع ترازهای مختلف طبقات تا تراز پایه

h : ارتفاع سازه تا تراز پایه

E : مدول الاستیسیته تیر وستون

K_C : مقدار سختی ستون در طبقه اول

K_b : مقدار سختی تیرها در طبقه اول (سقف)

$$K_b=\frac{I_b}{L_b} \quad \text{و} \quad K_C=\frac{I_C}{L_C}$$

$\sum K_C$: مجموع سختی ستونهای محور 1 طبقه اول

ب : سختی طبقات

$$K_i=\frac{24E}{h_i^2\left(\frac{2}{\sum K_C}+\frac{1}{\sum K_{bb}}+\frac{1}{\sum K_{bt}}\right)}$$

(رابطه ی 2-12) سختی طبقات

رابطه ی2-12، فقط در یک طبقه (هریک از طبقات جداگانه)و با ارتفاع فقط همان طبقه (h_i) در سازه قابل استفاده می باشد.با توجه به سطح باربری هریک از قابهاو فرمولهای سختی قاب خمشی ،سهم هر قاب خمشی از نیروی جانبی زلزله برابر است با :سهم قابهای 1و 5 برابر 16.75 درصد ، سهم قابهای 2و 4 برابر برابر 20.75 درصد و سهم قاب محور25درصد می باشد.اکنون با توجه به سهم هر قاب از نیروی جانبی زلزله ، نیروی جانبی وارد برهر قاب را، در ترازهر طبقه بدست می آوریم. برای محاسبه ی سهم هر قاب از نیروی برشی در هر طبقه، مقدار F_{ix} را در درصد سهم هر قاب ، ضرب می کنیم. برای تبدیل اعداد از واحد کیلوگرم به تن ،حاصل رابر 1000 تقسیم می کنیم.

$$\text{سهم هر قاب از نیروی برشی} = \frac{\text{درصد سهم هر قاب} \times \text{نیروی برشی هر تراز} F_{ix}}{1000}$$

(رابطه ی 2-13) سهم هر قاب از نیروی برش در جهت X

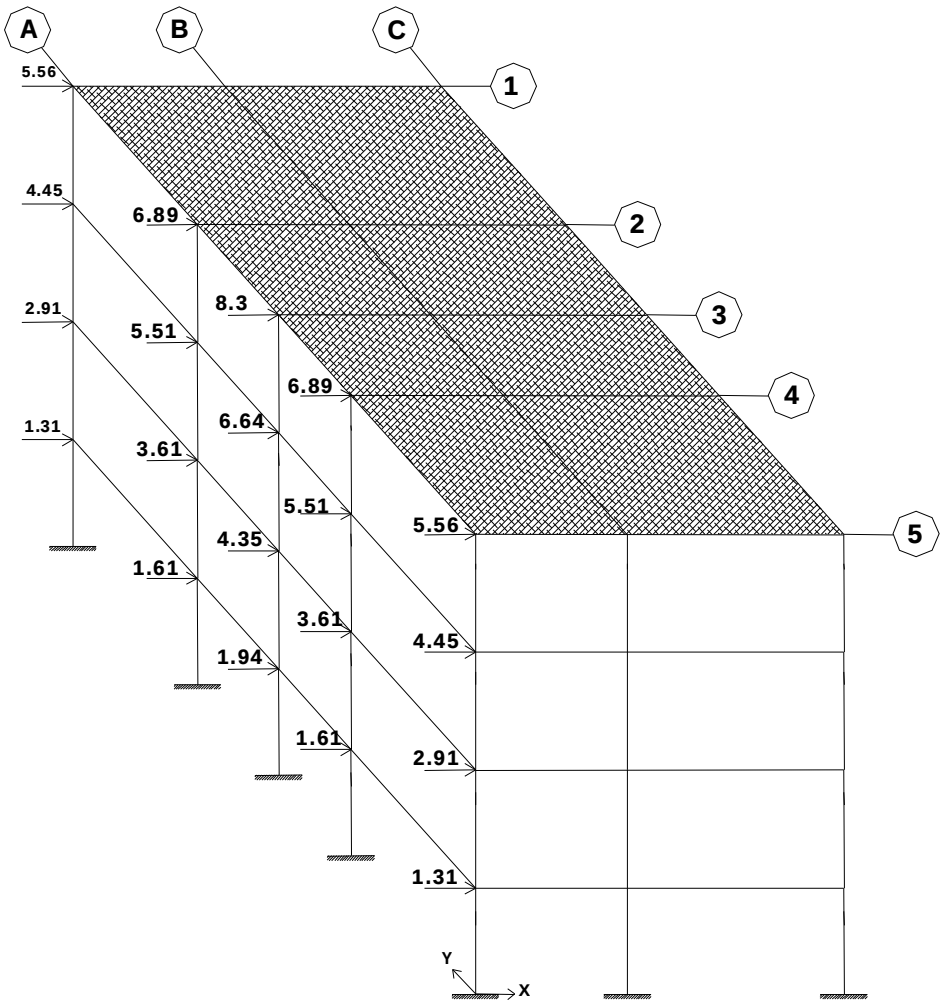
به عنوان مثال: سهم تراز سقف اول قاب محور1 به صورت زیر برابر 1.30 تن محاسبه شده است :

$$\text{سهم تراز سقف اول } (F_{1x}) \text{ قاب } 1 = \frac{7747.47 \times 0.275}{1000} = 2.13 \text{ تن}$$

جدول (2-34) توزیع نیروی زلزله در جهت X

طبقه (شماره سقف)	نیروی جانبی هر طبقه F_{ix} (Kg)	درصد هر قاب از نیروی جانبی زلزله			سهم ترازهای مختلف هر قاب از نیروی جانبی زلزله(ton)		
		قاب های 1و5	قاب های 2و4	قاب3	قاب های 1و5	قاب های 2و4	قاب3
1	7747.47	16.75 %	20.75 %	25 %	1.30	1.61	1.94
2	17399	16.75 %	20.75 %	25 %	2.91	3.61	4.35
3	26540.83	16.75 %	20.75 %	25 %	4.45	5.51	6.64
4	33207.7	16.75 %	20.75 %	25 %	5.56	6.89	8.30

طرحی از، توزیع نیروی زلزله برروی قابهای خمشی جهت (X) نشان داده شده است. (واحد تمام نیروها تن می باشد.)



(شکل2-52) نحوه ی توزیع نیروی جانبی زلزله در تراز سقفهای قاب های خمشی جهت X

2-4-1-5- تقسیم نیروی جانبی زلزله در جهت Y بین قابهای قابهای خمشی:

با توجه به سطح باربری هریک از قابهاو فرمولهای سختی قاب خمشی، سهم هر قاب خمشی از نیروی جانبی زلزله برابر است با: سهم قاب A، 27.5 درصد، سهم قاب B،40 درصد و سهم قاب C برابر 32.5

اکنون با توجه به سهم هر قاب از نیروی جانبی زلزله، نیروی جانبی وارد برهر قاب را، در ترازهر طبقه بدست می آوریم.برای محاسبه ی سهم هر قاب از نیروی برشی در هر طبقه، مقدار F_{iy} را در درصد سهم هر قاب، ضرب می کنیم. برای تبدیل اعداد، از واحد کیلوگرم به تن ،حاصل رابر 1000 تقسیم می کنیم.

$$\text{سهم هر قاب از نیروی برشی} = \frac{\text{درصد سهم هر قاب} \times \text{نیروی برشی هر تراز } F_{iy}}{1000}$$

رابطه ی(2-14) سهم هر قاب از نیروی برش در جهت Y

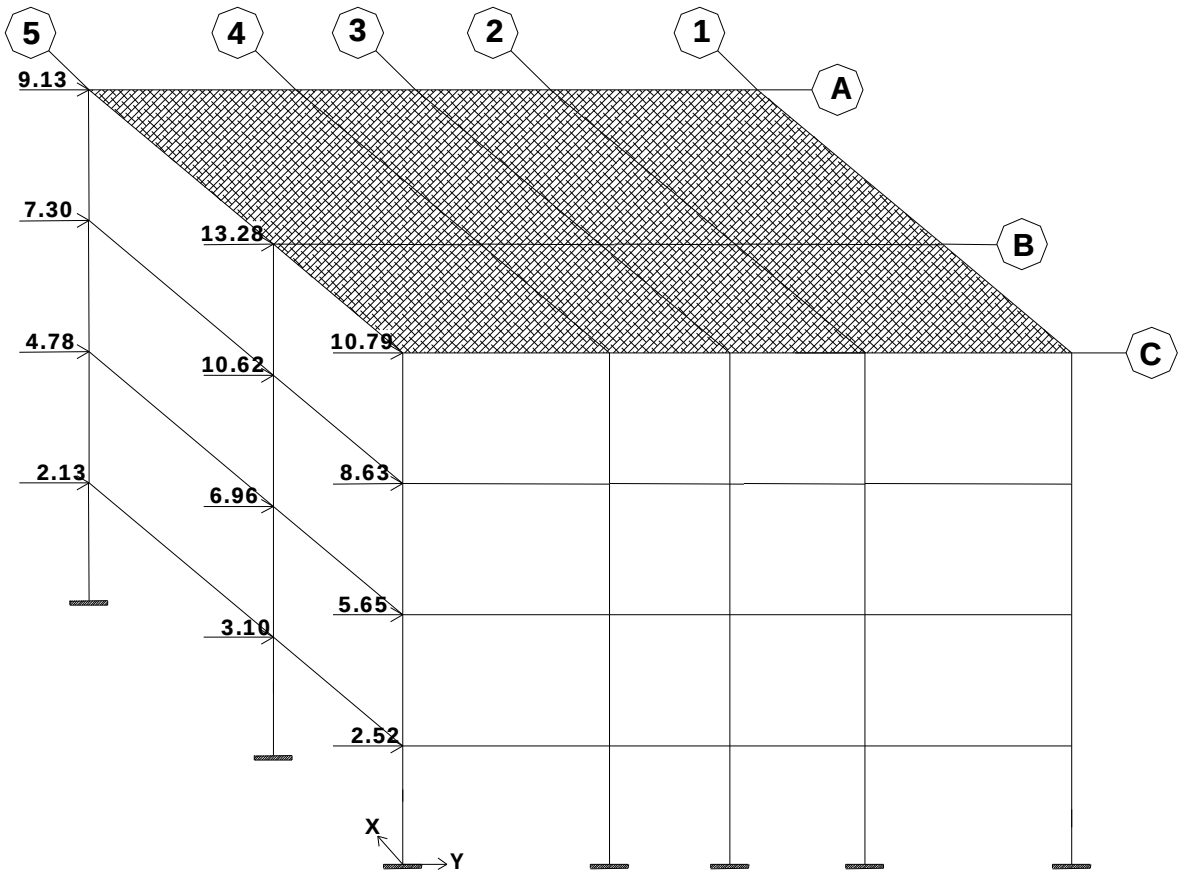
به عنوان مثال سهم تراز سقف اول قاب A به صورت زیر برابر 2.13 تن محاسبه شده است :

$$\text{سهم تراز سقف اول } (F_{1y}) \text{ قاب A} = \frac{7747.47 \times 0.275}{1000} = 2.13 \text{ تن}$$

جدول(2-35) توزیع نیروی زلزله در جهت Y

طبقه (شماره سقف)	نیروی جانبی هر طبقه F_{iy} (Kg)	درصد هر قاب از نیروی جانبی زلزله			سهم ترازهای مختلف هر قاب از نیروی جانبی زلزله(ton)		
		قاب A	قاب B	قاب C	قاب A	قاب B	قاب C
1	7747.47	27.5 %	40 %	32.5 %	2.13	3.10	2.52
2	17399	27.5 %	40 %	32.5 %	4.78	6.96	5.65
3	26540.83	27.5 %	40 %	32.5 %	7.30	10.62	8.63
4	33207.7	27.5 %	40 %	32.5 %	9.13	13.28	10.79

طرحی از، توزیع نیروی زلزله برروی قابهای خمشی جهت (Y) نشان داده شده است. (واحد تمام نیروها تن می باشد.)



(شکل1-53) نحوه ی توزیع نیروی جانبی زلزله در تراز سقفهای قاب های خمشی جهت Y

با مقایسه ی نیروهای جانبی بدست آمده در بخشهای 2-4-1-4 و 2-4-1-5 (نیروهای جانبی حاصل زلزله در تراز طبقات) با مقدارحداکثر نیروی بدست آمده باد، در بخشهای 2-3-3-1 و 2-3-3-2(نیروهای جانبی حاصل از باد)،نتیجه می گیریم بار زلزله بحرانی تر است و در ادامه طراحی ها براساس فقط بار زلزله صورت خواهد گرفت.

2-4-1-6- **مرکز سختی و اثر پیچش** :

جهت یافتن مرکز سختی، مقادیر فاصله ی سختی هریک از قابها را از مبدا مختصات که در قسمت مرکز جرم تعریف شده است،را درمقدار سختی قابها، ضرب می کنیم. و نتیجه را برمجموع سختی ها تقسیم می کنیم.

$$\bar{X}_C = \frac{\sum K\bar{x}}{\sum K} \quad , \quad \bar{Y}_C = \frac{\sum K\bar{y}}{\sum K}$$

رابطه ی(2-15) مرکز سختی

$$\overline{X} = \frac{(27.5\times 0.2)+(40\times 4.10)+(32.50\times 9.7)}{27.5+40+32.50} = 4.85 \ \ m$$

$$\overline{Y} = \frac{(16.75\times 0.2)+(16.75\times 15.85)+(20.75\times 11.05)+(20.75\times 5)+(25\times 7.85)}{16.75+16.75+20.75+20.75+25} = 7.98 \ \ m$$

طبق بند 2-3-10-4 آیین نامه 2800زلزله، در ساختمانهای تا 5 طبقه و کوتاهتر از هجده متر، در مواردی که برون مرکزی نیروی جانبی طبقه در طبقات بالاتر از هر طبقه کمتر از 5 درصد بعد ساختمان در آن طبقه در امتداد عمود بر نیروی جانبی باشد،محاسبه ی ساختمان در برابر لنگرپیچشی الزامی نیست.

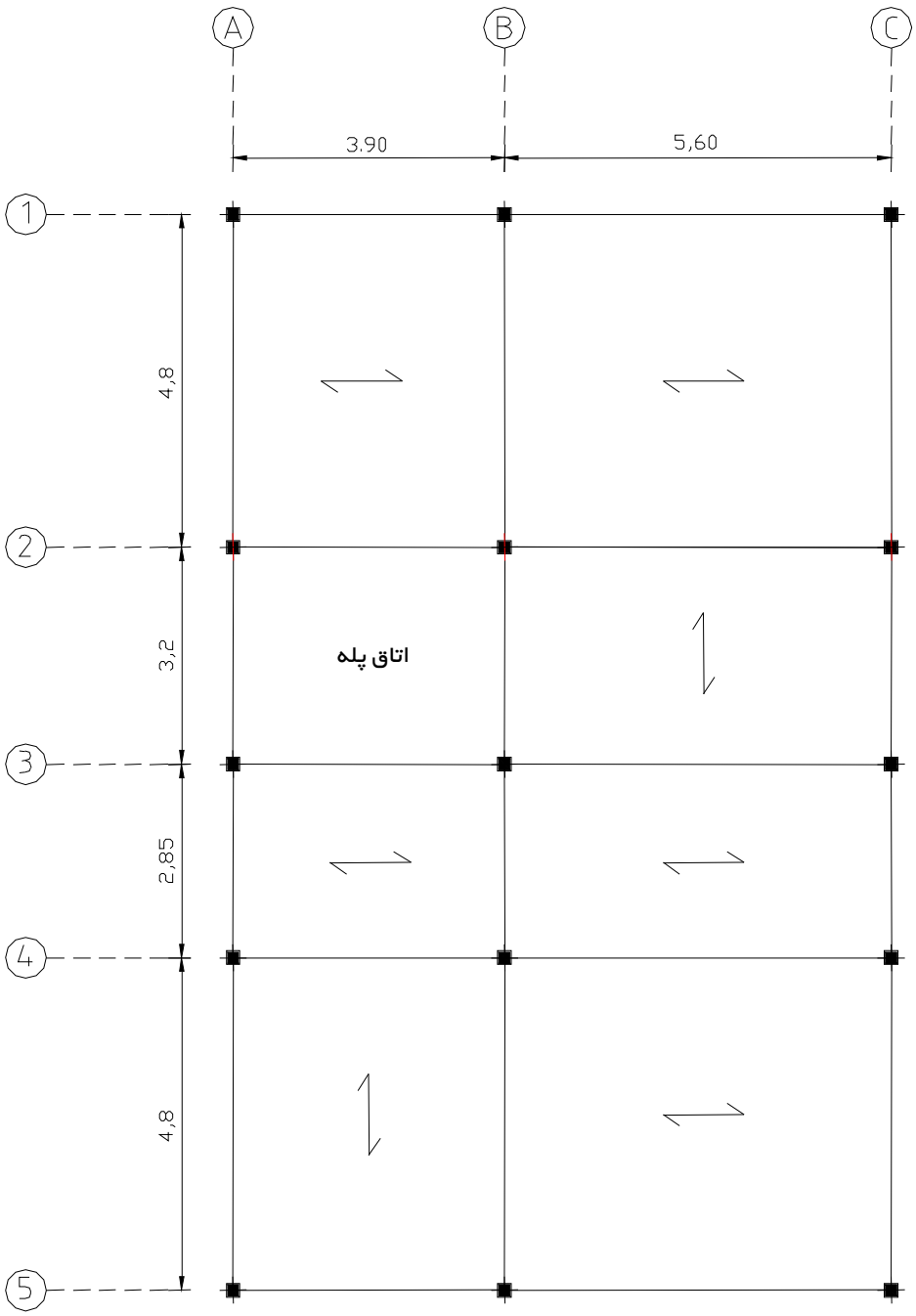
بند 1-5-3 آیین نامه 2800 :

عناصر مقاوم در برابر نیروی افقی ناشی از زلزله به صورتی در نظر گرفته شوند که پیچش ناشی از این نیروها در طبقات به حداقل برسد.برای این منظور مناسب اسست فاصله ی مرکز جرم و مرکز سختی در طبقه در هر امتداد ، کمتر از 5 درصد بعد ساختمان در آن امتداد گردد.

طبق بندهای فوق، مرکز جرم و سختی بدست آمده طبقات ، اثر پیچش درساختمان در نظرگرفته نمی شود.

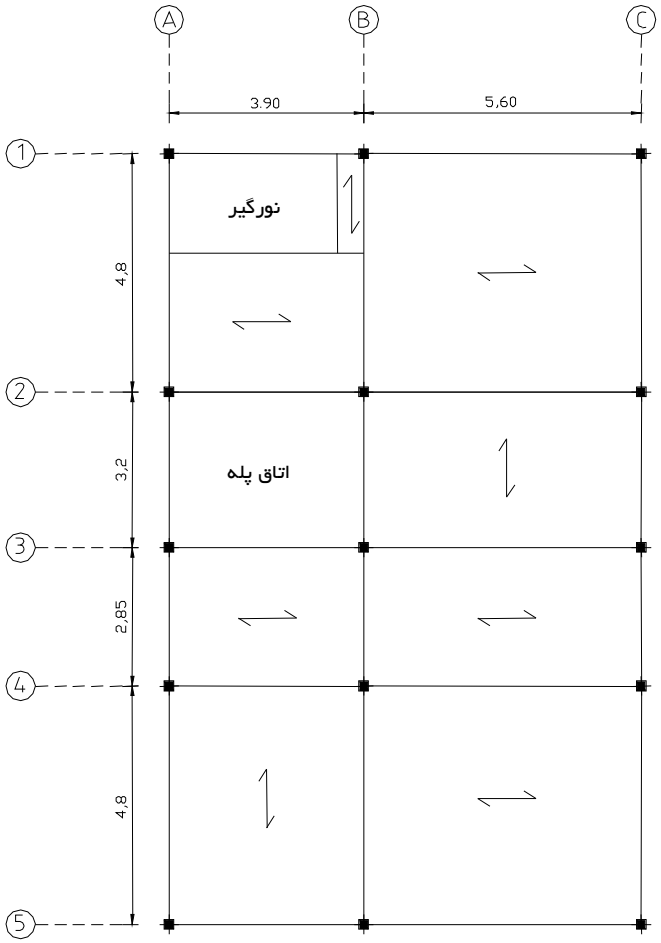
2- 5- بارگذاری قابها :

2-5-1: پلان تیر ریزی سقف اول :



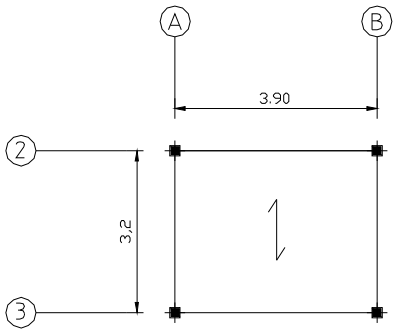
(شکل2-54) تیرریزی سقف اول

2-5-2: پلان تیر ریزی سقفهای دوم،سوم و چهارم:



(شکل2-55) تیرریزی سقف دوم،سوم وچهارم

2-5-3: پلان تیر ریزی خرپشته:



(شکل2-56) تیر ریزی سقف خرپشته

2- 5-4- **بارگذاری قاب محور**1:

2-5-4-1- **دهانه A-B**:

سقف چهارم: در این سقف و پلان بار مرده و زنده در دو فاصله ی 3.35 متری و 0.55 متری به صورت زیر است.

فاصله ی 3.35 متری :

$$DL = \left(0.8(m) \times 271(kg/m^2)\right) + 366\frac{kg}{m^2} = 582.8\frac{kg}{m} \qquad , \qquad LL = 0$$

فاصله ی 0.55متری :

$$DL = \left(0.8(m) \times 271(\frac{kg}{m^2})\right) + \left(\frac{2.05}{2}(m) \times 567.25(\frac{kg}{m^2})\right) + 366\frac{kg}{m^2} = 1164.23\frac{kg}{m}$$
$$LL = \left(\frac{2.05}{2}(m) \times 150(\frac{kg}{m^2})\right) = 153.75\frac{kg}{m}$$

سقف سوم: در این سقف و پلان بار مرده و زنده در دو فاصله ی 3.35 متری و 0.55 متری به صورت زیر است.

فاصله ی 3.35 متری :

$$DL = \left(2.7(m) \times 271(\frac{kg}{m^2})\right) + 366\frac{kg}{m^2} = 1097.7\frac{kg}{m} \qquad , \qquad LL = 0$$

فاصله ی 0.55متری :

$$DL = \left(2.7(m) \times 271(\frac{kg}{m^2})\right) + \left(\frac{2.05}{2}(m) \times 552.25(\frac{kg}{m^2})\right) + \left(\frac{2.05}{2}(m) \times 210.27(\frac{kg}{m^2})\right) + 366\frac{kg}{m^2} = 1924.28\frac{kg}{m}$$
$$LL = \left(\frac{2.05}{2}(m) \times 200(\frac{kg}{m^2})\right) = 205\frac{kg}{m}$$

سقف دوم : بار گذاری این سقف دقیقاً مشابه سقف سوم است.

سقف اول : با توجه به جهت بارگذاری در سقف اول کل بار به تیرهای محور A و B بین دو محور افقی 1 و 2 داده می شود.

$$DL = \left(2.7(m) \times 271(\frac{kg}{m^2})\right) + 366\frac{kg}{m^2} = 1097.7\frac{kg}{m} \quad , \quad LL = 0$$

2-5-4-2- **دهانه B-C**:

سقف چهارم : در ادامه از ذکر واحد ها خودداری می کنیم.تمامی بارها به صورت خطی دارای واحد کیلوگرم بر متر هستند.

$$DL = (0.8 \times 271) + 366 = 582.8 \quad , \quad LL = 0$$

سقف سوم :

فاصله ی1.95 متری :(نوع دیوار20سانتی سیمان کاری ، کاشی کاری است.)

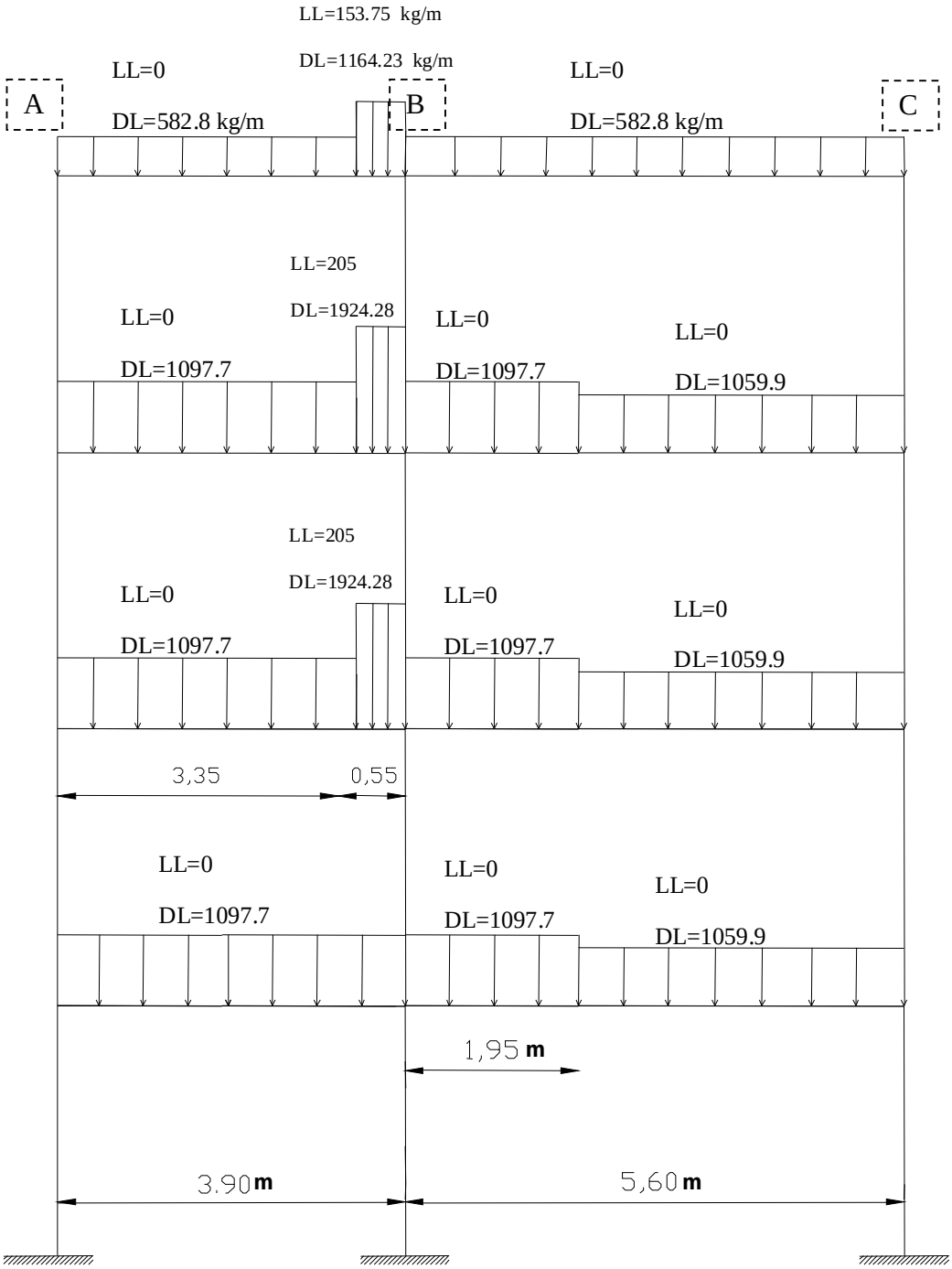
$$DL = (2.7 \times 271) + 366 = 1097.7 \quad , \quad LL = 0$$

فاصله ی3.65 متری :(نوع دیوار20سانتی سیمان کاری ، گچ کاری است.)

$$DL = (2.7 \times 257) + 366 = 1059.9 \quad , \quad LL = 0$$

سقف دوم و سقف اول دارای بارگذاری مشابه سقف سوم هستند.

درادامه، شکل2-57 بارگذاری قاب محور1را نشان می دهد. تمامی بارهای خطی دارای واحد کیلوگرم برمترهستند.



(شکل2-57)بارگذاری قاب محور1

2- 5-5- **بارگذاری قاب محور**2:

2-5-5-1- **دهانه A-B**:

سقف خرپشته :

$$DL = (\frac{3.2}{2} \times 567.25) + 366 = 1273.6 \quad , \quad LL = (\frac{3.2}{2} \times 150 = 240)$$

سقف چهارم:

فاصله ی 2.8 متری :

$$DL = (2.10 \times 310) + 366 = 1017 \quad , \quad LL = 0$$

فاصله ی 1.1 متری (در) :

$$DL = (2.10 \times 20) + 366 = 408 \quad , \quad LL = 0$$

سقف سوم:

فاصله ی 2.8 متری :

$$DL = (2.7 \times 313) + 366 = 1211.1 \quad , \quad LL = 0$$

فاصله ی 1.1 متری(در):

$$DL = (2.7 \times 20) + 366 = 420 \quad , \quad LL = 0$$

سقف دوم و سقف اول: دارای بارگذاری مشابه سقف سوم هستند.

2-5-5-2- **دهانه B-C**:

سقف چهارم:

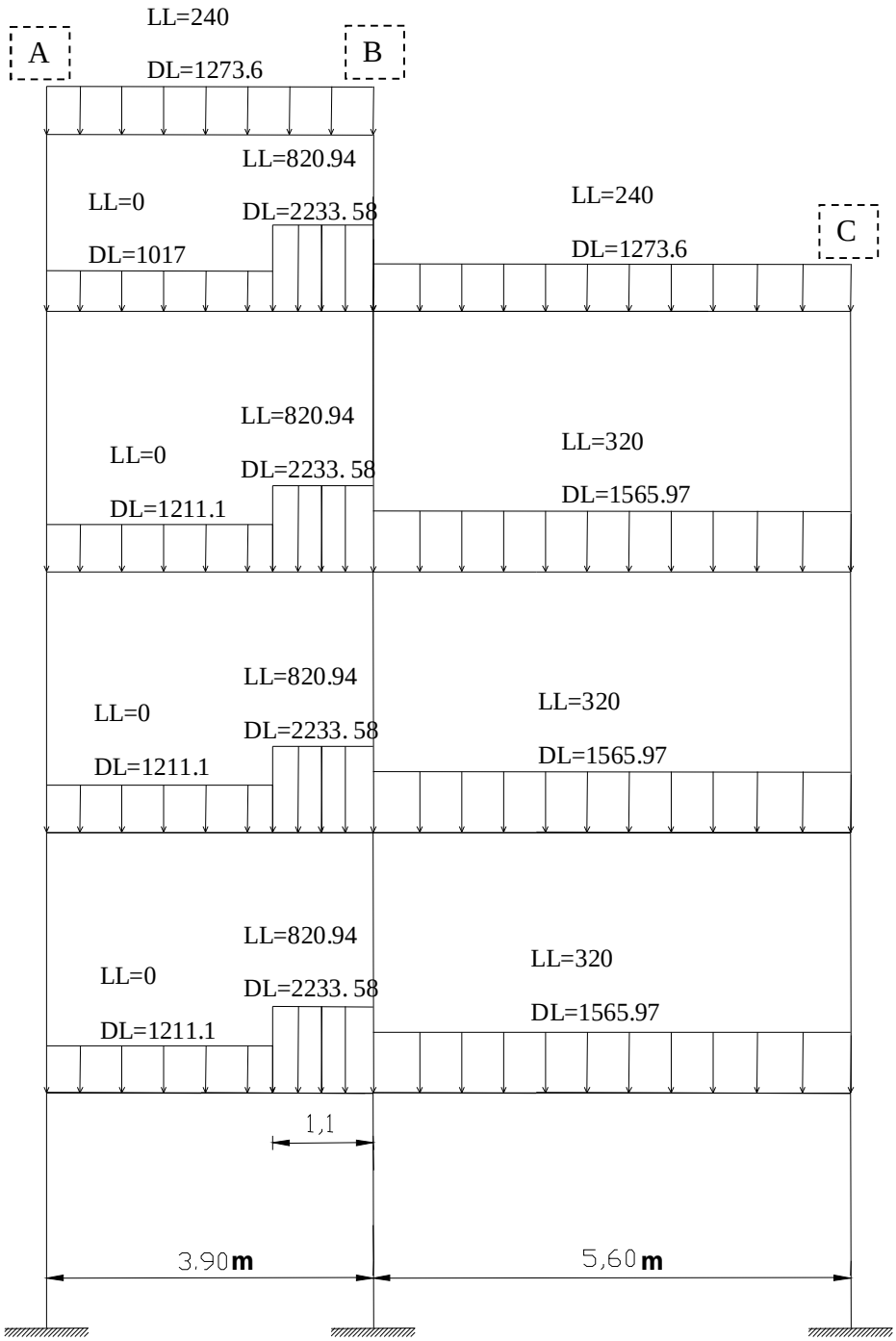
$$DL = (\frac{3.2}{2} \times 567.25) + 366 = 1273.6 \quad , \quad LL = (\frac{3.2}{2} \times 150 = 240)$$

سقف سوم :

$$DL = (\frac{3.2}{2} \times 552.25) + (\frac{3.2}{2} \times 197.73) + 366 = 1565.97 \quad , \quad LL = (\frac{3.2}{2} \times 200 = 320)$$

سقف دوم و سقف اول: دارای بارگذاری مشابه سقف سوم هستند.

درادامه، شکل 2-58، بارگذاری قاب محور 2 را نشان می دهد.



(شکل2-58) بارگذاری قاب محور2

2- 5-6- **بارگذاری قاب محور**3 :

2-5-6-1- **دهانه A-B**:

سقف خرپشته :

$$DL = (\frac{3.2}{2} \times 567.25) + 366 = 1273.6 \quad , \quad LL = (\frac{3.2}{2} \times 150 = 240)$$

سقف چهارم:

فاصله ی 2.8 متری :

$$DL = (2.1 \times 310) + 366 = 1017 \quad , \quad LL = 0$$

فاصله ی 1.1 متری :

$$DL = (2.1 \times 35) + 366 = 439.5 \quad , \quad LL = 0$$

سقف سوم :

فاصله ی 2.8 متری:

$$DL = (2.7 \times 327) + 366 = 1248.9 \quad , \quad LL = 0$$

فاصله ی 1.1 متری(در):

$$DL = (2.7 \times 20) + 366 = 420 \quad , \quad LL = 0$$

سقف دوم و سقف اول: دارای بارگذاری مشابه سقف سوم هستند.

2-5-6-2- **دهانه B-C**:

سقف چهارم:

$$DL = (\frac{3.2}{2} \times 567.25) + 366 = 1273.6 \quad , \quad LL = (\frac{3.2}{2} \times 150 = 240)$$

سقف سوم:

فاصله ی 2.5 متری:

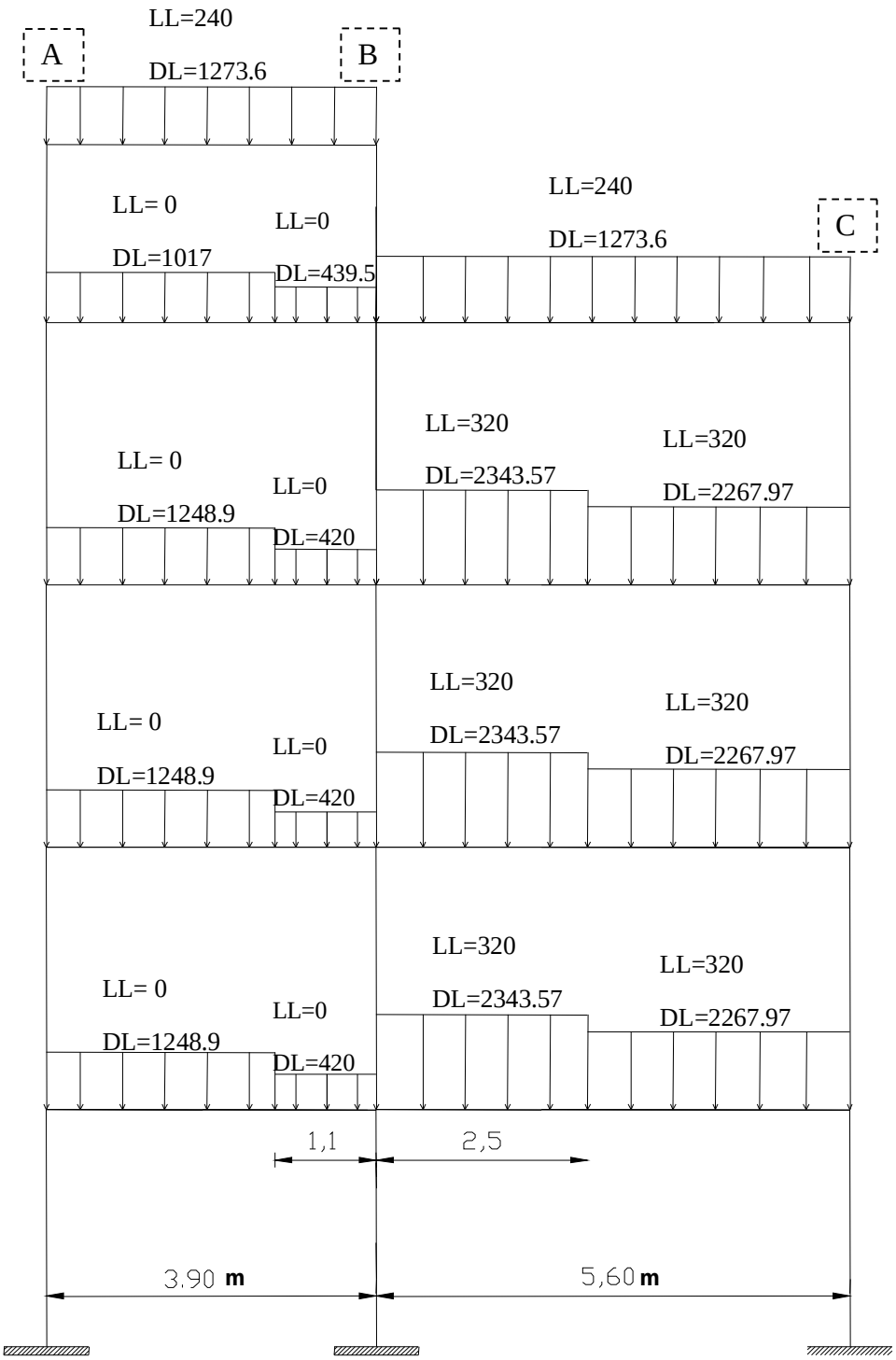
$$DL = (\frac{3.2}{2} \times 552.25) + (\frac{3.2}{2} \times 197.73) + (2.7 \times 288) + 366 = 2343.57$$
$$LL = (\frac{3.2}{2} \times 200) = 320$$

فاصله ی 3.1 متری :

$$DL = (\frac{3.2}{2} \times 552.25) + (\frac{3.2}{2} \times 197.73) + (2.7 \times 260) + 366 = 2267.97$$
$$LL = (\frac{3.2}{2} \times 200) = 320$$

سقف دوم و سقف اول: دارای بارگذاری مشابه سقف سوم هستند.

درادامه، شکل 2-59 بارگذاری قاب محور 3 را نشان می دهد.



(شکل2-59) بارگذاری قاب محور3

2-5-7- **بارگذاری قاب محور** 4 :

2-5-7-1- **دهانه A-B**:

سقف چهارم :

$$DL = (\frac{4.9}{2} \times 567.25) + 366 = 1755.76 \quad , \quad LL = (\frac{4.9}{2} \times 150) = 367.5$$

سقف سوم :

$$DL = (\frac{4.9}{2} \times 552.25) + (\frac{4.9}{2} \times 65.06) + 366 = 1878.41 \quad , \quad LL = (\frac{4.9}{2} \times 200) = 490$$

سقف دوم و سقف اول: دارای بارگذاری مشابه سقف سوم هستند.

2-5-7-2- **دهانه B-C**:

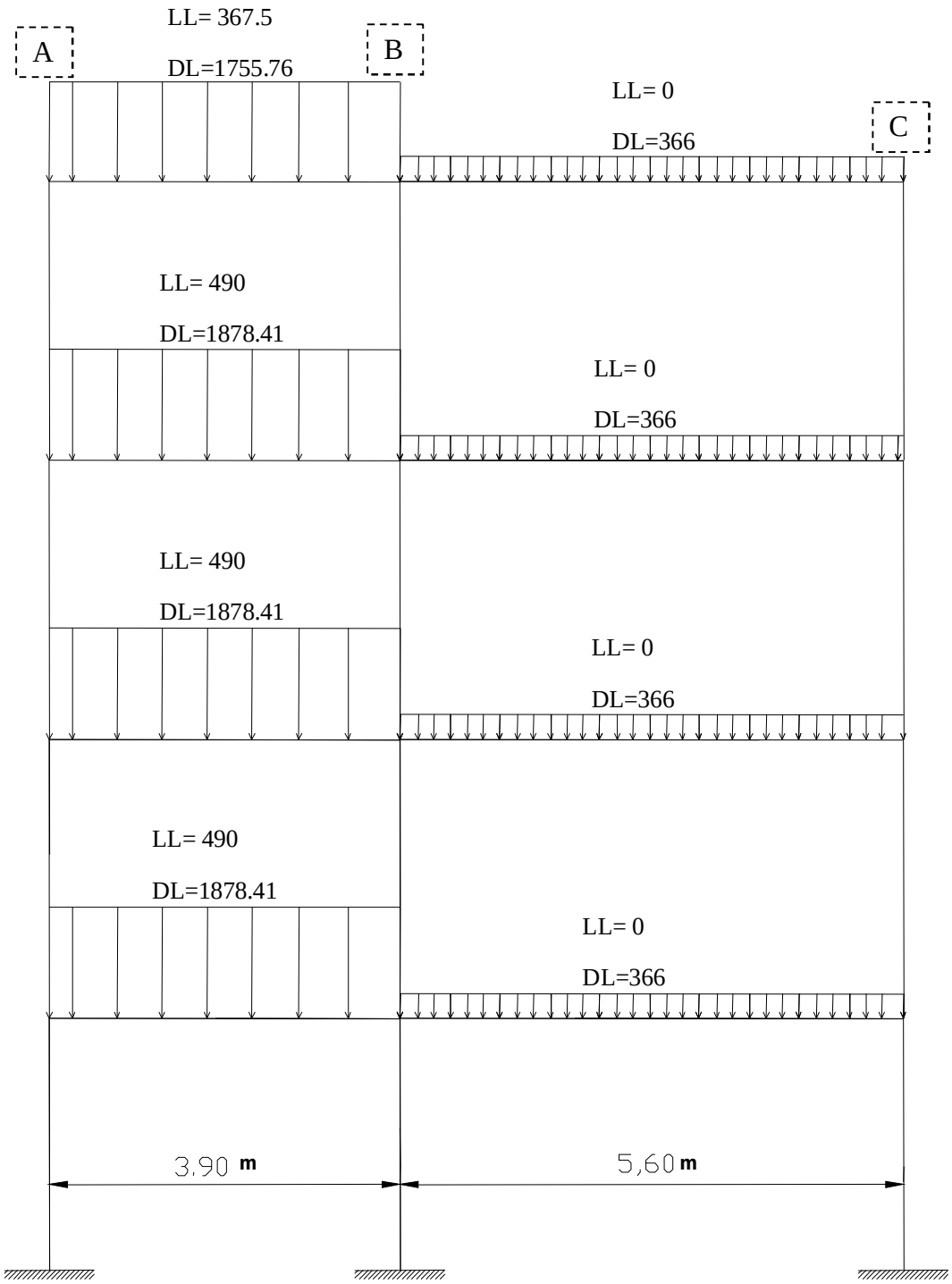
سقف چهارم :

$$DL = 366 \quad , \quad LL = 0$$

سقف سوم ، دوم و سقف اول: دارای بارگذاری مشابه سقف چهارم هستند.

تذکر : طبق پلان تیر ریزی طبقات، دهانه ی B-C این قاب ، فقط وزن تیر را تحمل می کند.(از طرفی سربار معادل نیز نداریم)

درادامه، شکل 2-60 بارگذاری قاب محور 4 را نشان می دهد.



(شکل2-60) بارگذاری قاب محور4

2-5-8- **بارگذاری قاب محور** 5 :

2-5-8-1- **دهانه A-B**:

سقف چهارم :

$$DL = (0.8\times 327) + (\frac{4.9}{2}\times 567.25) + 366 = 2017.36 \quad , \quad LL = (\frac{4.9}{2}\times 150) = 367.5$$

سقف سوم :

فاصله ی 1.27 متری ابتدا:

$$DL = (\frac{4.9}{2}\times 552.25) + (\frac{4.9}{2}\times 65.06) + (2.7\times 313) + 366 = 2723.51 \quad , \quad LL = (\frac{4.9}{2}\times 200) = 490$$

فاصله ی 1.50 متری وسط:

$$DL = (\frac{4.9}{2}\times 552.25) + (\frac{4.9}{2}\times 65.06) + (1\times 313) + (1.7\times 35) + 366 = 2250.91$$
$$LL = (\frac{4.9}{2}\times 200) = 490$$

فاصله ی 1.13 متری انتها :

بارگذاری این قسمت دقیقاً مشابه فاصله ی 1.27 متری ابتدا می باشد.

سقف دوم و سقف اول: دارای بارگذاری مشابه سقف سوم هستند.

2-5-8-2- **دهانه B-C**:

سقف چهارم :

$$DL = (0.8 \times 327) + 366 = 627.6 \quad , \quad LL = 0$$

سقف سوم :

فواصل 1و 1.6 متری (دیوار) :

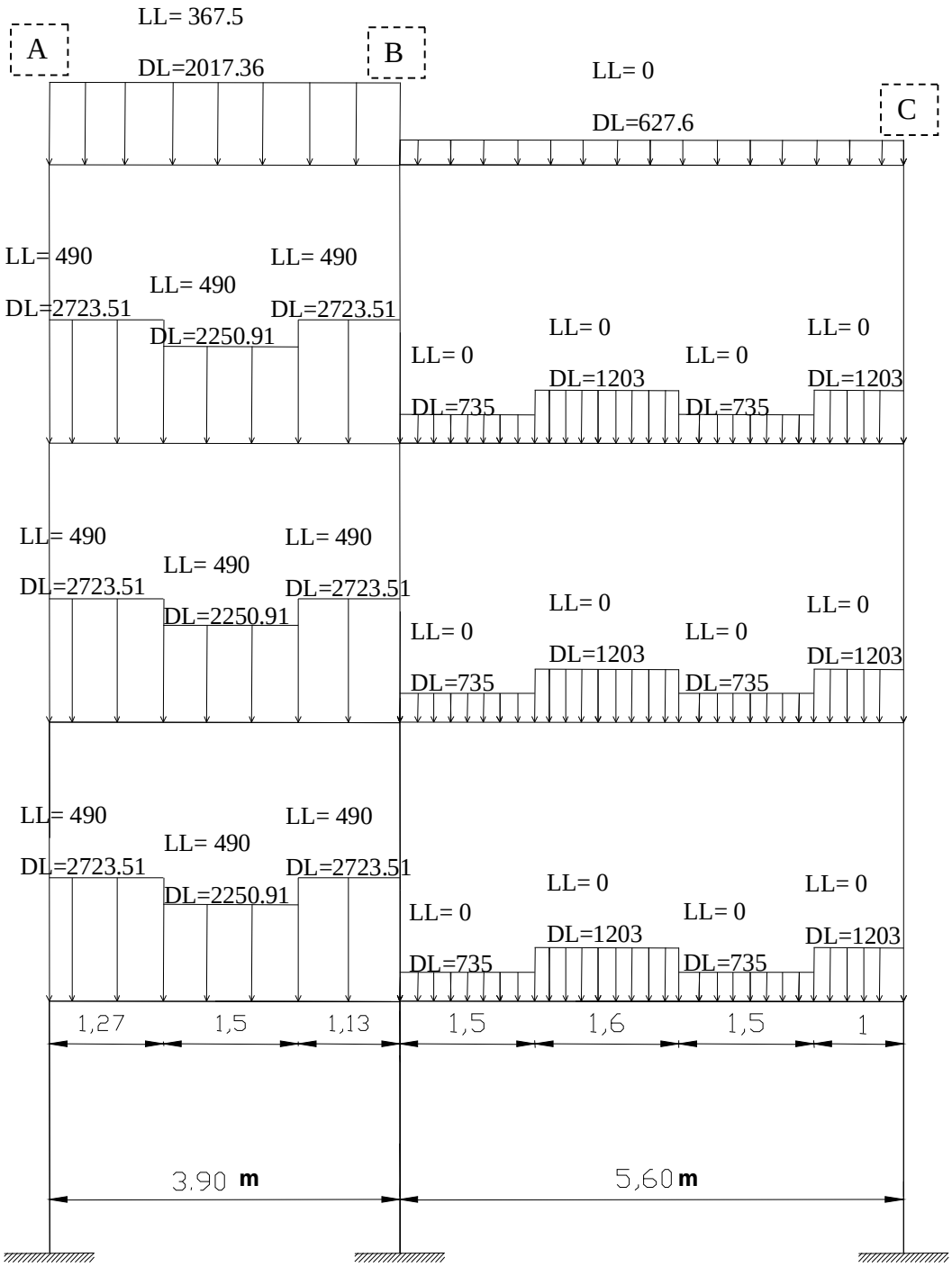
$$DL = (2.7 \times 310) + 366 = 1203 \quad , \quad LL = 0$$

فواصل 1.5و 1.5 متری (پنجره) :

$$DL = (1 \times 310) + (1.7 \times 35) + 366 = 735.5 \quad , \quad LL = 0$$

سقف دوم و سقف اول دارای بارگذاری مشابه سقف سوم هستند.

درادامه، شکل2-61، بارگذاری قاب محور 5 را نشان می دهد.



(شکل2-61) بارگذاری قاب محور5

2-5-9- بارگذاری قاب محورA

2-5-9-1- دهانه(1-2):

سقف چهارم :

فاصله 1.95 متری :

$$DL = (0.8\times 271) + 366 = 582.8 \quad , \quad LL = 0$$

فاصله ی 2.85 متری :

$$DL = (0.8\times 257) + (\frac{4}{2}\times 567.25) + 366 = 1706.1 \quad , \quad LL = (\frac{4}{2}\times 150) = 300$$

سقف سوم :

فاصله 1.95 متری :

$$DL = (2.7\times 271) + 366 = 1097.7 \quad , \quad LL = 0$$

فاصله ی 2.85 متری :

$$DL = (2.7\times 257) + (\frac{4}{2}\times 552.25) + (\frac{4}{2}\times 210.27) + 366 = 2584.94 \quad , \quad LL = (\frac{4}{2}\times 200) = 400$$

سقف دوم: دارای بارگذاری مشابه سقف سوم هستند.

سقف اول: بارگذاری آن تقریباً مشابه سقف سوم است ، ولی چون کل سطوح سقف اول توپر است(به جز قسمت اتاق پله) سربار معادل آن 140.22 کیلوگرم بر متر مربع است.

فاصله 1.95 متری :

$$DL = (2.7\times 271) + (\frac{4}{2}\times 552.25) + (\frac{4}{2}\times 140.22) + 366 = 2482.64 \quad , \quad LL = (\frac{4}{2}\times 200) = 400$$

فاصله ی 2.85 متری :

$$DL = (2.7\times257) + (\frac{4}{2}\times552.25) + (\frac{4}{2}\times140.22) + 366 = 2444.84 \quad , \quad LL = (\frac{4}{2}\times200) = 400$$

2-5-9-2- **دهانه**(2-3):

سقف خرپشته :

$$DL = 366 \quad , \quad LL = 0$$

سقف چهارم:

$$DL = (2.1\times310) + 366 = 1017 \quad , \quad LL = 0$$

سقف سوم :

$$DL = (2.7\times310) + 366 = 1203 \quad , \quad LL = 0$$

سقف دوم و سقف اول: دارای بارگذاری مشابه سقف سوم هستند.

2-5-9-3- **دهانه**(3-4):

سقف چهارم:

$$DL = (0.8\times271) + (\frac{4}{2}\times567.25) + 366 = 1717.3 \quad , \quad LL = (\frac{4}{2}\times150) = 300$$

سقف سوم :

$$DL = (2.7\times271) + (\frac{4}{2}\times552.25) + (\frac{4}{2}\times139.46) + 366 = 2481.12 \quad , \quad LL = (\frac{4}{2}\times200) = 400$$

سقف دوم و سقف اول: دارای بارگذاری مشابه سقف سوم هستند.

2-5-9-4- **دهانه**(4- 5):

سقف چهارم:

$$DL = (0.8 \times 271) + 366 = 582.8 \quad , \quad LL = 0$$

سقف سوم :

فاصله ی 0.70 متری :

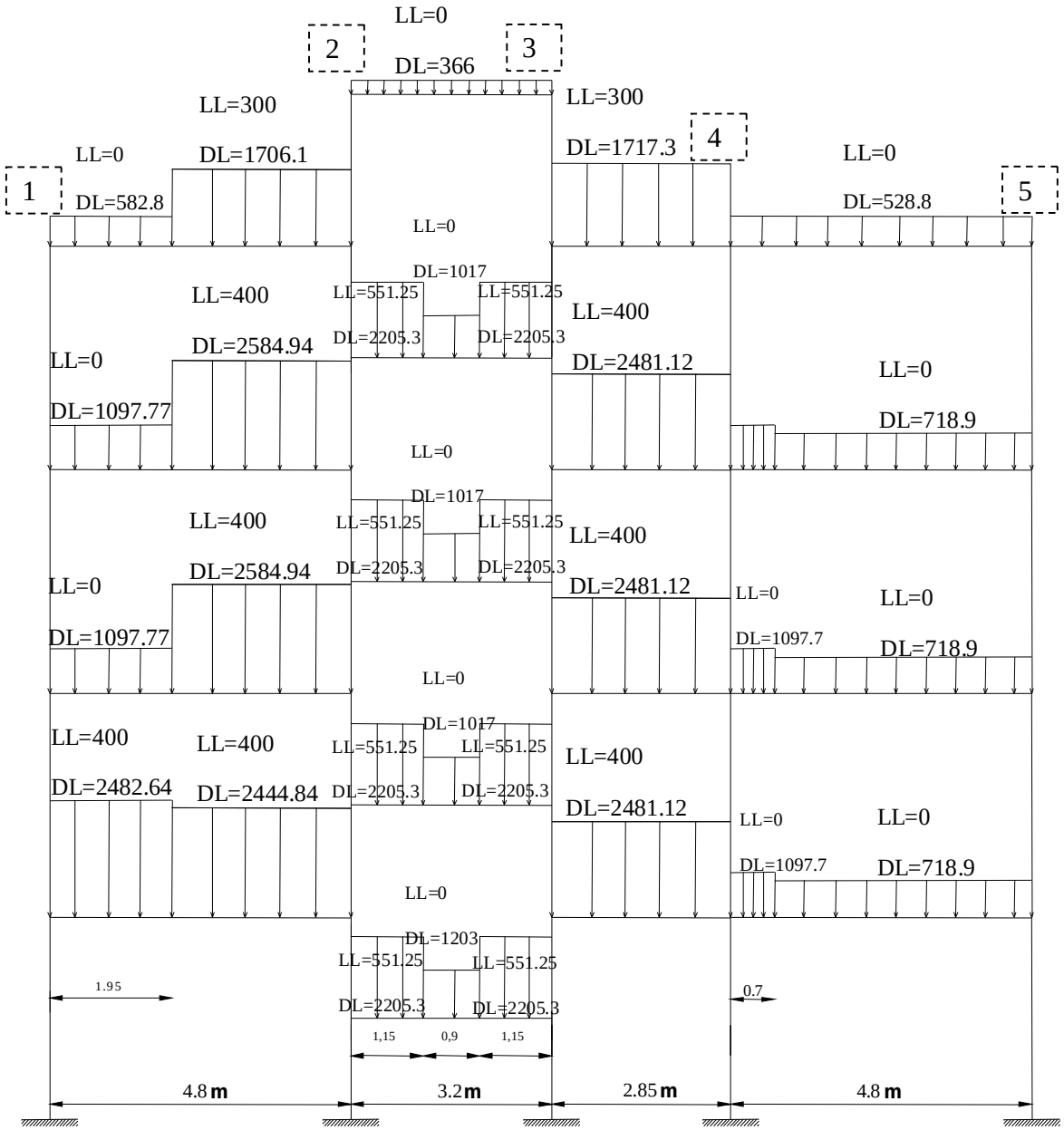
$$DL = (2.7 \times 271) + 366 = 1097.7 \quad , \quad LL = 0$$

فاصله ی 4.10 متری :

$$DL = (2.7 \times 257) + 366 = 718.9 \quad , \quad LL = 0$$

سقف دوم و سقف اول: دارای بارگذاری مشابه سقف سوم هستند.

درادامه، شکل2-62، بارگذاری قاب محورA، را نشان می دهد.تمامی بارهای خطی دارای واحدکیلوگرم برمترهستند.



(شکل2-62) بارگذاری قاب محورA

2- 5-7- **بارگذاری قاب محورB**:

2-5-10-1- **دهانه**(1-2):

سقف چهارم :

فاصله ی 1.95 متری :

$$DL = (\frac{5.7}{2} \times 567.25) + 366 = 1982.66 \quad , \quad LL = (\frac{5.7}{2} \times 150) = 427.5$$

فاصله ی 2.85 متری :

$$DL = (\frac{5.7}{2} \times 567.25) + (\frac{4}{2} \times 567.25) + 366 = 3117.16 \quad , \quad LL = (\frac{5.7}{2} \times 150) + (\frac{4}{2} \times 150) = 727.5$$

سقف سوم :

فاصله ی 1.95 متری :

$$DL = (\frac{5.7}{2} \times 552.25) + (\frac{5.7}{2} \times 141.75) + 366 = 2342.9 \quad , \quad LL = (\frac{5.7}{2} \times 200) = 570$$

فاصله ی 2.85 متری :

$$DL = (\frac{5.7}{2} \times 552.25) + (\frac{5.7}{2} \times 141.75) + (\frac{4}{2} \times 552.25) + (\frac{4}{2} \times 210.27) + 366 = 3868.94$$

$$LL = (\frac{5.7}{2} \times 200) + + (\frac{4}{2} \times 200) = 970$$

سقف دوم: دارای بارگذاری مشابه سقف سوم می باشد.

سقف اول :

$$DL = (\frac{5.7}{2} \times 552.25) + (\frac{5.7}{2} \times 141.75) + (\frac{4}{2} \times 552.25) + (\frac{4}{2} \times 140.22) + 366 = 3728.84$$

Bنکته : با توجه به اینکه مساحت بارگیر از 18 مترمربع، بیشتر می باشد،می توان از کاهش سرباز زنده استفاده کرد.درسقف سوم مساحت بارگیر 19.66 متر مربع می باشد،در نتیجه این تیر مشمول این بندخواهد شد.

$$R = 100(0.7 - \frac{3}{\sqrt{A}}) = 100(0.7 - \frac{3}{\sqrt{19.135}}) = 1.43\%$$

$$LL = \left[\frac{5.7}{2} \times (1 - (0.0143 \times 200))\right] + \left[\frac{4}{2} \times (1 - (0.0143 \times 200))\right] = 956.13$$

2-5-10-2- **دهانه**(2-3):

سقف خرپشته :

$$DL = 366 \quad , \quad LL = 0$$

سقف چهارم :

$$DL = (2.1 \times 327) + 366 = 1052.7 \quad , \quad LL = 0$$

سقف سوم:

$$DL = (2.7 \times 327) + 366 = 1248.9 \quad , \quad LL = 0$$

سقف دوم و سقف اول: دارای بارگذاری مشابه سقف سوم هستند.

2-5-10-3- **دهانه**(3-4):

سقف چهارم :

$$DL = (\frac{4}{2} \times 567.25) + (\frac{5.7}{2} \times 567.25) + 366 = 3117.16$$

$$LL = (\frac{4}{2} \times 150) + + (\frac{5.7}{2} \times 150) = 727.5$$

سقف سوم :

$$DL = (\frac{4}{2} \times 552.25) + (\frac{5.7}{2} \times 552.25) + (\frac{4}{2} \times 139.46) + (\frac{5.7}{2} \times 195.77) + 366 = 3881.28$$

$$LL = (\frac{4}{2} \times 200) + (\frac{5.7}{2} \times 200) = 970$$

سقف دوم و سقف اول: دارای بارگذاری مشابه سقف سوم هستند.

2-5-10-4- **دهانه**(4- 5):

سقف چهارم :

$$DL = (\frac{5.7}{2} \times 567.25) + 366 = 1982.66$$

$$LL = (\frac{5.7}{2} \times 150) = 427.5$$

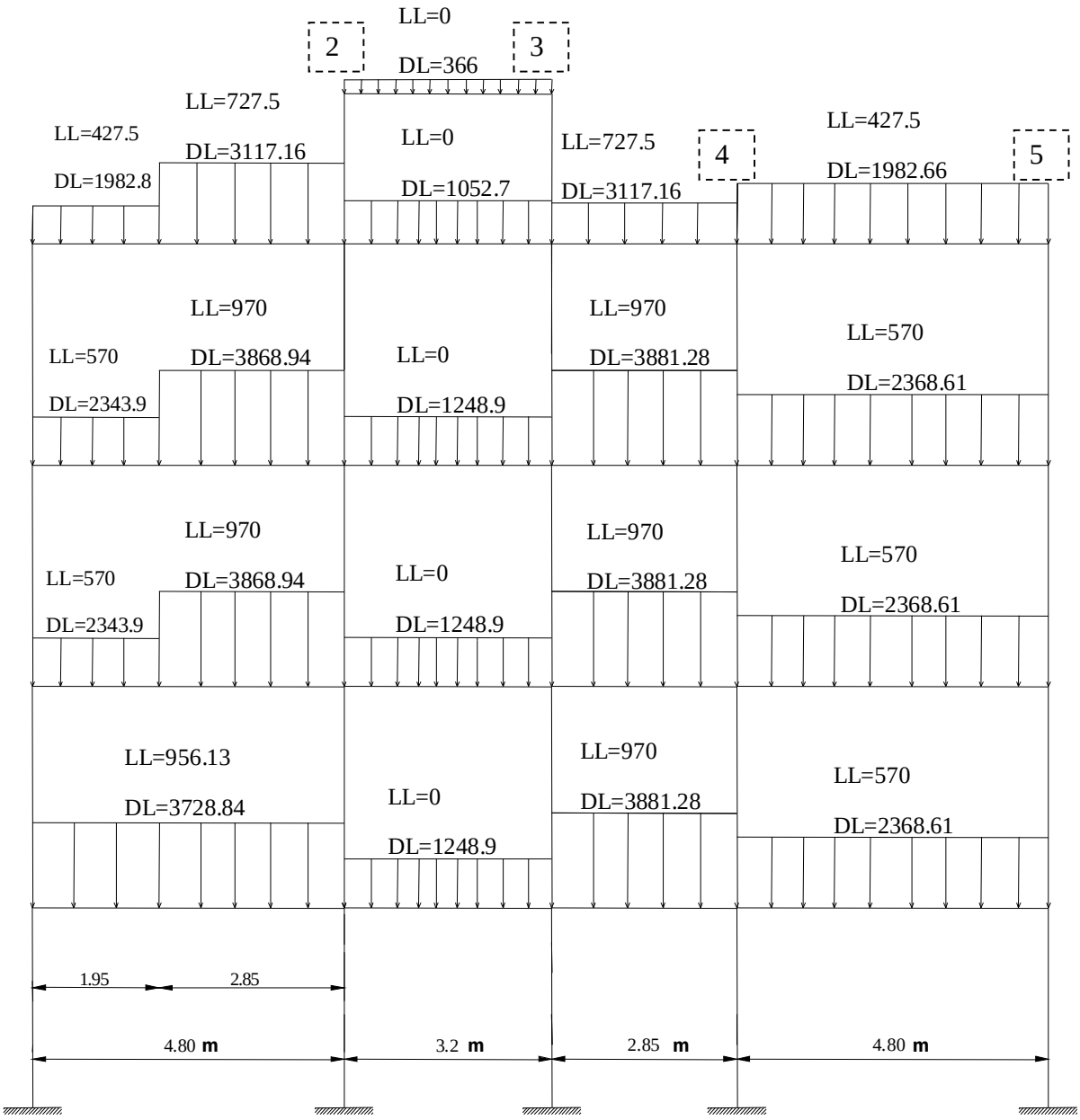
سقف سوم :

$$DL = (\frac{5.7}{2} \times 552.25) + (\frac{5.7}{2} \times 154.42) + 366 = 2368.61$$

$$LL = (\frac{5.7}{2} \times 200) = 570$$

سقف دوم و سقف اول دارای بارگذاری مشابه سقف سوم هستند.

درادامه، شکل 2-63 بارگذاری قاب محور B را نشان می دهد. تمامی بارهای خطی دارای واحد کیلوگرم برمتر مربع می باشند.



(شکل2-63) بارگذاری قاب محور**B**

2-5-11- **بارگذاری قاب محورC:**

2-5-11-1- **دهانه**(2-1):

سقف چهارم :

$$DL = (0.8\times 320) + (\frac{5.7}{2}\times 567.25) + 366 = 2238.66 \quad , \quad LL = (\frac{5.7}{2}\times 150) = 427.5$$

سقف سوم :

دهانه های 1.45 و 1.85 متری (دهانه ی اول و آخر) :

$$DL = (2.7\times 313) + (\frac{5.7}{2}\times 552.25) + (\frac{5.7}{2}\times 141.75) + 366 = 3189 \quad , \quad LL = (\frac{5.7}{2}\times 200) = 570$$

دهانه ی 1.5 متری پنجره دار(د هانه ی وسط) :

$$DL = (1\times 313) + (\frac{5.7}{2}\times 552.25) + (\frac{5.7}{2}\times 141.75) + (1.5\times 35) + 366 = 2709.4$$

$$LL = (\frac{5.7}{2}\times 200) = 570$$

سقف دوم و سقف اول: دارای بارگذاری مشابه سقف سوم هستند.

2-5-11-2- **دهانه**(2-3):

سقف چهارم :

$$DL = (0.8\times 320) + 366 = 622 \quad , \quad LL = 0$$

سقف سوم :

دهانه ی 0.65 و 1.05 متری (دهانه ی اول و آخر) :

$$DL = (2.7\times 313) + 366 = 1211.1 \quad , \quad LL = 0$$

دهانه ی 1.5 متری پنجره دار (دهانه ی وسط) :

$$DL = (1\times 313) + (1.5\times 35) + 366 = 731.5 \quad , \quad LL = 0$$

2-5-11-3- **دهانه**(3-4):

سقف چهارم :

$$DL = (0.8\times 320) + (\frac{5.7}{2}\times 567.25) + 366 = 2238.66 \quad , \quad LL = (\frac{5.7}{2}\times 150) = 427.5$$

سقف سوم :

دهانه های 0.95 و 0.95 متری (دهانه ی اول و آخر) :

$$DL = (2.7\times 313) + (\frac{5.7}{2}\times 552.25) + (\frac{5.7}{2}\times 195.77) + 366 = 3342.96$$

$$LL = (\frac{5.7}{2}\times 200) = 570$$

دهانه ی 0.95 متری پنجره دار (د هانه ی وسط) :

$$DL = (1\times 313) + (1.5\times 35) + (\frac{5.7}{2}\times 552.25) + (\frac{5.7}{2}\times 195.77) + 366 = 2863.36$$

$$LL = (\frac{5.7}{2}\times 200) = 570$$

سقف دوم و سقف اول: دارای بارگذاری مشابه سقف سوم هستند.

2-5-11-4- **دهانه**(4- 5):

سقف چهارم :

$$DL = (0.8\times 320) + (\frac{5.7}{2}\times 567.25) + 366 = 2238.66 \quad , \quad LL = (\frac{5.7}{2}\times 150) = 427.5$$

سقف سوم :

دهانه ی 1.85 و 1.45 متری (دهانه ی اول و آخر) :

$$\mathrm{DL} = (2.7 \times 313) + (\frac{5.7}{2} \times 552.25) + (\frac{5.7}{2} \times 150.42) + 366 = 3213.71$$

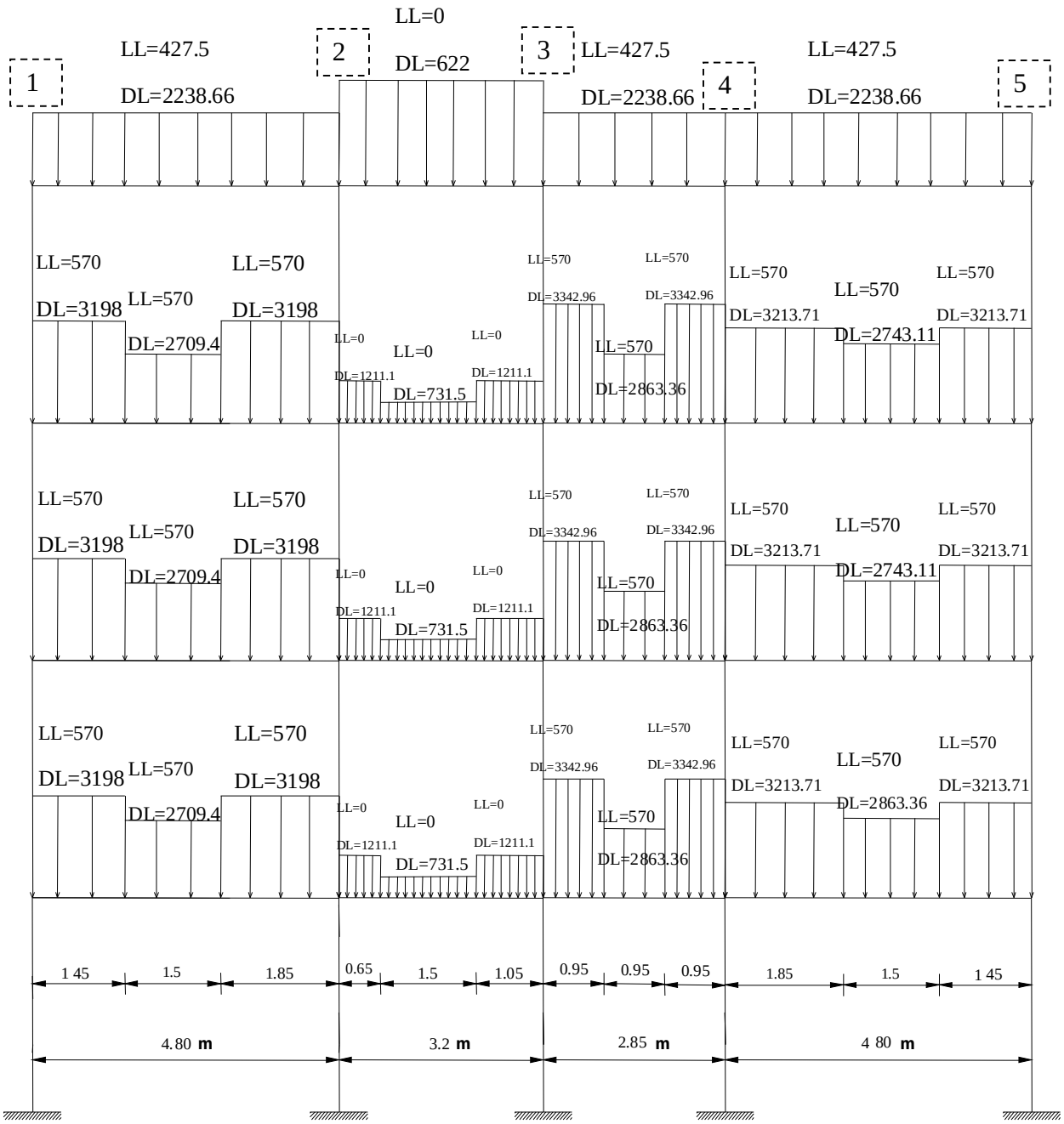
$$\mathrm{LL} = (\frac{5.7}{2} \times 200) = 570$$

دهانه ی 1.50 متری پنجره دار (د هانه ی وسط) :

$$\mathrm{DL} = (1 \times 313) + (\frac{5.7}{2} \times 552.25) + (\frac{5.7}{2} \times 150.42) + (1.5 \times 35) + 366 = 2734.11$$

$$\mathrm{LL} = (\frac{5.7}{2} \times 200) = 570$$

درادامه، شکل 2-64 بارگذاری قاب محور C را نشان می دهد. تمامی بارهای خطی دارای واحد کیلوگرم برمتر مربع می باشند.



(شکل2-64) بارگذاری قاب محورc

فصل سوم :

تحلیل

فصل دوم

تحلیل

بعد از انجام بارگذاری برروی تمامی قابها، دراین مرحله از پروژه نوبت به تحلیل قابها جهت یافتن نیروهای داخلی در تیرها و ستونها، می باشد. روش مورد استفاده برای تحلیل قابها تحت نیروی جانبی زلزله، روش پرتال می باشد و روش مورد استفاده برای تحلیل قابها در اثر بارهای ثقلی زنده و مرده، روش یک دهم دهانه می باشد.

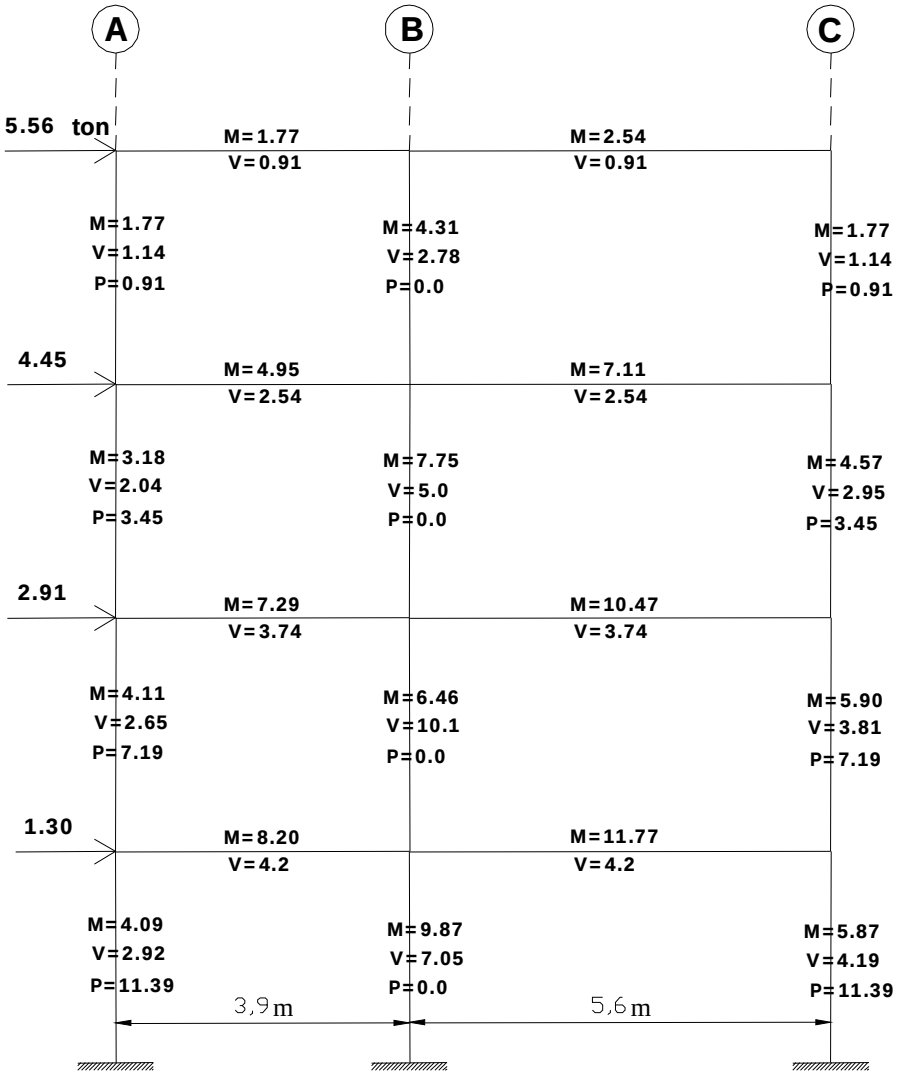
در این پروژه، تمامی قابها تحلیل نیروی جانبی زلزله (تحلیل پرتال) ویک قاب از قابهای محور x(قاب محور4)، و یک قاب از قابهای محورy(قاب محورB)، تحت بارهای تقلی زنده و مرده(تحلیل یک دهم دهانه) به صورت دستی تحلیل می گردد.

درضمن به دلیل اینکه در فصل طراحی قصد داریم، تا ستونهای طبقه اول تا چهارم تقاطع محورهای4 و B را به صورت دستی طراحی کنیم (شکل 3-30)، نیازمند تحلیل بخشی از قابهای محورA و C می باشیم.

3-1-تحلیل قابها تحت نیروی جانبی زلزله:

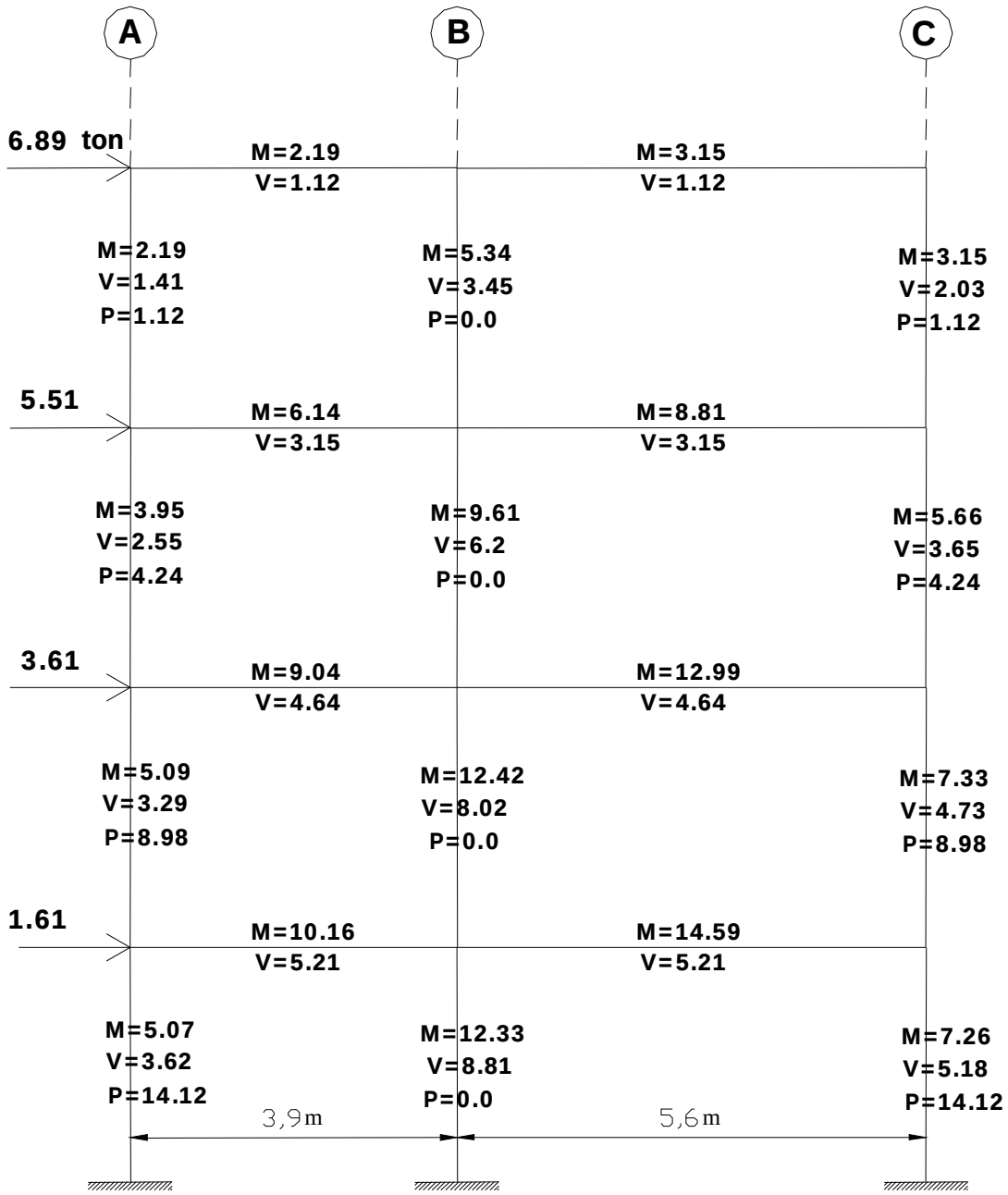
3-1-1- تحلیل پرتال قاب محورهای1و 5 :

در تمامی تحلیل پرتالهای زیر، واحد لنگر ها ، تن - متر (ton.m) و واحد نیروهای برشی و نیروهای محوری (ton) می باشد. در ضمن، ارتفاع طبقه همکف برابر 2.80 متر و سایر طبقات برابر 3.10 متر است.



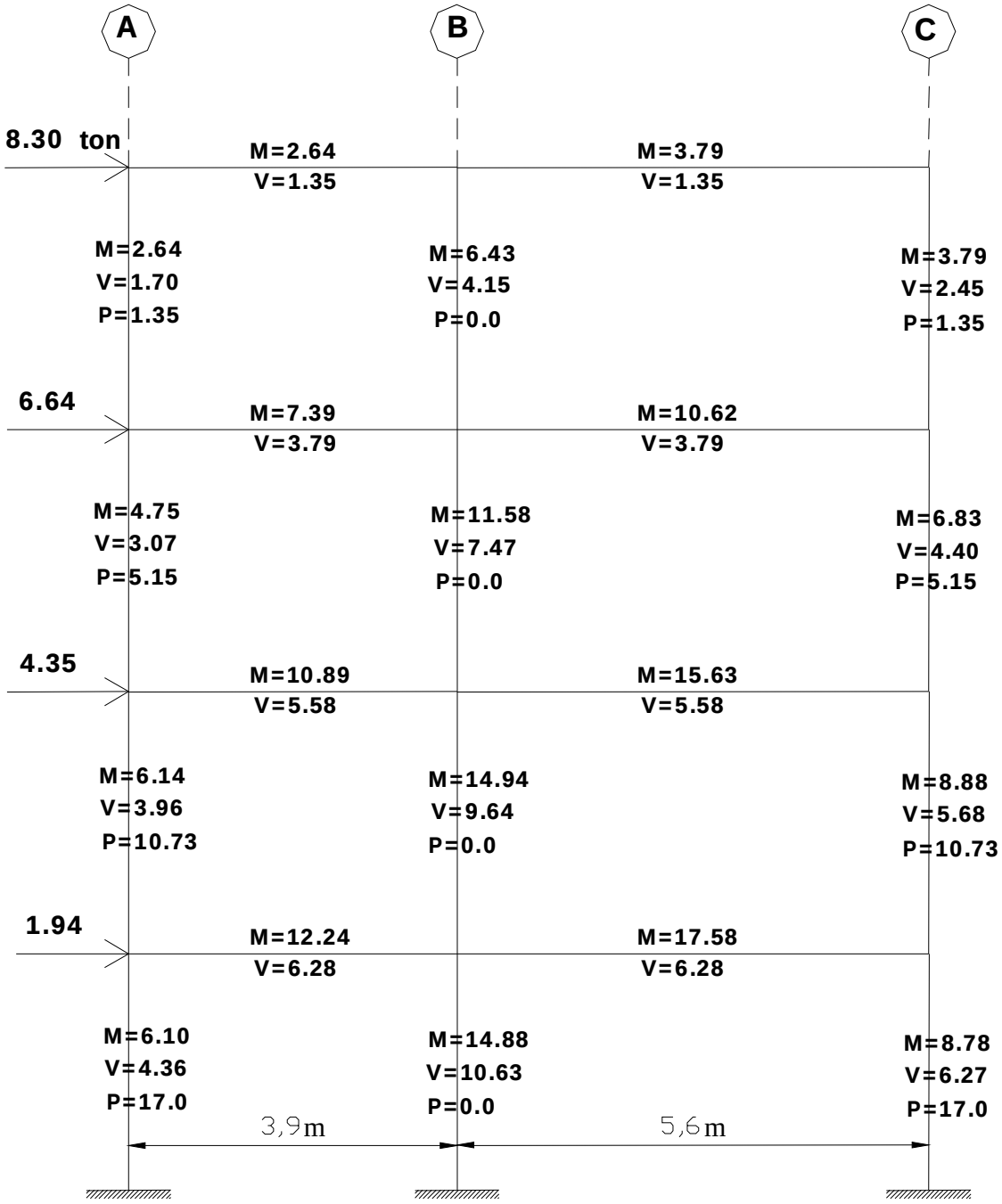
(شکل3-1)تحلیل پرتال قاب های محورهای1و 5

3-1-2- **تحلیل پرتال قاب محورهای2و 4 :**



(شکل3-2)تحلیل پرتال قاب های محورهای2و 4

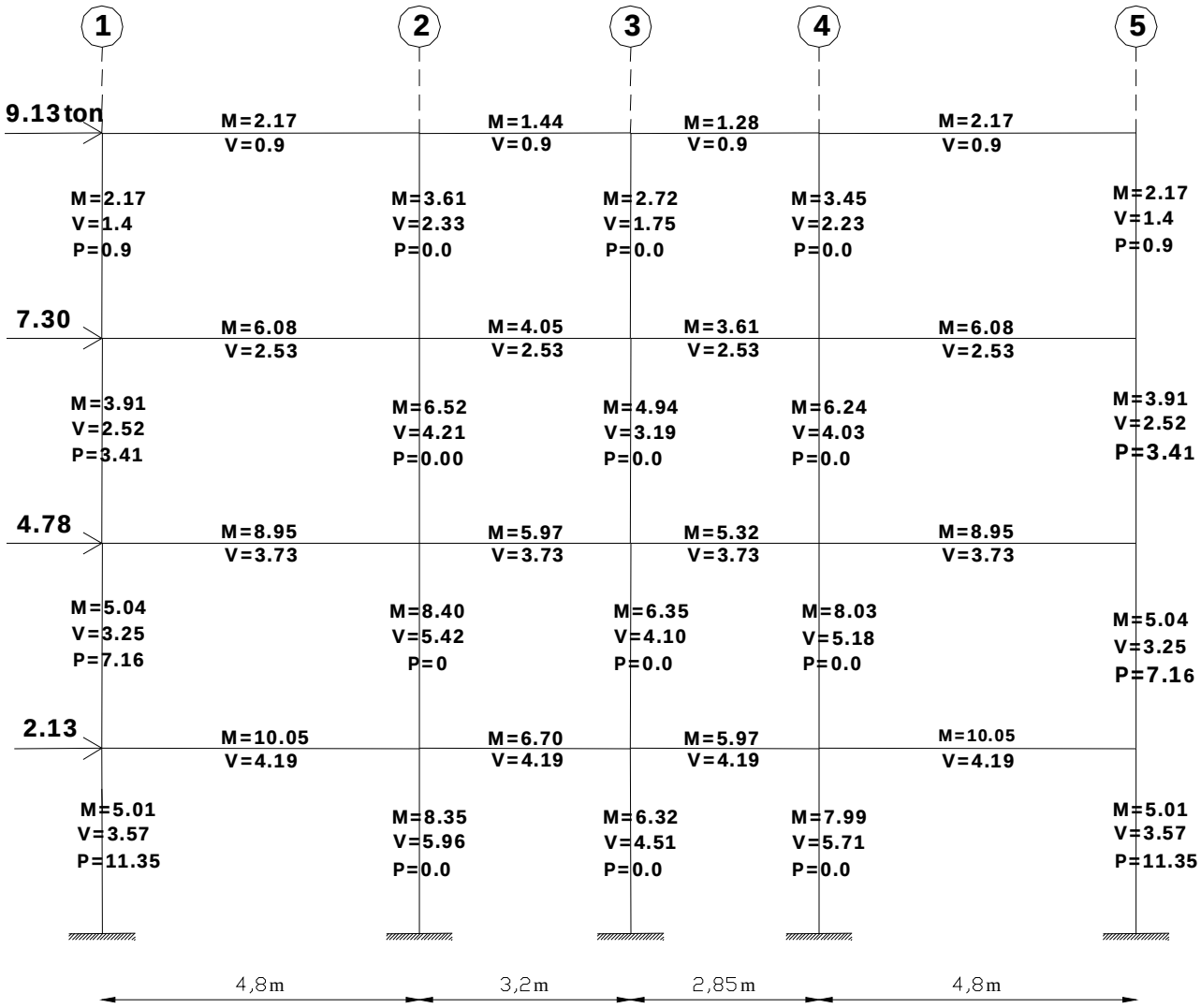
3-1-3-**تحلیل پرتال قاب محور**3 :



(شکل 3-3)تحلیل پرتال قاب محور3

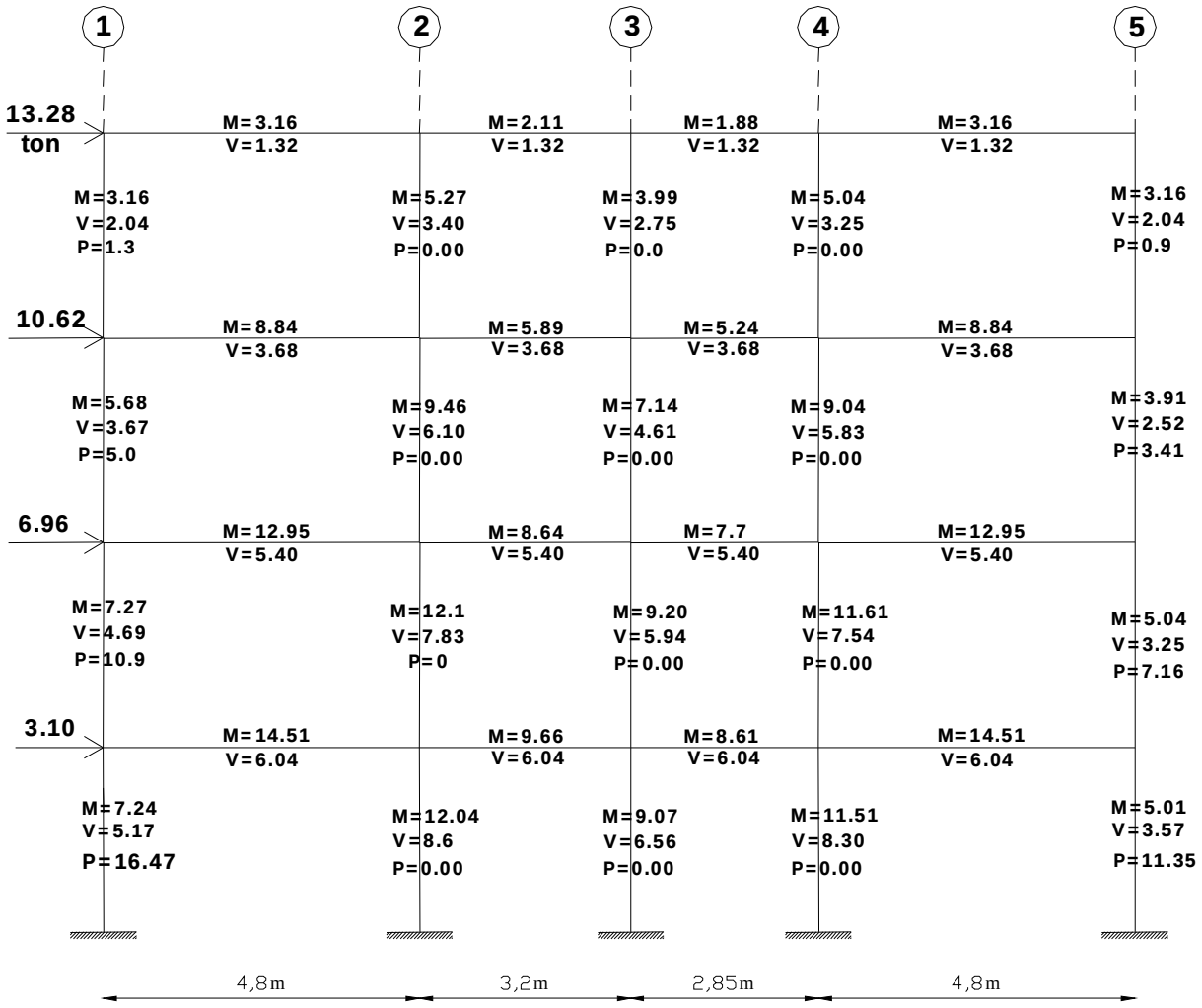
3-1-4- **تحلیل پرتال قاب محور A** :

در تمامی تحلیل پرتالهای زیر، واحد لنگر ها ، تن – متر (ton.m) و واحد نیروهای برشی و نیروهای محوری (ton) می باشد. در ضمن، ارتفاع طبقه همکف برابر 2.80 متر و سایر طبقات برابر 3.10 متر است.



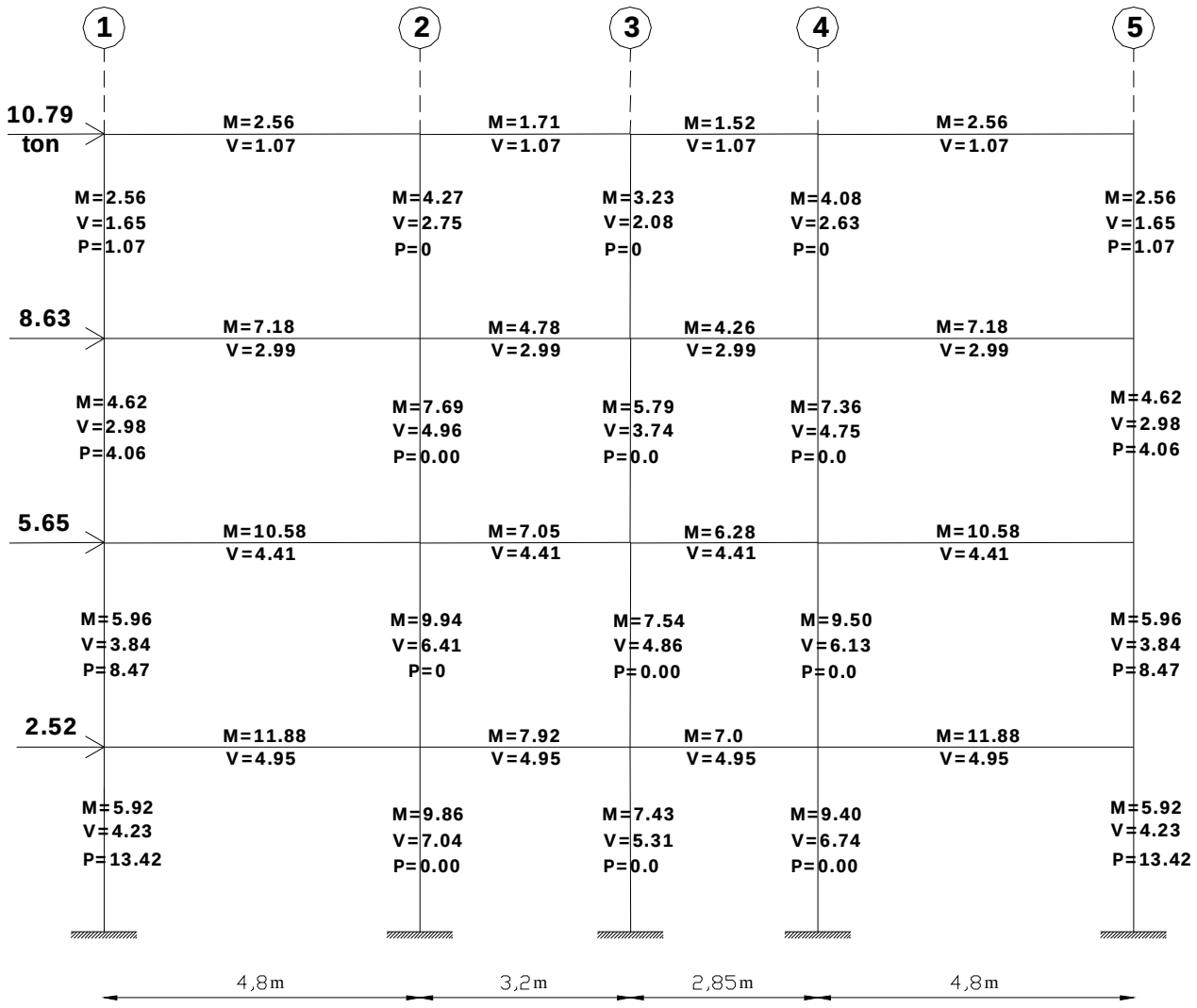
(شکل3-4)تحلیل پرتال قاب محور A

3-1-5- **تحلیل پرتال قاب محور B** :



(شکل3-5)تحلیل پرتال قاب محور **B**

3-1-6- **تحلیل پرتال قاب محور C** :

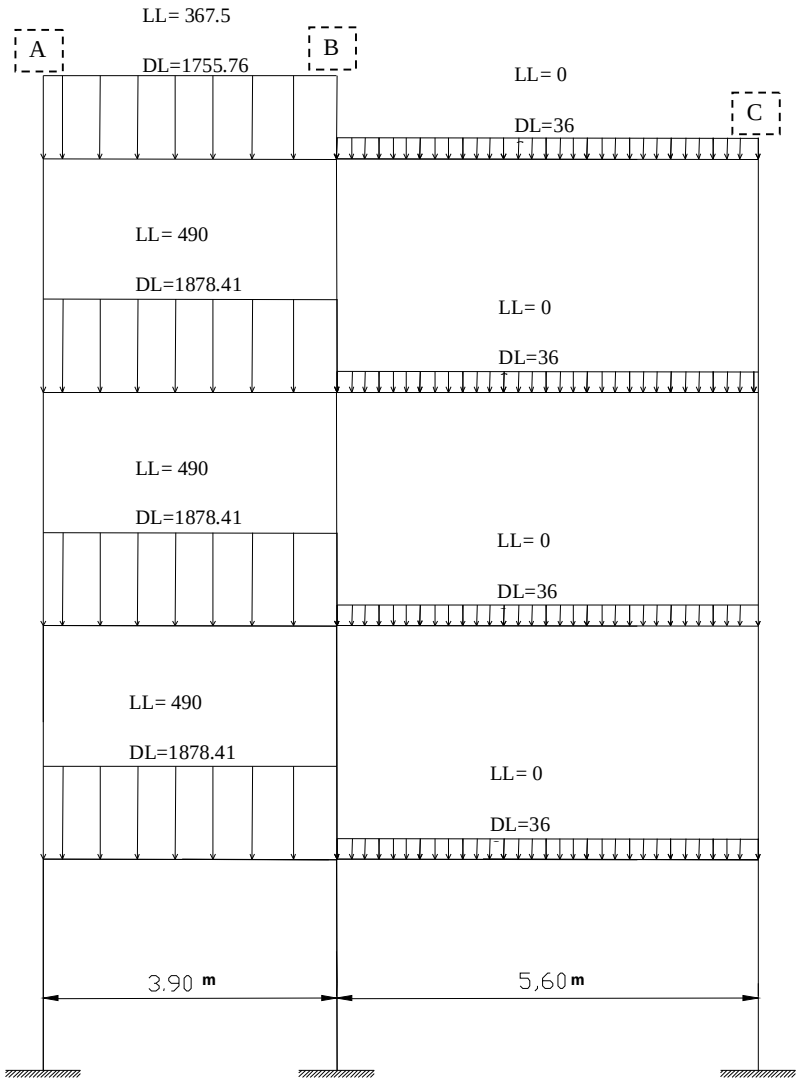


(شکل3-6)تحلیل پرتال قاب محور **C**

3-2- تحلیل قابها تحت بارثقلی مرده و زنده:

3-2-1- تحلیل قاب محور4

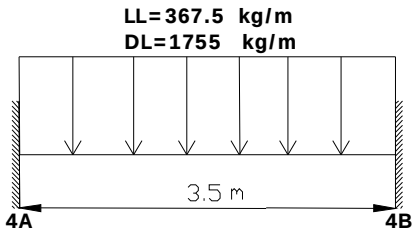
برای تحلیل یک نمونه ازقابهای جهت x،به صورت دستی قاب محور 4 انتخاب می گرددا.این قاب دارای دو دهانه ی A-B و B-C می باشدا.این قاب، تحت نیروهای تقلی مرده و زنده مورد تحلیل قرارمی گیرند.



(شکل3-7) قاب محور4

3-2-1-1- دهانه A-B

3-2-1-1-1- سقف چهارم



(شکل3-8)تحلیل تیر سقف چهارم دهانه ی **A-B** قاب محور4

تحلیل تحت بار مرده (DL):

ممان وسط: $M_{max} = 0.08ql^2 = 0.08 \times 1755 \times 3.5^2 = 1719.9 \ \ kg.m$

ممان انتهایی: $M = 0.045ql^2 = 0.045 \times 1755 \times 3.5^2 = 967.44 \ \ kg.m$

برش تکیه گاهها: $V = 0.5ql = 0.5 \times 1755 \times 3.5 = 3041.25 \ \ kg$

واکنشهای تکیه گاهی: $4A_{DL} = 4B_{DL} = 3041.25 \ \ kg$

تحلیل تحت بارزنده (LL):

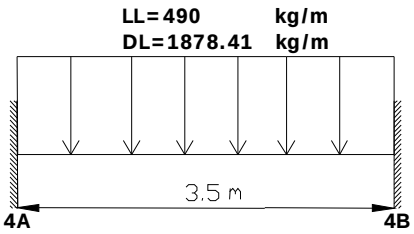
ممان وسط: $M_{max} = 0.08ql^2 = 0.08 \times 367.5 \times 3.5^2 = 360.15 \ \ kg.m$

ممان انتهایی: $M = 0.045ql^2 = 0.045 \times 367.5 \times 3.5^2 = 202.58 \ \ kg.m$

برش تکیه گاهها: $V = 0.5ql = 0.5 \times 367.5 \times 3.5 = 643.12 \ \ kg$

واکنشهای تکیه گاهی: $4A_{DL} = 4B_{DL} = 643.12 \ \ kg$

3-2-1-1-2- سقفهای سوم،دوم و اول:



(شکل3-9)تحلیل تیر سقفهای سوم،دوم و اول دهانه ی **A-B** قاب محور4

تحلیل تحت بار مرده(DL):

ممان وسط: $M_{max} = 0.08ql^2 = 0.08 \times 1878.41 \times 3.5^2 = 1840.84 \ \ kg.m$

ممان انتهایی: $M = 0.045ql^2 = 0.045 \times 1878.41 \times 3.5^2 = 1035.47 \ \ kg.m$

برش تکیه گاهها: $V = 0.5ql = 0.5 \times 1878.41 \times 3.5 = 3287.22 \ \ kg$

واکنشهای تکیه گاهی: $4A_{DL} = 4B_{DL} = 3287.22 \ \ kg$

تحلیل تحت بارزنده (LL):

ممان وسط: $M_{max} = 0.08ql^2 = 0.08 \times 490 \times 3.5^2 = 480.2 \ \ kg.m$

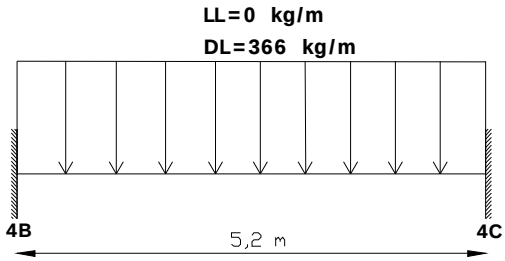
ممان انتهایی: $M = 0.045ql^2 = 0.045 \times 490 \times 3.5^2 = 270.11 \ \ kg.m$

برش تکیه گاهها: $V = 0.5ql = 0.5 \times 1878.71 \times 3.5 = 857.5 \ \ kg$

واکنشهای تکیه گاهی: $4A_{DL} = 4B_{DL} = 857.5 \ \ kg$

3-2-1-2- دهانه B-C

3-2-1-2-1- سقفهای چهارم، سوم، دوم و اول :



(شکل3-10)تحلیل تیر سقفهای چهارم، سوم،دوم و اول دهانه ی **B-C** قاب محور4

تحلیل تحت بار مرده(DL):

ممان وسط: $M_{max} = 0.08ql^2 = 0.08 \times 366 \times 5.2^2 = 791.73 \ \ kg.m$

ممان انتهایی: $M = 0.045ql^2 = 0.045 \times 366 \times 5.2^2 = 2445.35 \ \ kg.m$

برش تکیه گاهها: $V = 0.5ql = 0.5 \times 366 \times 5.2 = 951.6 \ \ kg$

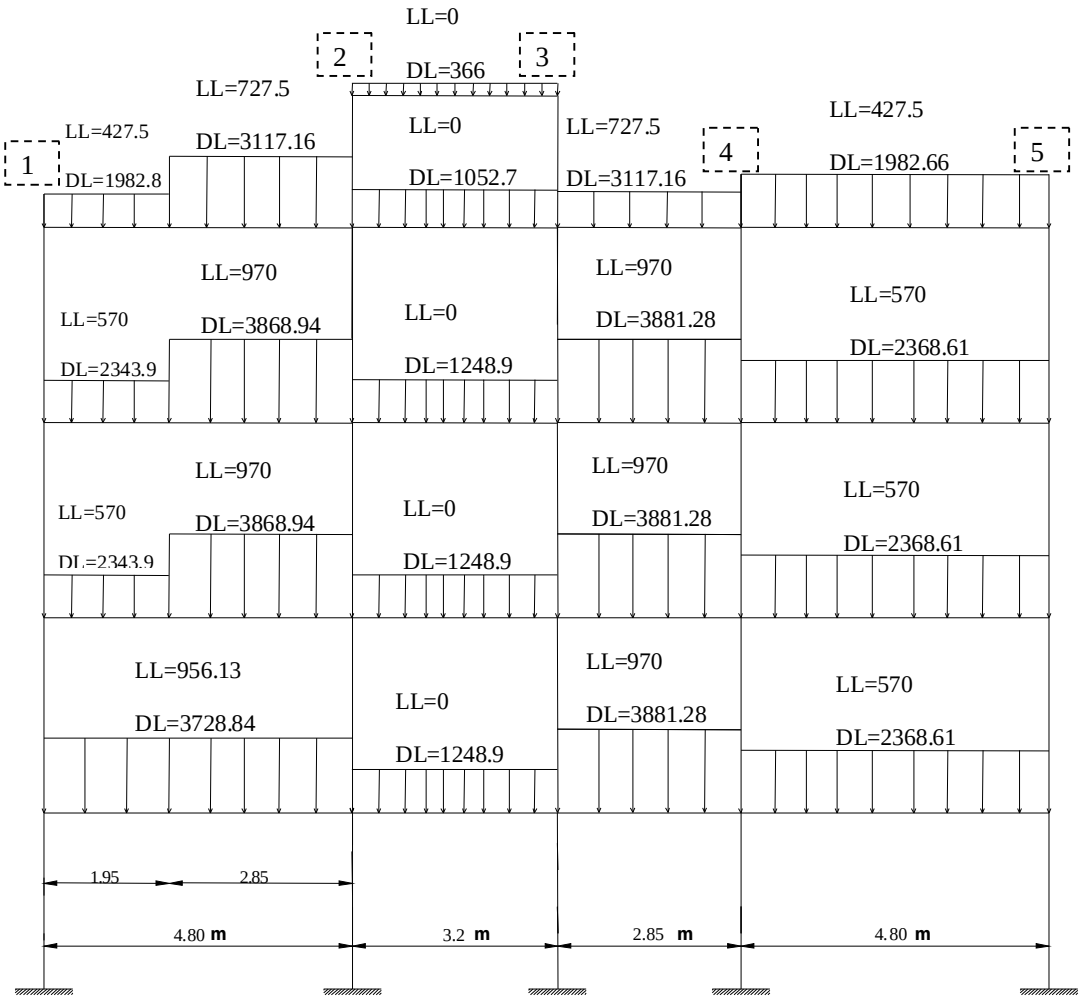
واکنشهای تکیه گاهی: $4B_{DL} = 4C_{DL} = 951.6 \ \ kg$

تحلیل تحت بارزنده (LL):

بارزنده وارد بر تیر، برابر با صفر می باشد.در نتیجه مقادیر ممان،برش و واکنشهای تکیه گاهی برابر صفر خواهد بود.

3-2-2- تحلیل قاب محورB

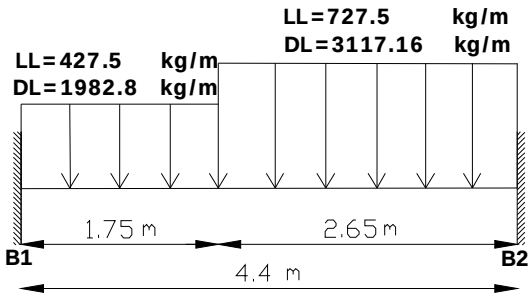
برای تحلیل یک نمونه ازقابهای جهت Y،به صورت دستی قاب محورB، انتخاب می گردد.این قاب دارای چهاردهانه ی 1-2، 2-3، 3-4 و 4-5 می باشد.



(شکل3-11)قاب محورB

3-2-2-1- **دهانه**(1-2)

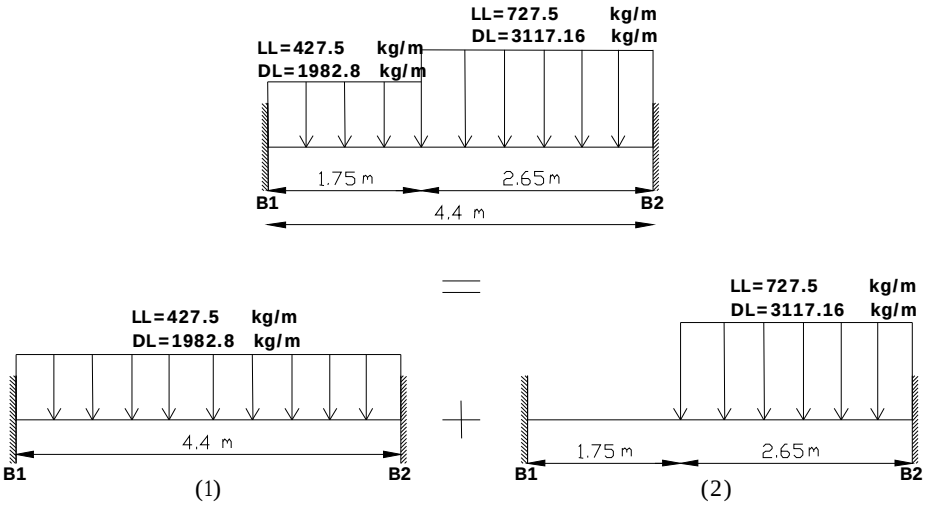
3-2-2-1- **سقف چهارم**



(شکل3-12)تحلیل تیر سقف چهارم دهانه ی(1-2)قاب محور**B**

تحلیل تحت بار مرده(DL):

با تقسیم بارگذاری تیرکلی سقف چهارم، به دو تیر شماره 1و 2، لنگرهای انتهایی این تیرها را می یابیم. با قرار دادن این واکنشها(لنگرها) در انتهای تیر کلی، به تحلیل این تیرمی پردازیم و مقادیر ممان های حداکثر،برش وواکنشهای عمودی تکیه گاهی را می یابیم.



(شکل3-13)تقسیم تیر سقف چهارم دهانه ی(1-2)قاب محور**B** به دوبخش

تیر1:

ممان وسط: $M_{max} = 0.08ql^2 = 0.08 \times 1982.8 \times 4.4^2 = 3070.96 \ \ kg.m$

ممان انتهایی: $M = 0.045ql^2 = 0.045 \times 1982.8 \times 4.4^2 = 4362.16 \ \ kg.m$

برش تکیه گاهها: $V = 0.5ql = 0.5 \times 1982.8 \times 4.4 = 4362.16 \ \ kg$

تیر2:

$$M_{B2} = \frac{ql}{12}.m(3m^2 - 8m + 6) = \frac{1134.36 \times 4.4}{12} \times 0.6(3 \times 0.6^2 - 8 \times 0.6 + 6) = 569 \ \ kg.m$$

$$M_{B1} = -\frac{ql}{12}.m^2(4 - 3m) = -\frac{1134.36 \times 4.4}{12} \times 0.6^2(4 - 3 \times 0.6) = -329.42 \ \ kg.m$$

تذکر : پارامتر m برابر است با : $m = \frac{a}{l} = \frac{2.5}{4.4} = 0.6$

که در این رابطه: a، طولی از دهانه است که بار گسترده برروی آن واقع شده و l، طول کل دهانه ی تیر است.

ترکیب تیر 1و 2 تحت بارمرده:

$$M_{B2} = 569 + 1727.42 = -2296.24 \ \ kg.m$$

$$M_{B1} = -1727.42 - 329.42 = -2056.89 \ \ kg.m$$

تحلیل تحت بارزنده (LL):

جهت تحلیل تیر تحت بارزنده نیز، از شکل3-13،استفاده می کنیم.

تیر1:

ممان وسط: $M_{max} = 0.08ql^2 = 0.08 \times 427.5 \times 4.4^2 = 662.12 \ \ kg.m$

ممان انتهایی: $M = 0.045ql^2 = 0.045 \times 427.5 \times 4.4^2 = 372.44 \ \ kg.m$

برش تکیه گاهها: $V = 0.5ql = 0.5 \times 427.5 \times 4.4 = 940.5 \ \ kg$

تیر2:

$$M_{B2} = \frac{ql}{12}.m(3m^2 - 8m + 6) = \frac{300 \times 4.4}{12} \times 0.6(3 \times 0.6^2 - 8 \times 0.6 + 6) = 150.48 \ \ kg.m$$

$$M_{B1} = -\frac{ql}{12}.m^2(4 - 3m) = -\frac{300 \times 4.4}{12} \times 0.6^2(4 - 3 \times 0.6) = -87.12 \ \ kg.m$$

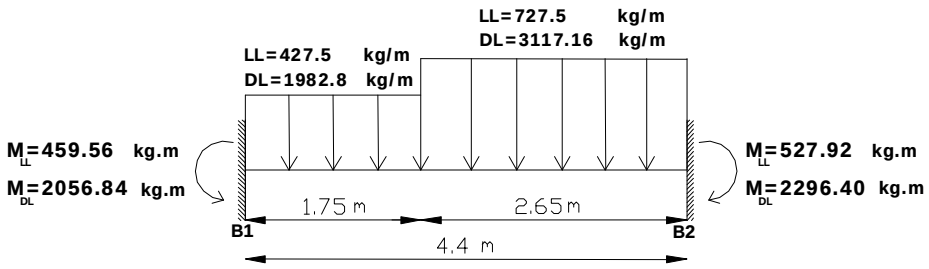
پارامتر m برابر است با : $m = \frac{a}{l} = \frac{2.65}{4.4} = 0.6$

ترکیب تیر 1و 2 تحت بارزنده:

$$M_{B2} = 372.44 + 150.48 = 522.92 \ \ kg.m$$

$$M_{B1} = -372.44 - 87.12 = -459.56 \ \ kg.m$$

?: با بدست آوردن لنگرهای تکیه گاهی حاصل از تیرهای 1و2،برای تیرشکل3-14، با نوشتن روابط تعادل لنگرهای تکیه گاهی و اطلاعات مورد نیاز بدست خواهد آمد.



(شکل3-14)تحلیل تیرکلی سقف چهارم دهانه ی(1-2)قاب محور**B** تحت بارزنده و مرده

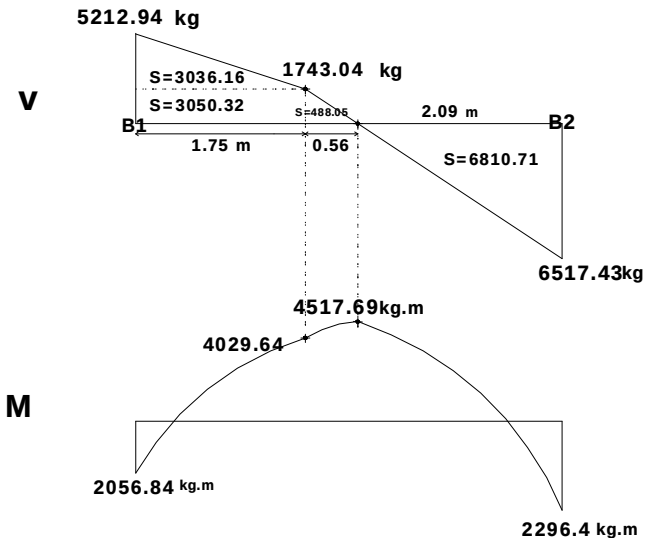
یافتن واکنشهای عمودی تکیه گاهی تحت بارمرده :

$$\sum M_{B1}=0\Rightarrow(-R_{B2}\times 4.4)+2296.4+(3117.16\times 2.65)(\frac{2.65}{2}\times 1.75)+(\frac{1.75}{2})(1982.8\times 1.75)$$

$$-2056.84=0\Rightarrow \quad R_{B2}=6517.43 \ \ kg$$

$$\sum F_y=0 \ \ \Rightarrow R_{B1}-(1982.8\times 1.75)-(3117.16\times 2.65)+6572.5=0 \ \ R_{B1}=5212.94 \ \ kg$$

ترسیم دیاگرامهای خمش و برش تحت بارمرده :



(شکل3-15)دیاگرامهای برش وخمش تیر سقف چهارم دهانه ی(1-2)قاب محور**B** تحت بارمرده

اطلاعات بدست آمده از شکل3-15جهت طراحی این تیر:

$$R_{B2\ DL}=6517.43 \ \ kg \quad , \quad R_{B1\ DL}=5212.94 \ \ kg$$

$$M_{max\ DL}=4631.33 \ \ kg.m \quad , \quad V_{max\ DL}=6572.5 \ \ kg$$

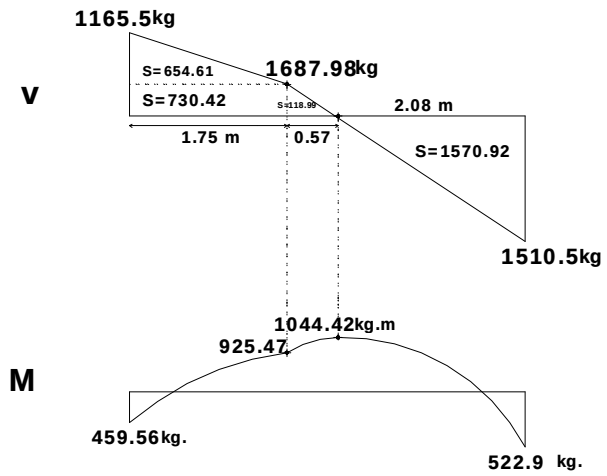
یافتن واکنشهای عمودی تکیه گاهی تحت بارزنده :

$$\sum M_{B1}=0\Rightarrow(-R_{B2}\times 4.4)+2296.4+(3117.16\times 2.65)(\frac{2.65}{2}\times 1.75)+(\frac{1.75}{2})(1982.8\times 1.75)$$

$$-1814.54=0\Rightarrow \quad R_{B2}=6572.5 \ \ kg$$

$$\sum F_y=0 \ \ \Rightarrow R_{B1}-(1982.8\times 1.75)-(3117.16\times 2.65)+6572.5=0 \ \ R_{B1}=5157.88 \ \ kg$$

ترسیم دیاگرامهای خمش و برش تحت بارزنده :



(شکل3-16)دیاگرامهای برش وخمش تیرسقف چهارم دهانه ی(1-2)قاب محور**B** تحت بارزنده

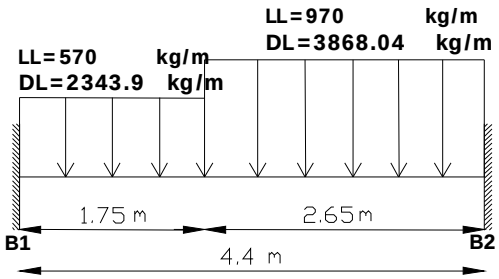
اطلاعات بدست آمده از شکل3-16جهت طراحی این تیر:

$$R_{B2\ LL}=1510.5 \ \ kg \quad , \quad R_{B1\ LL}=1165.5 \ \ kg$$

$$M_{max\ LL}=1044.42 \ \ kg.m \quad , \quad V_{max\ LL}=1510.5 \ \ kg$$

مقدار ممان حداکثر انتهایی نیز برابر با 522.92 کیلوگرم.متر است.

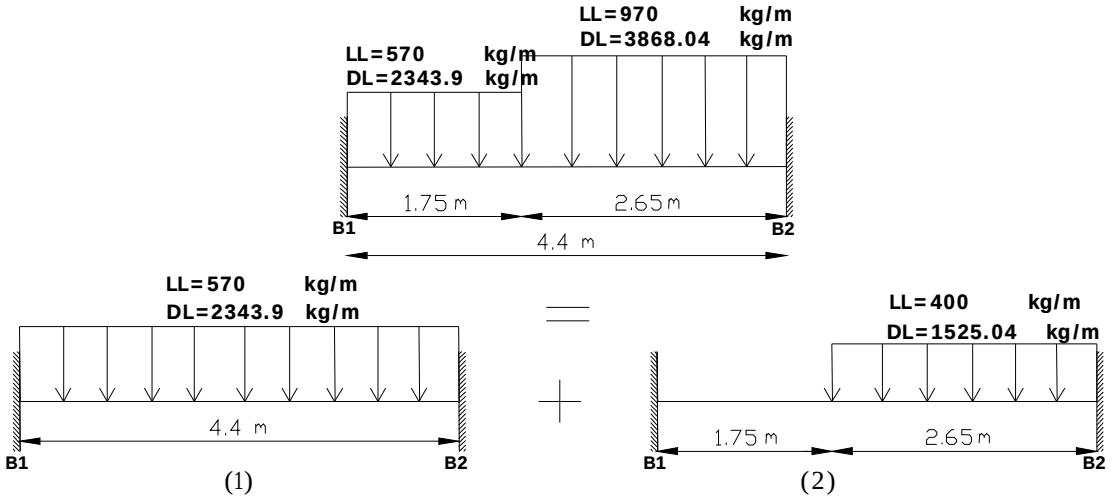
3-2-2-1-2- سقف سوم و دوم :



(شکل3-17)تحلیل تیر سقف سوم و دوم دهانه ی(1-2)قاب محورB

تحلیل تحت بار مرده(DL):

جهت تحلیل این تیر مشابه قسمت قبل(تحلیل تیر سقف چهارم)،تیر کلی را به دو بخش تیر 1و 2 تقسیم می کنیم و مشابه روند، بیان شده در قسمت قبل (3-2-2-1-2) عمل می کنیم.



(شکل3-18)تقسیم تیر سقف سوم و دوم دهانه ی(1-2)قاب محورB به دوبخش

تیر1:

ممان انتهایی: $M = 0.045ql^2 = 0.045 \times 2343.9 \times 4.4^2 = 2042 \ \ kg.m$

ممان انتهایی تکیه گاه چپ(B1)وتکیه گاه سمت راست(B2)دارای ممان های برابربا علامت مخالف هم هستند.علامت ممان تکیه گاه سمت راست مثبت و سمت چپ منفی است.

تیر2:

$$M_{B2}=\frac{ql}{12}.m(3m^2-8m+6)=\frac{1525.04\times4.4}{12}\times0.6(3\times0.6^2-8\times0.6+6)=764.96\ \ kg.m$$

$$M_{B1}=-\frac{ql}{12}.m^2(4-3m)=-\frac{1525.04\times4.4}{12}\times0.6^2(4-3\times0.6)=-442.87\ \ kg.m$$

پارامتر m برابر است با :$m=\frac{a}{l}=\frac{2.65}{4.4}=0.6$

ترکیب تیر 1و 2 تحت بارمرده:

$$M_{B2}=2042+764.96=2806.96\ \ kg.m$$

$$M_{B1}=-2042-442.87=-2484.87\ \ kg.m$$

تحلیل تحت بارزنده (LL):

جهت تحلیل تیر تحت بارزنده نیز، از شکل3-18،استفاده می کنیم.

تیر1:

ممان انتهایی: $M=0.045ql^2=0.045\times570\times4.4^2=496.58\ \ kg.m$

تیر2:

$$M_{B2}=\frac{ql}{12}.m(3m^2-8m+6)=\frac{400\times4.4}{12}\times0.6(3\times0.6^2-8\times0.6+6)=200.64\ \ kg.m$$

$$M_{B1} = -\frac{ql}{12}.m^2(4-3m) = -\frac{400\times 4.4}{12}\times 0.6^2(4-3\times 0.6) = -1116.16 \ \ kg.m$$

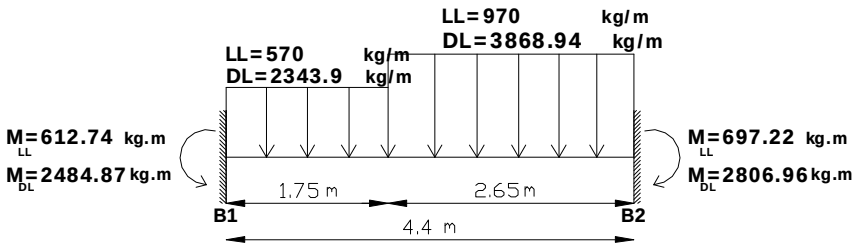
پارامتر m برابر است با :$m = \frac{a}{l} = \frac{2.65}{4.4} = 0.6$

ترکیب تیر 1و 2 تحت بارزنده:

$$M_{B2} = 496.58 + 200.64 = 697.22 \ \ kg.m$$

$$M_{B1} = -496.58 - 116.16 = -612.74 \ \ kg.m$$

?: با بدست آوردن لنگرهای تکیه گاهی حاصل از تیرهای 1و2،برای تیرشکل3-19، با نوشتن روابط تعادل لنگرهای تکیه گاهی و اطلاعات مورد نیاز بدست خواهد آمد.



(شکل3-19)تحلیل تیرکلی سقف سوم و دوم دهانه ی(1-2)قاب محورB تحت بارزنده و مرده

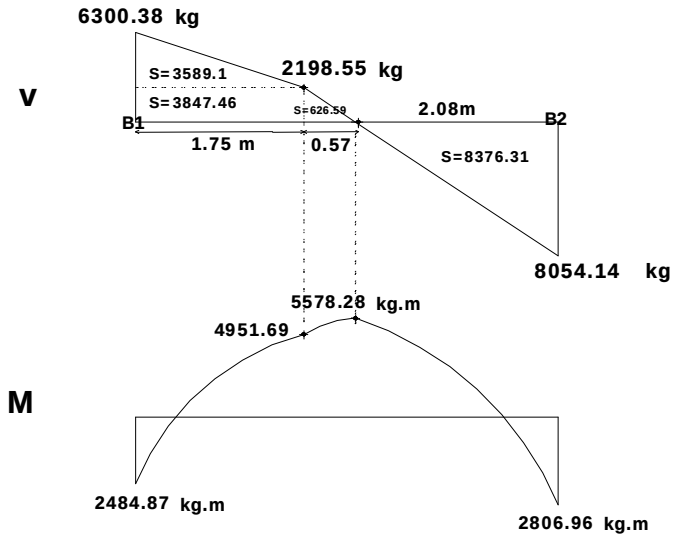
یافتن واکنشهای عمودی تکیه گاهی تحت بارمرده :

$$\sum M_{B1} = 0 \Rightarrow (-R_{B2}\times 4.4) + 2806.96 + (3868.94\times 2.65)(\frac{2.65}{2}\times 1.75) + (\frac{1.75}{2})(2343.9\times 1.75)$$

$$-2484.87 = 0 \Rightarrow \quad R_{B2} = 8054.14 \ \ kg$$

$$\sum F_y = 0 \ \ \Rightarrow R_{B1} - (2343.9\times 1.75) - (3868.94\times 2.65) + 8054.14 = 0 \ \ R_{B1} = 6300.38 \ \ kg$$

ترسیم دیاگرامهای خمش و برش تحت بارمرده :



(شکل3-20)دیاگرامهای برش وخمش تیرسقف سوم و دوم دهانه ی(1-2)قاب محورB تحت بارمرده

اطلاعات بدست آمده از شکل3-20جهت طراحی این تیر:

$R_{B2\ DL} = 8054.14\ kg$, $R_{B1\ DL} = 6300.38\ kg$

$M_{max\ DL} = 5578.28\ kg.m$, $V_{max\ DL} = 8054.14\ kg$

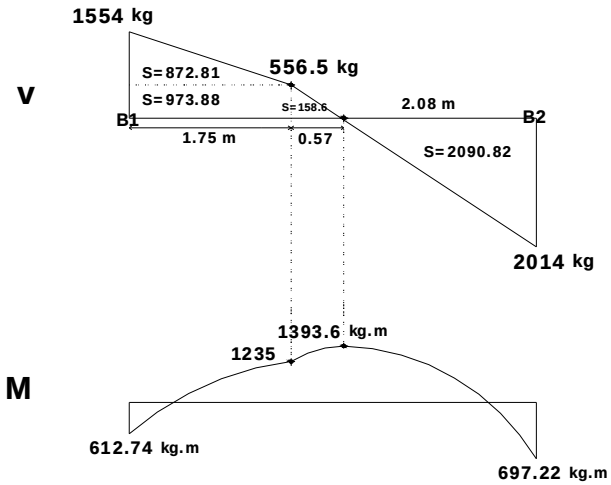
یافتن واکنشهای عمودی تکیه گاهی تحت بارزنده :

$$\sum M_{B1} = 0 \Rightarrow (-R_{B2} \times 4.4) + 679.22 + (970 \times 2.65)(\frac{2.65}{2} \times 1.75) + (\frac{1.75}{2})(570 \times 1.75)$$

$$-612.74 = 0 \Rightarrow \quad R_{B2} = 2014\ kg$$

$$\sum F_y = 0 \quad \Rightarrow R_{B1} - (570 \times 1.75) - (970 \times 2.65) + 2014 = 0 \quad R_{B1} = 1554\ kg$$

ترسیم دیاگرامهای خمش و برش تحت بارزنده :



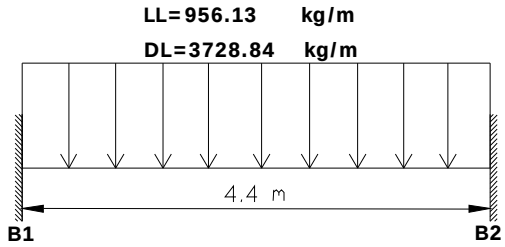
(شکل3-21)دیاگرامهای برش وخمش تیرسقف سوم و دوم دهانه ی(1-2)قاب محور**B** تحت بارزنده

اطلاعات بدست آمده از شکل3-16جهت طراحی این تیر:

$R_{B2\ LL} = 2014\ kg$, $R_{B1\ LL} = 1554\ kg$

$M_{max\ LL} = 1393.61\ kg.m$, $V_{max\ LL} = 2014\ kg$

3-2-2-1-3- سقف اول:



(شکل3-22)تحلیل تیر سقف اول دهانه ی(1-2)قاب محورB

تحلیل تحت بار مرده (DL):

ممان وسط: $M_{max} = 0.08ql^2 = 0.08 \times 3728.8 \times 4.4^2 = 5775.23 \ \ kg.m$

ممان انتهایی: $M = 0.045ql^2 = 0.045 \times 3728.8 \times 4.4^2 = 3248.57 \ \ kg.m$

برش تکیه گاهها: $V = 0.5ql = 0.5 \times 3728.8 \times 4.4 = 8203.45 \ \ kg$

واکنشهای تکیه گاهی: $B1_{DL} = B2_{DL} = 8203.45 \ \ kg$

تحلیل تحت بارزنده (LL):

ممان وسط: $M_{max} = 0.08ql^2 = 0.08 \times 956.13 \times 4.4^2 = 1480.85 \ \ kg.m$

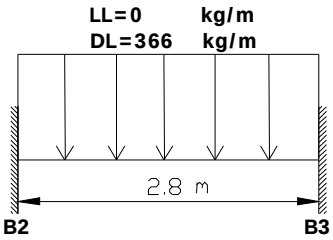
ممان انتهایی: $M = 0.045ql^2 = 0.045 \times 956.13 \times 4.4^2 = 832.98 \ \ kg.m$

برش تکیه گاهها: $V = 0.5ql = 0.5 \times 956.13 \times 4.4 = 2103.49 \ \ kg$

واکنشهای تکیه گاهی: $B1_{DL} = B2_{DL} = 2103.49 \ \ kg$

3-2-2-2-3- **دهانه**(2-3):

3-2-2-2-3-1- **سقف خرپشته**:



(شکل3-23)تحلیل تیر سقف خرپشته دهانه ی(2-3)قاب محور**B**

تحلیل تحت بار مرده (DL):

ممان وسط: $M_{max} = 0.08ql^2 = 0.08 \times 366 \times 2.8^2 = 229.56 \ \ kg.m$

ممان انتهایی: $M = 0.045ql^2 = 0.045 \times 0.08 \times 366 \times 2.8^2 = 129.12 \ \ kg.m$

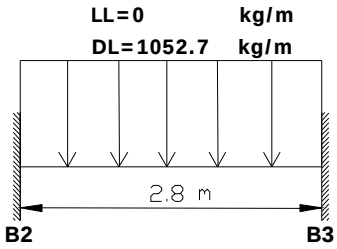
برش تکیه گاهها: $V = 0.5ql = 0.5 \times 366 \times 2.8 = 512.4 \ \ kg$

واکنشهای تکیه گاهی: $B2_{DL} = B3_{DL} = 512.4 \ \ kg$

تحلیل تحت بارزنده (LL):

بارزنده وارد بر تیر، برابر با صفر می باشد.در نتیجه مقادیر ممان،برش و واکنشهای تکیه گاهی برابر صفر خواهد بود.

3-2-2-2-2- **سقف چهارم**:



(شکل3-24)تحلیل تیر سقف چهارم دهانه ی(2-3)قاب محور**B**

تحلیل تحت بار مرده (DL):

ممان وسط: $M_{max} = 0.08ql^2 = 0.08 \times 1052.7 \times 2.8^2 = 660.2 \ \ kg.m$

ممان انتهایی: $M = 0.045ql^2 = 0.045 \times 1052.7 \times 2.8^2 = 371.39 \ \ kg.m$

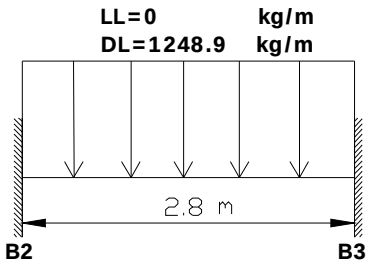
برش تکیه گاهها: $V = 0.5ql = 0.5 \times 1052.7 \times 2.8 = 1473.78 \ \ kg$

واکنشهای تکیه گاهی: $B2_{DL} = B3_{DL} = 1473.78 \ \ kg$

تحلیل تحت بارزنده (LL):

بارزنده وارد بر تیر، برابر با صفر می باشد.در نتیجه مقادیر ممان،برش و واکنشهای تکیه گاهی برابر صفر خواهد بود.

3-2-2-2-3- سقفهای سوم،دوم و اول:



(شکل3-25)تحلیل تیر سقفهای سوم،دوم و اول دهانه ی(2-3)قاب محورB

تحلیل تحت بار مرده (DL):

ممان وسط: $M_{max} = 0.08ql^2 = 0.08 \times 1248.9 \times 2.8^2 = 783.31 \ kg.m$

ممان انتهایی: $M = 0.045ql^2 = 0.045 \times 1248.9 \times 2.8^2 = 440.61 \ kg.m$

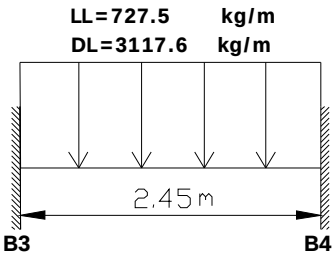
برش تکیه گاهها: $V = 0.5ql = 0.5 \times 1248.9 \times 2.8 = 1748.46 \ kg$

واکنشهای تکیه گاهی: $B2_{DL} = B3_{DL} = 1748.46 \ kg$

تحلیل تحت بارزنده (LL):

بارزنده وارد بر تیر، برابر با صفر می باشد.در نتیجه مقادیر ممان،برش و واکنشهای تکیه گاهی برابر صفر خواهد بود.

3-2-2-3- **دهانه**(3-4):



(شکل3-26)تحلیل تیر سقفهای چهارم دهانه ی(4-3)قاب محور**B**

3-2-2-3-1- **سقف چهارم**:

تحلیل تحت بار مرده (DL):

ممان وسط: $M_{max} = 0.08ql^2 = 0.08 \times 3117.6 \times 2.45^2 = 1497.07 \ \ kg.m$

ممان انتهایی: $M = 0.045ql^2 = 0.045 \times 3117.6 \times 2.45^2 = 842.1 \ \ kg.m$

برش تکیه گاهها: $V = 0.5ql = 0.5 \times 3117.6 \times 2.45 = 3819.06 \ \ kg$

واکنشهای تکیه گاهی: $B3_{DL} = B4_{DL} = 3819.06 \ \ kg$

تحلیل تحت بارزنده (LL):

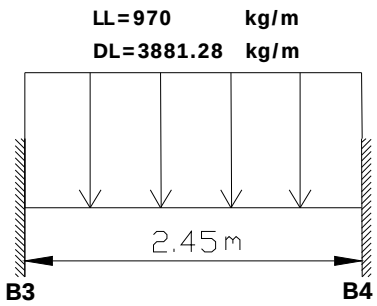
ممان وسط: $M_{max} = 0.08ql^2 = 0.08 \times 727.5 \times 2.45^2 = 349.35 \ \ kg.m$

ممان انتهایی: $M = 0.045ql^2 = 0.045 \times 727.5 \times 2.45^2 = 196.51 \ \ kg.m$

برش تکیه گاهها: $V = 0.5ql = 0.5 \times 727.5 \times 2.45 = 891.16 \ \ kg$

واکنشهای تکیه گاهی: $B3_{DL} = B4_{DL} = 891.16 \ \ kg$

3-2-2-3-2- سقفهای سوم،دوم و اول :



(شکل3-27)تحلیل تیر سقفهای سوم، دوم واول دهانه ی(4-3)قاب محورB

تحلیل تحت بار مرده (DL):

ممان وسط: $M_{max} = 0.08ql^2 = 0.08 \times 3881.28 \times 2.45^2 = 1863.79 \ \ kg.m$

ممان انتهایی: $M = 0.045ql^2 = 0.045 \times 3881.28 \times 2.45^2 = 1048.38 \ \ kg.m$

برش تکیه گاهها: $V = 0.5ql = 0.5 \times 3881.28 \times 2.45 = 4754.57 \ \ kg$

واکنشهای تکیه گاهی: $B3_{DL} = B4_{DL} = 4754.57 \ \ kg$

تحلیل تحت بارزنده (LL):

ممان وسط: $M_{max} = 0.08ql^2 = 0.08 \times 970 \times 2.45^2 = 465.79 \ \ kg.m$

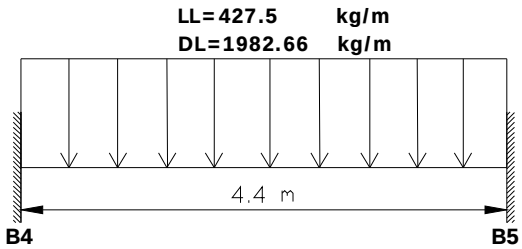
ممان انتهایی: $M = 0.045ql^2 = 0.045 \times 970 \times 2.45^2 = 262.01 \ \ kg.m$

برش تکیه گاهها: $V = 0.5ql = 0.5 \times 970 \times 2.45 = 1188.25 \ \ kg$

واکنشهای تکیه گاهی: $B3_{DL} = B4_{DL} = 1188.25 \ \ kg$

3-2-2-4- **دهانه**(4-5):

3-2-2-4-1- **سقف چهارم**:



(شکل3-28)تحلیل تیر سقف چهارم دهانه ی(4-5)قاب محور**B**

تحلیل تحت بار مرده (DL):

ممان وسط: $M_{max} = 0.08ql^2 = 0.08 \times 1982.66 \times 4.4^2 = 3070.74 \ \ kg.m$

ممان انتهایی: $M = 0.045ql^2 = 0.045 \times 1982.66 \times 4.4^2 = 1727.29 \ \ kg.m$

برش تکیه گاهها: $V = 0.5ql = 0.5 \times 1982.66 \times 4.4 = 4361.85 \ \ kg$

واکنشهای تکیه گاهی: $B4_{DL} = B5_{DL} = 4361.85 \ \ kg$

تحلیل تحت بارزنده (LL):

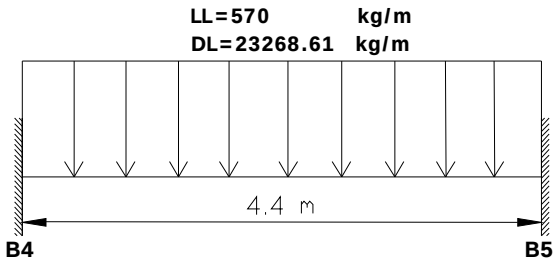
ممان وسط: $M_{max} = 0.08ql^2 = 0.08 \times 427.5 \times 4.4^2 = 662.11 \ \ kg.m$

ممان انتهایی: $M = 0.045ql^2 = 0.045 \times 427.5 \times 4.4^2 = 372.44 \ \ kg.m$

برش تکیه گاهها: $V = 0.5ql = 0.5 \times 427.5 \times 4.4 = 940.5 \ \ kg$

واکنشهای تکیه گاهی: $B4_{DL} = B5_{DL} = 940.5 \ \ kg$

3-2-2-4-2- سقفهای سوم،دوم و اول:



(شکل3-29)تحلیل تیر سقفهای سوم،دوم واول دهانه ی(4-5)قاب محورB

تحلیل تحت بار مرده (DL):

ممان وسط: $M_{max} = 0.08ql^2 = 0.08 \times 2368.61 \times 4.4^2 = 3668.5 \ \ kg.m$

ممان انتهایی: $M = 0.045ql^2 = 0.045 \times 2368.61 \times 4.4^2 = 2063.53 \ \ kg.m$

برش تکیه گاهها: $V = 0.5ql = 0.5 \times 2368.61 \times 4.4 = 5210.94 \ \ kg$

واکنشهای تکیه گاهی: $B4_{DL} = B5_{DL} = 5210.94 \ \ kg$

تحلیل تحت بارزنده (LL):

ممان وسط: $M_{max} = 0.08ql^2 = 0.08 \times 570 \times 4.4^2 = 882.82 \ \ kg.m$

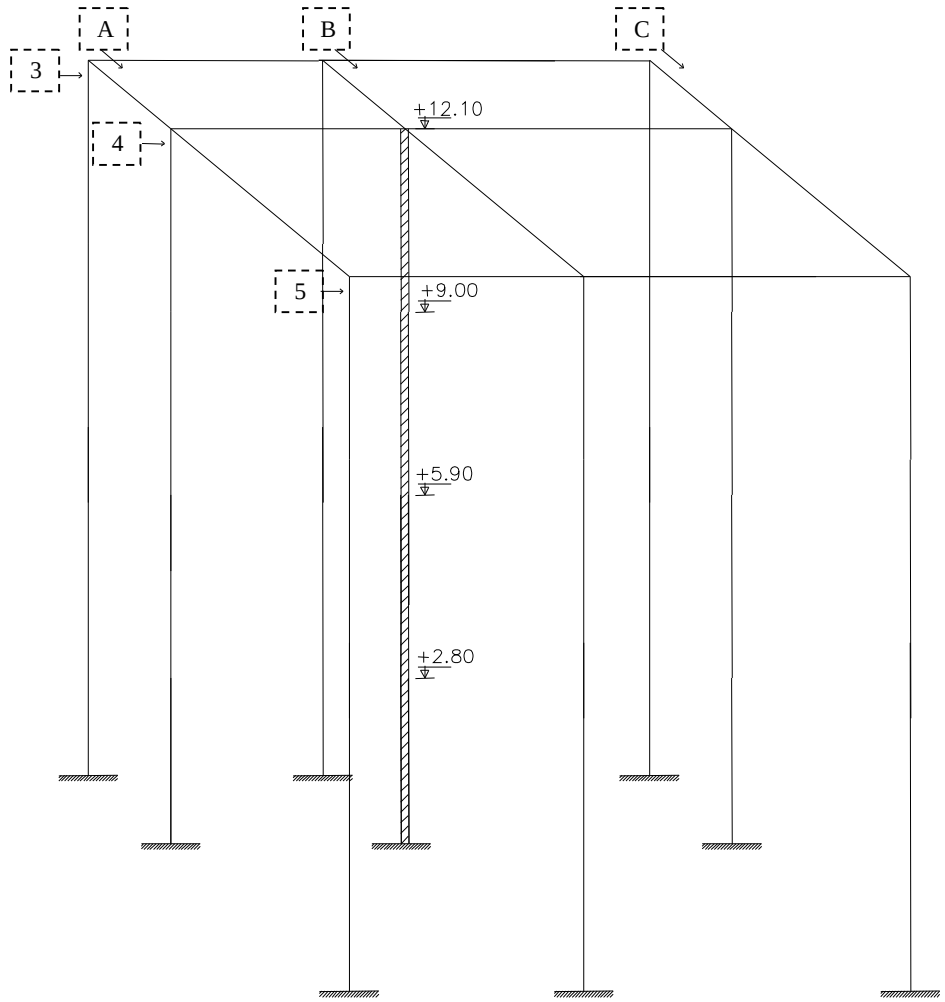
ممان انتهایی: $M = 0.045ql^2 = 0.045 \times 570 \times 4.4^2 = 496.58 \ \ kg.m$

برش تکیه گاهها: $V = 0.5ql = 0.5 \times 570 \times 4.4 = 1254 \ \ kg$

واکنشهای تکیه گاهی: $B4_{DL} = B5_{DL} = 1254 \ \ kg$

3-2-3- تحلیل بخشی از قاب محورA:

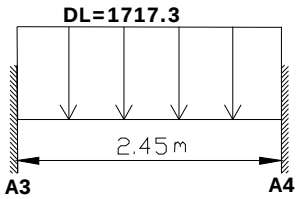
درفصل طراحی قصد داریم، تا ستونهای طبقه اول تا چهارم تقاطع محورهای4 و B را به صورت دستی طراحی کنیم، این ستونها در شکل (3-30)به صورت هاشور خورده مشخص شده است.بدین منظور نیازمند نیروهای محوری ستونهای 4A و4C (به ترتیب ستونهای تقاطع محورهای 4وA و ستونهای تقاطع محورهای 4 و C)هستیم. بنابراین ملزم به تحلیل دهانه ی (3-4) و دهانه ی (4-5)از قابهای محور A و محورC هستیم.



(شکل 3-30)قابهای مورد نیاز تحلیل و طراحی

3-2-3-1- **دهانه**(3-4):

3-2-3-1-1- **سقف چهارم**:



(شکل3-31)تحلیل تیر سقفهای چهارم دهانه ی(4-3)قاب محور**A**

تحلیل تحت بار مرده (DL):

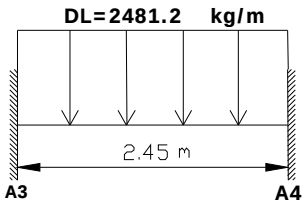
ممان وسط: $M_{max} = 0.08ql^2 = 0.08 \times 1717.3 \times 2.45^2 = 824.65 \ \ kg.m$

ممان انتهایی: $M = 0.045ql^2 = 0.045 \times 1717.3 \times 2.45^2 = 463.86 \ \ kg.m$

برش تکیه گاهها: $V = 0.5ql = 0.5 \times 1717.3 \times 2.45 = 2103.69 \ \ kg$

واکنشهای تکیه گاهی: $A3_{DL} = A4_{DL} = 2103.69 \ \ kg$

3-2-3-1-2- **سقفهای سوم،دوم و اول**:



(شکل3-32)تحلیل تیر سقفهای سوم، دوم واول دهانه ی(4-3)قاب محور**A**

تحلیل تحت بار مرده (DL):

ممان وسط: $M_{max} = 0.08ql^2 = 0.08 \times 2481.2 \times 2.45^2 = 1191.47 \ \ kg.m$

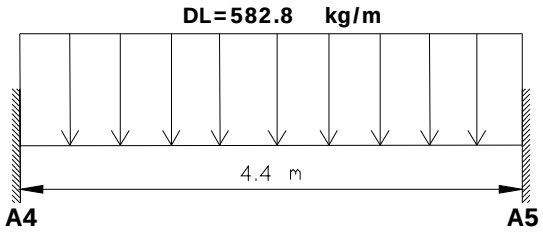
ممان انتهایی: $M = 0.045ql^2 = 0.045 \times 2481.2 \times 2.45^2 = 670.2 \ \ kg.m$

برش تکیه گاهها: $V = 0.5ql = 0.5 \times 2481.2 \times 2.45 = 3039.47 \ \ kg$

واکنشهای تکیه گاهی: $A3_{DL} = A4_{DL} = 2103.69 \ \ kg$

3-2-3-2- **دهانه**(4-5):

3-2-3-2-1- **سقف چهارم**:



(شکل3-33)تحلیل تیر سقف چهارم دهانه ی(4-5)قاب محور**A**

تحلیل تحت بار مرده (DL):

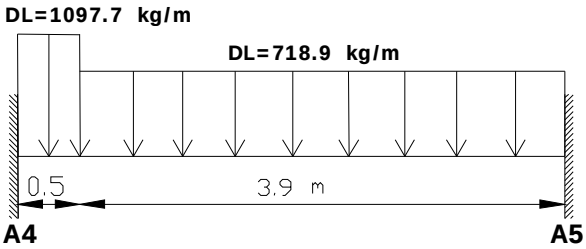
ممان وسط: $M_{max} = 0.08ql^2 = 0.08 \times 582.8 \times 4.4^2 = 902.64 \ \ kg.m$

ممان انتهایی: $M = 0.045ql^2 = 0.045 \times 582.8 \times 4.4^2 = 507.74 \ \ kg.m$

برش تکیه گاهها: $V = 0.5ql = 0.5 \times 582.8 \times 4.4 = 1282.16 \ \ kg$

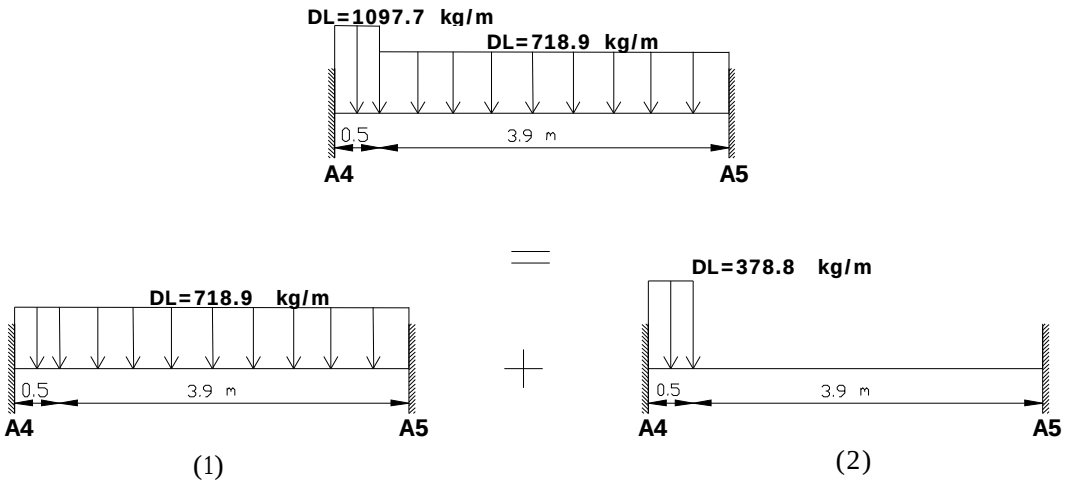
واکنشهای تکیه گاهی: $A4_{DL} = A5_{DL} = 1282.16 \ \ kg$

3-2-3-2-2- **سقفهای سوم،دوم و اول**:



(شکل3-34)تحلیل تیر سقفهای سوم،دوم واول دهانه ی(4-5)قاب محورA

تحلیل تحت بار مرده (DL):



(شکل3-35)تقسیم تیر سقف سوم ،دوم واول دهانه ی(4-5)قاب محورA به دوبخش

تیر1:

ممان انتهایی: $M = 0.045ql^2 = 0.045 \times 718.9 \times 4.4^2 = 626.31 \ \ kg.m$

تیر2:

$$M_{A4} = -\frac{ql}{12}.m(3m^2 - 8m + 6) = \frac{378.8 \times 4.4}{12} \times 0.11(3 \times 0.11^2 - 8 \times 0.11 + 6) = -78.79 \ \ kg.m$$

$$M_{A5} = \frac{ql}{12}.m^2(4 - 3m) = -\frac{378.8 \times 4.4}{12} \times 0.11^2(4 - 3 \times 0.11) = 0.79 \ \ kg.m$$

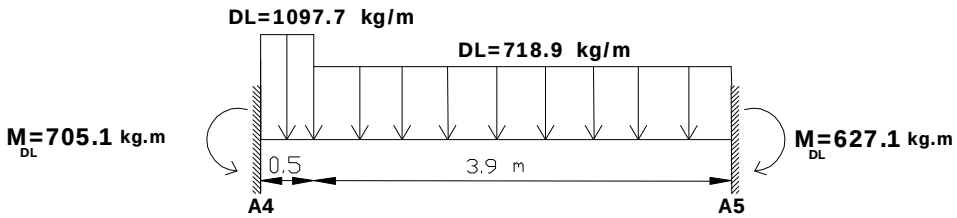
پارامتر m برابر است با :$m = \frac{a}{l} = \frac{0.5}{4.4} = 0.11$

ترکیب تیر 1و 2 تحت بارمرده:

$$M_{A4} = -626.31 - 78.79 = 705.1 \ \ kg.m$$

$$M_{A5} = -626.31 + 0.79 = -627.1 \ \ kg.m$$

?: با بدست آوردن لنگرهای تکیه گاهی حاصل از تیرهای 1و2،برای تیرشکل(3-36)، با نوشتن روابط تعادل، لنگرهای تکیه گاهی و اطلاعات مورد نیاز بدست خواهد آمد.



(شکل3-36)تحلیل تیرکلی سقف سوم ،دوم واول دهانه ی(4-5)قاب محور A تحت بارمرده

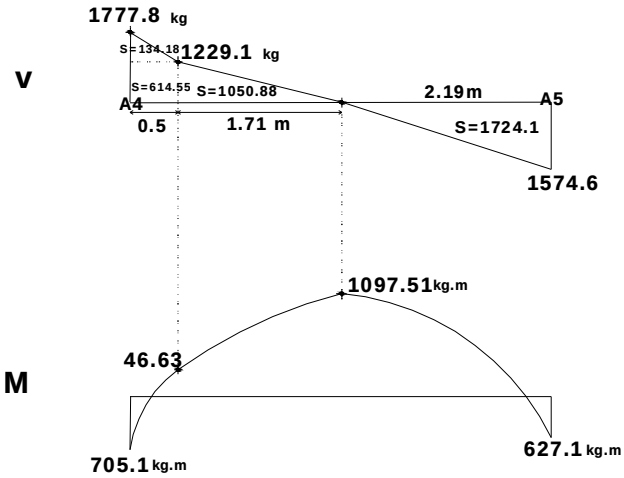
یافتن واکنشهای عمودی تکیه گاهی تحت بارمرده :

$$\sum M_{A4} = 0 \Rightarrow -705.1 - (R_{A5} \times 4.4) + (\frac{0.5}{2})(1097.41 \times 0.5) + (718.9 \times 3.9)(\frac{3.9}{2} + 0.5)$$

$$+627.1 = 0 \Rightarrow \ \ R_{A5} = 1574.6 \ \ kg$$

$$\sum F_y = 0 \ \ \Rightarrow R_{A4} - (1097.41 \times 0.5) - (718.9 \times 3.9) + 1574.6 = 0 \ \ R_{A4} = 1777.8 \ \ kg$$

ترسیم دیاگرامهای خمش و برش تحت بارمرده :

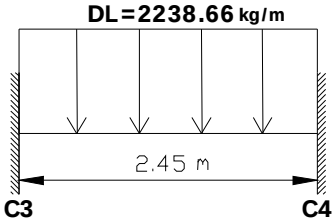


(شکل3-37)دیاگرامهای برش وخمش تیر سقف سوم ،دوم واول دهانه ی(4-5)قاب محور**A** تحت بارمرده

3-2-4- **تحلیل بخشی از قاب محورC:**

3-2-4-1- **دهانه**(3-4):

3-2-4-1-1- **سقف چهارم**:



(شکل3-38)تحلیل تیر سقف چهارم دهانه ی(3-4)قاب محور**C**

تحلیل تحت بار مرده (DL):

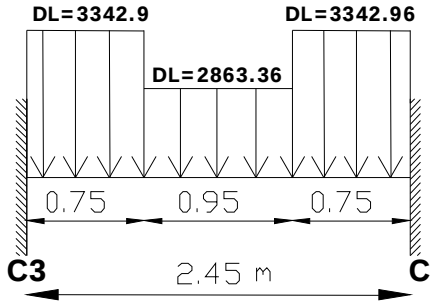
ممان وسط: $M_{max} = 0.08ql^2 = 0.08 \times 2238.66 \times 2.45^2 = 1075 \quad kg.m$

ممان انتهایی: $M = 0.045ql^2 = 0.045 \times 2238.66 \times 2.45^2 = 604.69 \quad kg.m$

برش تکیه گاهها: $V = 0.5ql = 0.5 \times 2238.66 \times 2.45 = 2742.36 \quad kg$

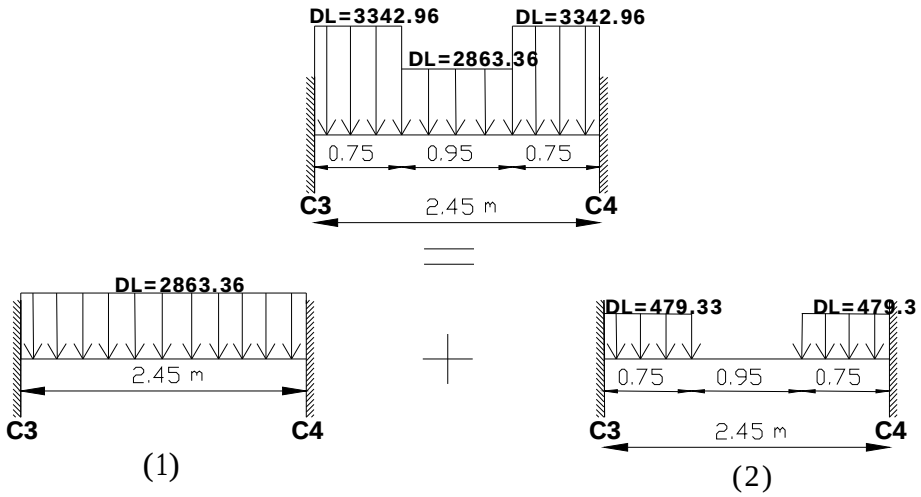
واکنشهای تکیه گاهی: $C3_{DL} = C4_{DL} = 2742.36 \quad kg$

3-2-4-1-2- سقفهای سوم،دوم و اول:



(شکل3-39)تحلیل تیر سقفهای سوم،دوم واول دهانه ی(3-4)قاب محورC

تحلیل تحت بار مرده (DL):



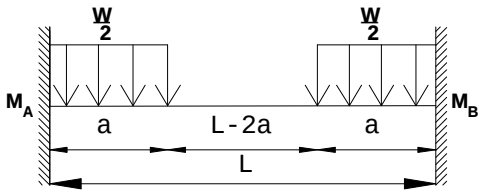
(شکل3-40)تقسیم تیر سقف سوم ،دوم واول دهانه ی(3-4)قاب محورC به دوبخش

تیر1:

ممان انتهایی: $M = 0.045ql^2 = 0.045 \times 2863.36 \times 2.45^2 = 773.43 \quad kg.m$

تیر2:

برای این تیر طبق کتاب تحلیل سازه ی مهندس شاپور طاحونی:



(شکل3-41) لنگرهای تکیه گاهی تحت یک نوع بارگذاری خاص

مقادیر لنگرهای تکیه گاهی برابر است با :

$$M_A = -M_B = -\frac{Wa}{12L}.m(3L-2a)$$

$$M_{C3} = -\frac{Wa}{12L}.m(3L-2a) = -\frac{958.66\times0.75}{12\times2.45}\times\big((3\times2.45)-(2\times0.75)\big) = -143.06 \quad kg.m$$

$$M_{C4} = \frac{Wa}{12L}.m(3L-2a) = -\frac{958.66\times0.75}{12\times2.45}\times\big((3\times2.45)-(2\times0.75)\big) = 143.06 \quad kg.m$$

مقدار W:

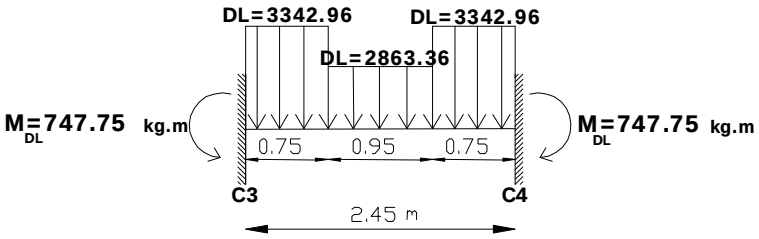
$$\frac{W}{2} = 479.33 \quad \rightarrow W = 958.66$$

ترکیب تیر 1و 2 تحت بارمرده:

$$M_{C3} = -143.06 - 604.69 = -747.75 \quad kg.m$$

$$M_{C4} = 143.06 + 604.69 = 747.75 \quad kg.m$$

?: با بدست آوردن لنگرهای تکیه گاهی حاصل از تیرهای 1و2،برای تیرشکل(3-42)، با نوشتن روابط تعادل، واکنشهای عمودی تکیه گاهی بدست خواهد آمد.



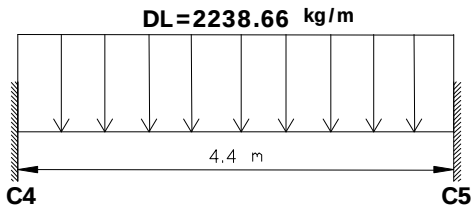
(شکل3-42)تحلیل تیرکلی سقف سوم ،دوم واول دهانه ی(3-4)قاب محورC تحت بارمرده

یافتن واکنشهای عمودی تکیه گاهی تحت بارمرده :

$$R_{C3} = R_{C4} = (3342.96 \times 0.75) + (\frac{2863.36 \times 0.95}{2}) = 3867.32 \quad \Rightarrow \quad R_{C3} = R_{C4} = 3867.32 \ \ kg$$

3-2-4-2- **دهانه**(4-5):

3-2-4-2-1- **سقف چهارم**:



(شکل3-43)تحلیل تیر سقف چهارم دهانه ی(4-5)قاب محورC

تحلیل تحت بار مرده (DL):

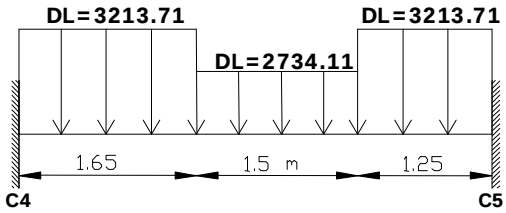
ممان وسط: $M_{max} = 0.08ql^2 = 0.08 \times 2238.66 \times 4.4^2 = 3467.24 \ \ kg.m$

ممان انتهایی: $M = 0.045ql^2 = 0.045 \times 2238.66 \times 4.4^2 = 1950.32 \ \ kg.m$

برش تکیه گاهها: $V = 0.5ql = 0.5 \times 2238.66 \times 4.4 = 4925.05 \ \ kg$

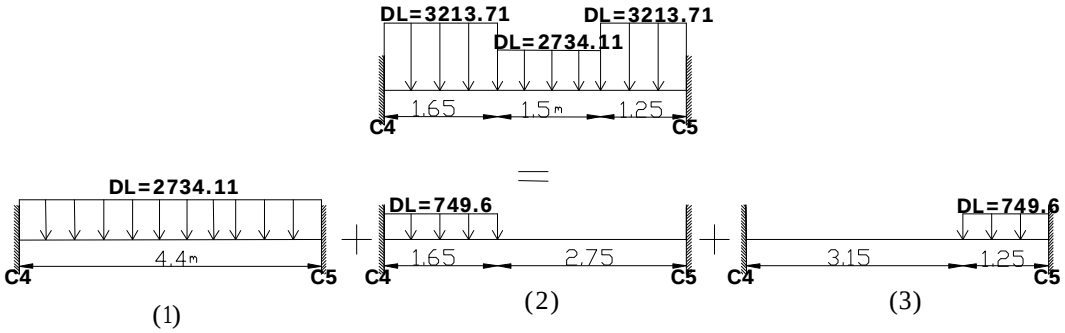
واکنشهای تکیه گاهی: $C4_{DL} = C5_{DL} = 4925.05 \ \ kg$

3-2-4-2-2- سقفهای سوم،دوم:



(شکل3-44) تحلیل تیر سقفهای سوم ودوم دهانه ی(4-5)قاب محورC

تحلیل تحت بار مرده (DL):



(شکل3-45)تقسیم تیر سقف سوم ودوم دهانه ی(4-5)قاب محورC به سه بخش

تیر1:

ممان انتهایی: $M = 0.045ql^2 = 0.045 \times 2734.11 \times 4.4^2 = 2381.96 \quad kg.m$

تیر2:

$$M_{C4} = -\frac{ql}{12}.m(3m^2 - 8m + 6) = -\frac{479.6 \times 4.4}{12} \times 0.375(3 \times 0.375^2 - 8 \times 0.375 + 6) = -225.66 \quad kg.m$$

$$M_{C5} = \frac{ql}{12}.m^2(4 - 3m) = \frac{479.6 \times 4.4}{12} \times 0.375^2(4 - 3 \times 0.375) = 71.1 \quad kg.m$$

پارامتر m برابر است با: $m = \frac{a}{l} = \frac{1.65}{4.4} = 0.375$

تیر3:

$$M_{C4} = -\frac{ql}{12}.m^2(4-3m) = -\frac{479.6\times4.4}{12}\times0.284^2(4-3\times0.284) = -44.05 \ \ kg.m$$

$$M_{C5} = \frac{ql}{12}.m(3m^2-8m+6) = \frac{479.6\times4.4}{12}\times0.284(3\times0.284^2-8\times0.284+6) = 198.27 \ \ kg.m$$

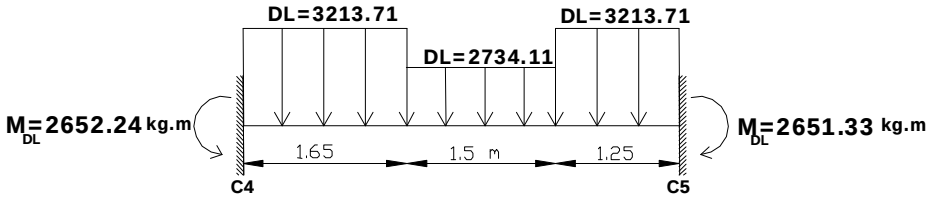
پارامتر m برابر است با :$m = \frac{a}{l} = \frac{1.25}{4.4} = 0.284$

ترکیب تیر 1، 2 و3 تحت بارمرده:

$$M_{C4} = -2381.96 - 225.66 - 44.05 = -2652.27 \ \ kg.m$$

$$M_{C5} = 2381.96 + 71.1 + 198.27 = 2651.33 \ \ kg.m$$

?: با بدست آوردن لنگرهای تکیه گاهی حاصل از تیرهای 1و2،برای تیرشکل(3-46)، با نوشتن روابط تعادل، واکنشهای عمودی تکیه گاهی بدست خواهد آمد.



(شکل3-46)تحلیل تیرکلی سقف سوم ودوم دهانه ی(4-5)قاب محور C تحت بارمرده

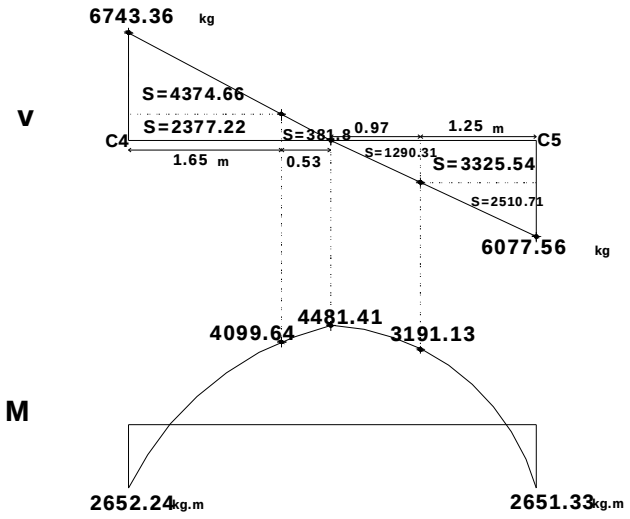
یافتن واکنشهای عمودی تکیه گاهی تحت بارمرده :

$$\sum M_{C4} = 0 \Rightarrow -2651.33 + (R_{C5}\times4.4) - (\frac{1.25}{2}+3.15)(3213.71\times1.25) - (2734.11\times1.5)(\frac{1.5}{2}+1.65)$$

$$-(3213.71\times1.65)(\frac{1.65}{2}) + 2652.24 = 0 \Rightarrow \ \ R_{C5} = 6677.56 \ \ kg$$

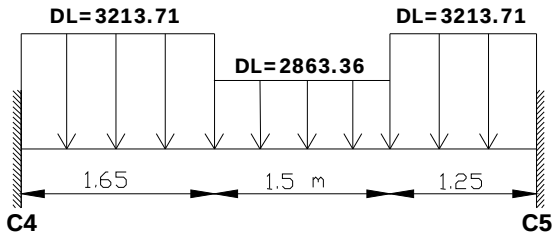
$$\sum F_y = 0 \ \ \Rightarrow R_{C4} - (3213.71\times1.65) - (2734.11\times1.5) - (3213.71\times1.25) + 6677.56 = 0 \ \ R_{C4} = 6743.36 \ \ kg$$

ترسیم دیاگرامهای خمش و برش تحت بارمرده :



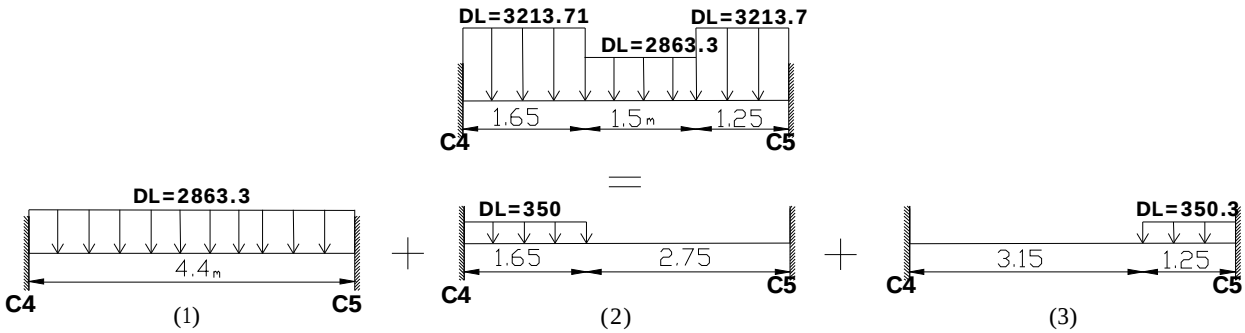
(شکل3-47)دیاگرامهای برش وخمش تیر سقف سوم ،دوم دهانه ی(4-5) قاب محورC تحت بارمرده

3-2-4-2-3- سقف اول:



(شکل3-48)تحلیل تیر سقف اول دهانه ی(4-5)قاب محورC

تحلیل تحت بار مرده (DL):



(شکل3-49)تقسیم تیر سقف اول دهانه ی(4-5)قاب محورC به سه بخش

تیر1:

ممان انتهایی: $M = 0.045ql^2 = 0.045 \times 2863.36 \times 4.4^2 = 2494.56 \quad kg.m$

تیر2:

$$M_{C4} = -\frac{ql}{12}.m(3m^2 - 8m + 6) = -\frac{350 \times 4.4}{12} \times 0.375(3 \times 0.375^2 - 8 \times 0.375 + 6) = -164.08 \quad kg.m$$

$$M_{C5} = \frac{ql}{12}.m^2(4 - 3m) = \frac{350 \times 4.4}{12} \times 0.375^2(4 - 3 \times 0.375) = 51.88 \quad kg.m$$

تیر3:

$$M_{C4} = -\frac{ql}{12}.m^2(4 - 3m) = -\frac{350 \times 4.4}{12} \times 0.284^2(4 - 3 \times 0.284) = -32.58 \quad kg.m$$

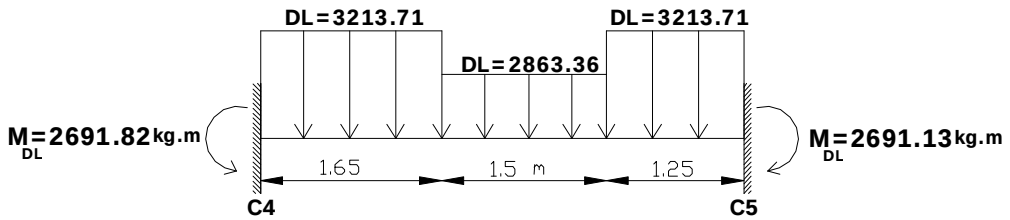
$$M_{C5} = \frac{ql}{12}.m(3m^2 - 8m + 6) = \frac{350 \times 4.4}{12} \times 0.284(3 \times 0.284^2 - 8 \times 0.284 + 6) = 144.6 \quad kg.m$$

ترکیب تیر 1، 2 و3 تحت بارمرده:

$$M_{C4} = -2494.56 - 164.68 - 32.58 = -2691.82 \quad kg.m$$

$$M_{C5} = 2494.56 + 51.88 + 144.69 = 2691.13 \quad kg.m$$

?: با بدست آوردن لنگرهای تکیه گاهی حاصل از تیرهای 1و2،برای تیرشکل(3-50)، با نوشتن روابط تعادل، واکنشهای عمودی تکیه گاهی بدست خواهد آمد.



(شکل3-50)تحلیل تیرکلی سقف اول دهانه ی(4-5)قاب محورC تحت بارمرده

یافتن واکنشهای عمودی تکیه گاهی تحت بارمرده :

$$\sum M_{C4}=0\Rightarrow 2691.13-(R_{C5}\times 4.4)+(\frac{1.25}{2}+3.15)(3213.71\times 1.25)+(2863.36\times 1.5)(\frac{1.5}{2}+1.65)$$
$$+(3213.71\times 1.65)(\frac{1.65}{2})-2691.82=0\Rightarrow \quad R_{C5}=6783.36 \ \ \text{kg}$$

$$\sum F_y=0 \ \ \Rightarrow R_{C4}-(3213.71\times 1.65)-(2863.36\times 1.5)-(3213.71\times 1.25)+6783.36=0 \ \ R_{C4}=6831.44 \ \ \text{kg}$$

؟ فصل چهارم :

طراحی

فصل چهارم

طراحی

با اتمام مرحله ی بارگذاری و تحلیل قابها،نوبت به تهیه خروجی که درواقع طراحی می باشد، می رسد. دراین فصل به طراحی تمامی تیرهای دهانه ی (1-2) از قاب محورBو ستونهای طبقه اول تا چهارم تقاطع محورهای4 و B می پردازیم.

جهت طراحی تیرها، نیاز به ماکزیمم لنگرونیروی برشی وارد برتیر وجهت طراحی ستونها، نیاز به ماکزیمم نیروی محوری وارد برستون، لنگر های انتهایی که در اثر بارهای تقلی زنده و مرده و بار جانبی زلزله بوجود می آید می باشد. ترکیب بارهای مورد استفاده، با توجه به آیین نامه ی آبا و مبحث نهم مقررات ملی ساختمان انتخاب می گردد.

4-1- اثر کاهش بارزنده بر روی تیرو ستونها:

طبق 6-3-8 مبحث ششم بارهای وارد برساختمان، در شرایطی می توان مقادیربارزنده ی وارد برتیرو ستونها را کاهش داد، درفصل تحلیل تیرها و ستونها بدون در نظر گرفتن این امرمورد تحلیل قرارگرفته اند.اکنون که به طراحی دستی تعدادی از تیرو ستونها خواهیم پرداخت این امررا به طور دقیق مورد بررسی قرار می دهیم.درمورد تیرهای مورد طراحی باید گفت که هیچکدام، مشمول این بند نمی گردند و در مورد ستونها نیز، ستونهایی که نیاز به نیروهای محوری آن داریم مورد تحلیل تحت این کاهش بارزنده قرار خواهند گرفت.با توجه به بند 6-3-8 مبحث ششم بارهای وارد برساختمان، اثر کاهش بارهای زنده در کلیه ی کفها به جز کف بامها، کارخانه ها، کارگاهها، انبارها، محل پیاده خودروها و محل های اجتماع و ازدحام، مقدار بارزنده را می توان براساس ضوابط دوبند(6-3-8-2 و 6-3-8-3) همان آیین نامه کاهش داد. مقدارکاهش در هر حالت نباید بیشتر از 50 درصد باشد.

طبق بند 6-3-8-3 مبحث ششم بارهای وارد برساختمان، درطراحی ستونهایی که بارچند طبقه را تحمل می نمایندوجمع سطوح بارگیرآنها، که مشمول سطوح یادشده در بند6-3-8-1 نمی شود، از 18 متر مربع بیشتر است، مقدار کاهش بار زنده برابر با بزرگترین دو مقدار زیراست:

الف: $R_1 = 100(0.7 - \frac{3}{\sqrt{A}})$ که در این رابطه، A سطح بارگیرویا جمع سطوح بارگیرعضو به مترمربع، R نیز مقدارکاهش بارزنده به درصد است.

ب: اگرستون باریک طبقه را تحمل می نماید(صفردرصد)، اگر ستون باردوطبقه را تحمل می نماید.(10درصد)، اگر ستون بار سه طبقه را تحمل می نماید(20درصد)، اگر ستون بارچهار طبقه را تحمل می نماید.(30درصد)، اگر ستون بارپنج طبقه را تحمل می نماید.(40درصد)وچنانچه عضو، بارشش طبقه و بیشتر را تحمل نماید(50درصد).

4-1-1- نیروی محوری ستون B4 دراثر بارزنده :

4-1-1-1- ستون طبقه چهارم:

مساحت بارگیراین ستون از 18 متر مربع بیشتر است(18.79) ولی طبق بند 6-3-8-1 آیین نامه مبحث ششم،کف بامها مشمول کاهش سربار نمی گردد و مقداربارزنده برابرخواهد بود با:

$$q_{LL} = 18.79m^2 \times 150\frac{kg}{m^2} = 2818.50 \ \ kg \ ; \ 2.82 \ \ ton$$

4-1-1-2- ستون طبقه سوم:

مساحت بارگیرستون: $18.79\times2 = 37.58$ 37.58 متر مربع> 18 متر مربع

$$q_{LL} = 150\frac{kg}{m^2} \le 400\frac{kg}{m^2} \quad , \quad R_1 = 10\% \quad , \quad R_2 = 100(0.7 - \frac{3}{\sqrt{A}}) = 100(0.7 - \frac{3}{\sqrt{37.85}}) = 21.06$$

$$R = Max\{R_1, R_2\} = 21.06\%$$

$$q_{LL} = \left(18.79m^2 \times (1 - 0.0.2106)200\frac{kg}{m^2}\right) + 2818.5kg = 5942.95 \ \ kg \ ; \ 5.94 \ \ ton$$

4-1-1-3- ستون طبقه دوم:

مساحت بارگیرستون: $18.79\times3 = 56.37$ 56.37 متر مربع> 18 متر مربع

$$q_{LL} = 150\frac{kg}{m^2} \le 400\frac{kg}{m^2} \quad , \quad R_1 = 20\% \quad , \quad R_2 = 100(0.7 - \frac{3}{\sqrt{A}}) = 100(0.7 - \frac{3}{\sqrt{56.37}}) = 30.04$$

$$R = Max\{R_1, R_2\} = 30.04\%$$

$$q_{LL} = \left(18.79m^2 \times (1 - 0.0.3004)200\frac{kg}{m^2}\right) + 5942.95kg = 8572.05 \ \ kg \ ; \ 8.57 \ \ ton$$

4-1-1-4- ستون طبقه اول:

مساحت بارگیرستون(B4): 18.79×4 =75.16 75.16 متر مربع> 18 متر مربع

$$q_{LL}=150\frac{kg}{m^2}\le 400\frac{kg}{m^2} \quad , \quad R_1=30\% \quad , \quad R_2=100(0.7-\frac{3}{\sqrt{A}})=100(0.7-\frac{3}{\sqrt{75.16}})=35.4$$

$$R=\text{Max}\{R_1,R_2\}=35.4\%$$

$$q_{LL}=\left(18.79m^2\times(1-0.0.354)200\frac{kg}{m^2}\right)+8572.05kg=10999.72 \quad kg \; ; \; 11 \quad ton$$

4-1-2- نیروی محوری ستون A4 دراثر بارزنده :

4-1-2-1- ستون طبقه چهارم:

کف بامها مشمول کاهش بار زنده نیستند، اگرچه مساحت بارگیر ستون، کمتر از 18 متر مربع است.

مساحت بارگیرستون: 7.75 متر مربع $q_{LL}=7.75m^2\times150\frac{kg}{m^2}=1162.5 \quad kg$

4-1-2-2- ستون طبقه سوم:

مساحت بارگیرستون: 2×7.75=15.5 متر مربع. 15.5 متر مربع< 18 متر مربع

$$q_{LL}=\left(7.75m^2\times200\frac{kg}{m^2}\right)+1162.5kg=2712.5 \quad kg$$

4-1-2-3- ستون طبقه دوم:

مساحت بارگیرستون: 3×7.75=23.25 متر مربع. 23.25 متر مربع> 18 متر مربع

$$R_1=20\% \quad , \quad R_2=100(0.7-\frac{3}{\sqrt{A}})=100(0.7-\frac{3}{\sqrt{23.25}})=7.78$$

$$R=\text{Max}\{R_1,R_2\}=20\%$$

$$q_{LL}=\left(7.75m^2\times(1-0.2)200\frac{kg}{m^2}\right)+2712.5kg=3952.5 \quad kg$$

4-1-2-4- ستون طبقه اول:

مساحت بارگیرستون: 4×7.75=31 متر مربع. 31متر مربع> 18 متر مربع

$$R_1 = 30\% \quad , \quad R_2 = 100(0.7 - \frac{3}{\sqrt{A}}) = 100(0.7 - \frac{3}{\sqrt{31}}) = 16.12$$

$$R = \text{Max}\{R_1, R_2\} = 30\%$$

$$q_{LL} = \left(7.75m^2 \times (1-0.3)200\frac{kg}{m^2}\right) + 3952.5kg = 5037.5 \quad kg$$

4-1-3- نیروی محوری ستون C4 دراثر بارزنده :

4-1-3-1- ستون طبقه چهارم:

کف بامها مشمول کاهش بار زنده نیستند، اگرچه مساحت بارگیر ستون، کمتر از 18 متر مربع است.

مساحت بارگیرستون(C4) 11.04=6.98+4.06 متر مربع $q_{LL} = 11.04m^2 \times 150\frac{kg}{m^2} = 1656 \quad kg$

4-1-3-2- ستون طبقه سوم:

مساحت بارگیرستون(C4):2×11.04=22.08 متر مربع. 22.08متر مربع> 18 متر مربع

$$R_1 = 10\% \quad , \quad R_2 = 100(0.7 - \frac{3}{\sqrt{A}}) = 100(0.7 - \frac{3}{\sqrt{22.08}}) = 6.16$$

$$R = \text{Max}\{R_1, R_2\} = 10\%$$

$$q_{LL} = \left(11.04m^2 \times (1-0.1)200\frac{kg}{m^2}\right) + 1656kg = 3552.2 \quad kg$$

4-1-3-1-4- **ستون طبقه دوم**:

مساحت بارگیرستون(C4):3×11.04=34.12 متر مربع. 34.12متر مربع> 18 متر مربع

$$R_1 = 20\% \quad , \quad R_2 = 100(0.7 - \frac{3}{\sqrt{A}}) = 100(0.7 - \frac{3}{\sqrt{34.12}}) = 18.64$$

$$R = \text{Max}\{R_1, R_2\} = 20\%$$

$$q_{LL} = \left(11.04m^2 \times (1-0.2)200\frac{kg}{m^2}\right) + 3552.2kg = 5318.6 \quad kg$$

4-1-3-1-4- **ستون طبقه اول**:

مساحت بارگیرستون: 4×11.04=44.16 متر مربع. 44.16متر مربع> 18 متر مربع

$$R_1 = 30\% \quad , \quad R_2 = 100(0.7 - \frac{3}{\sqrt{A}}) = 100(0.7 - \frac{3}{\sqrt{44.16}}) = 24.86$$

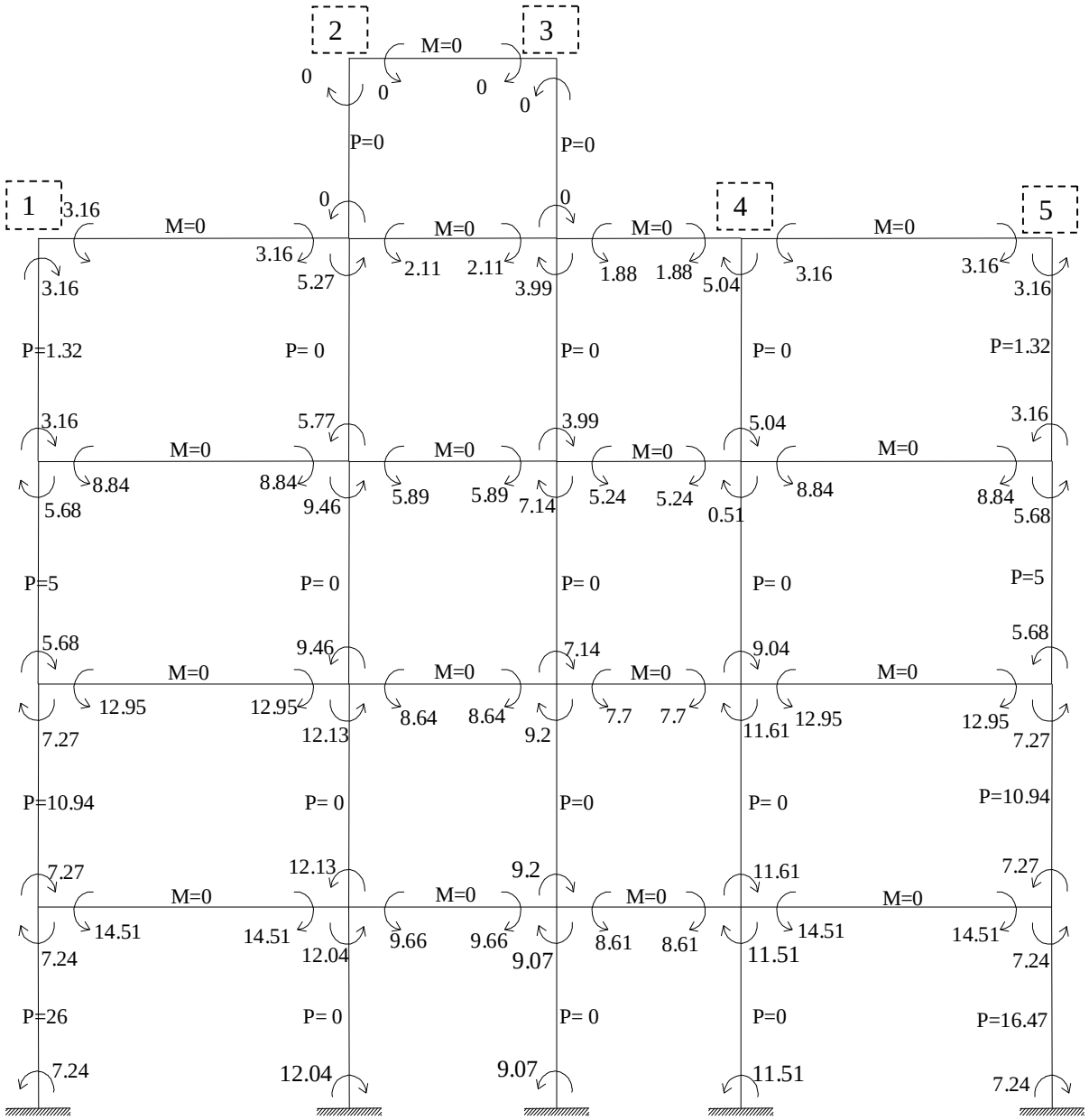
$$R = \text{Max}\{R_1, R_2\} = 30\%$$

$$q_{LL} = \left(11.04m^2 \times (1-0.3)200\frac{kg}{m^2}\right) + 5318.6kg = 6864.2 \quad kg$$

4-2- **نمایش لنگرها و نیروهای بدست آمده از تحلیل برروی قابهای Bو4** :

به دلیل اینکه قصد طراحی تیرهای دهانه ی (1-2) قاب محورB و ستونهای طبقه ی اول تا چهارم تقاطع دومحورB و4 (که به اختصاربا4B نشان می دهیم) داریم، بهتر است نتایج حاصل از تحلیل این قابها را تحت هریک از نیروهای ثقلی زنده و مرده و زلزله برروی خود قابها نمایش دهیم، لازم به ذکر است که بدلیل طراحی دستی ستون های B4 ودرنظر گرفتن اثر کاهش بارزنده برروی این ستونها از درج بار محوری تحت بارزنده دراین قابها که در بخش تحلیل بدست آمده صرف نظر می کنیم و درعوض از مقادیر بدست آمده از بخش (4-1-1) استفاده می کنیم، این مقادیر در جدول(4-4) درنظر گرفته شده است.در ضمن نتایج حاصل از بخشهای(3-2-3) و(3-2-4) فصل تحلیل نیز درطراحی ستون استفاده می شود که در جدولهای (4-5) و(4-6) آمده است.

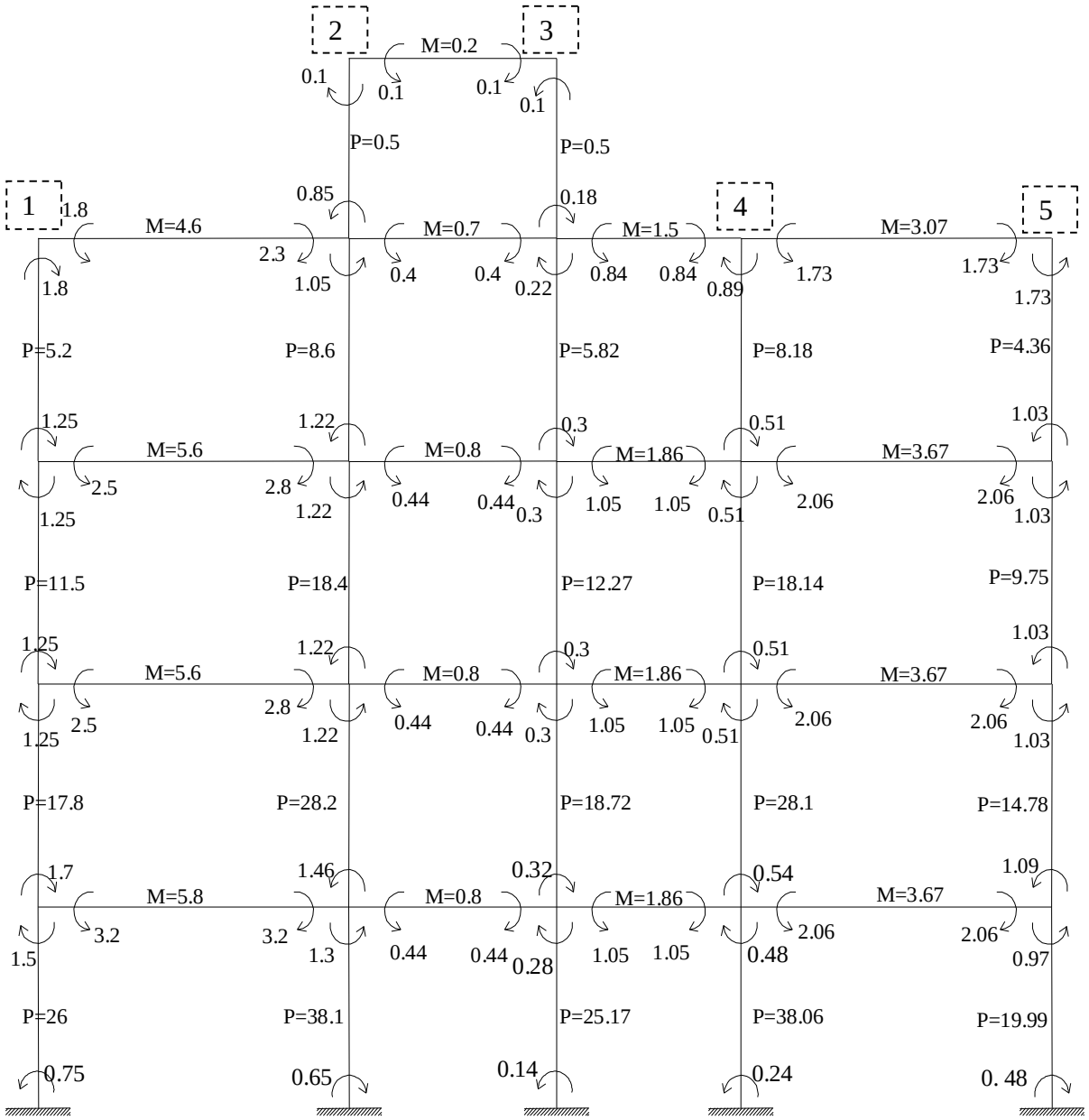
4-2-1- لنگرها و نیروهای وارد برقاب محورB، تحت بارزلزله:



(شکل4-1)لنگرها و نیروهای وارد برقاب محورB، تحت بارزلزله

تمامی لنگرها درواحد ton.m و نیروهای محوری در واحدton می باشند.نیروهای محوری با علامت P ولنگرهای میانی تیرها با M مشخص شده است. لنگر های کناری تیر وستونها بدون علامت درج شده اند.

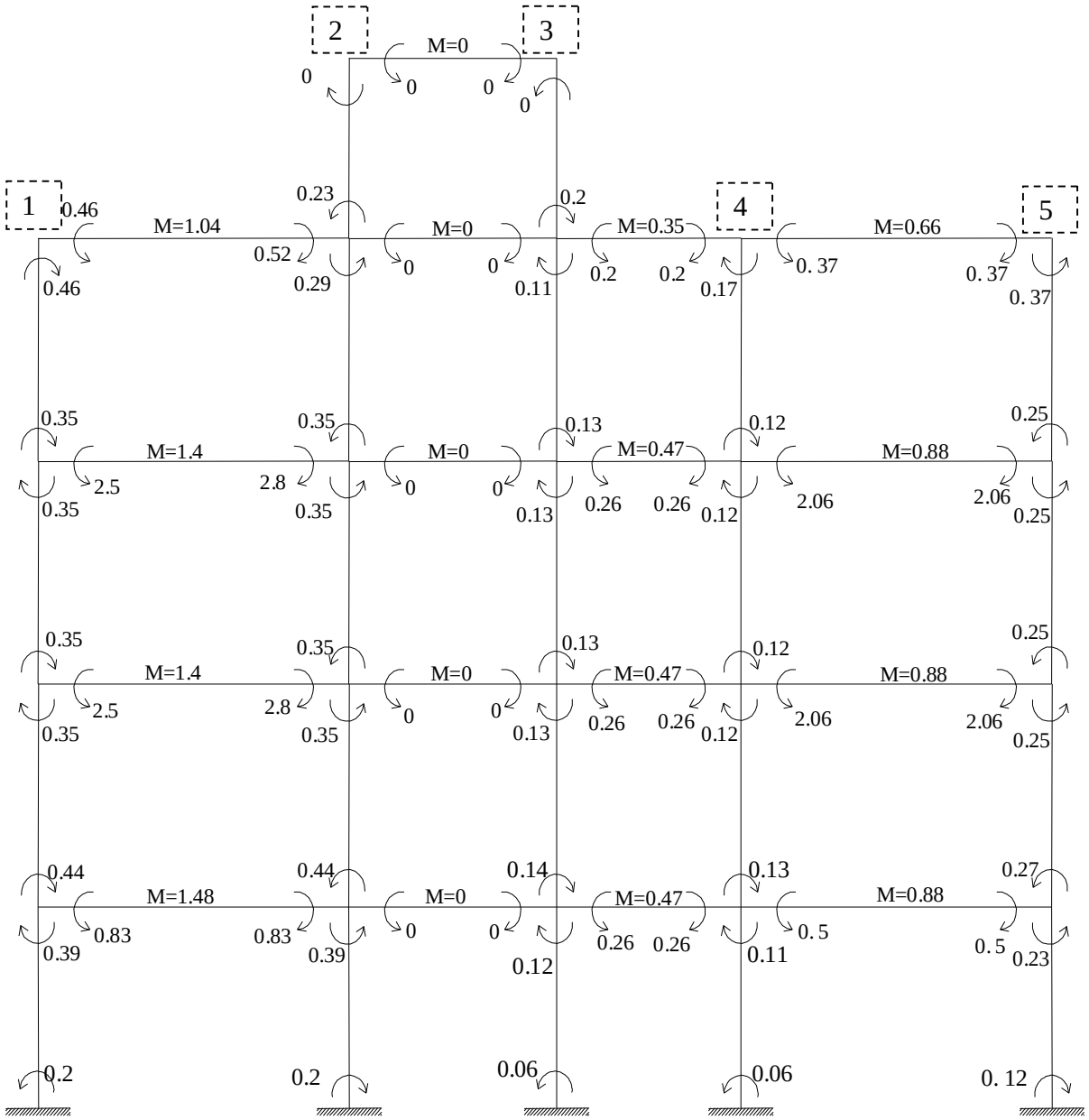
4-2-2-لنگر ها و نیروهای وارد برقاب محورB، تحت بارمرده:



(شکل4-2)لنگرها و نیروهای وارد برقاب محورB، تحت بارمرده

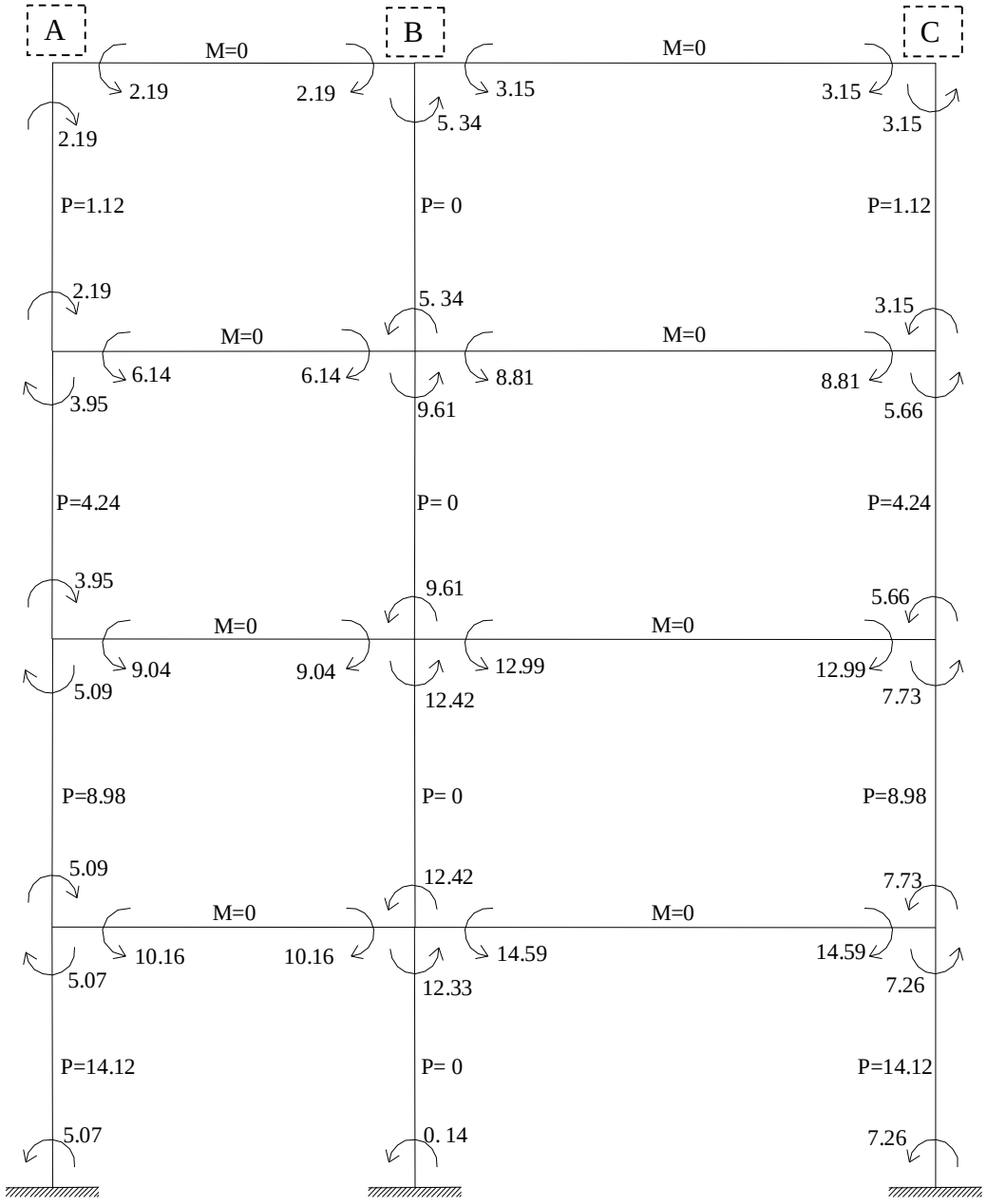
لنگرهای وسط هر یک ازتیرها، با علامتM نشان داده شده است.

4-2-3- لنگرها ونیروهای وارد برقاب محورB، تحت بارزنده:



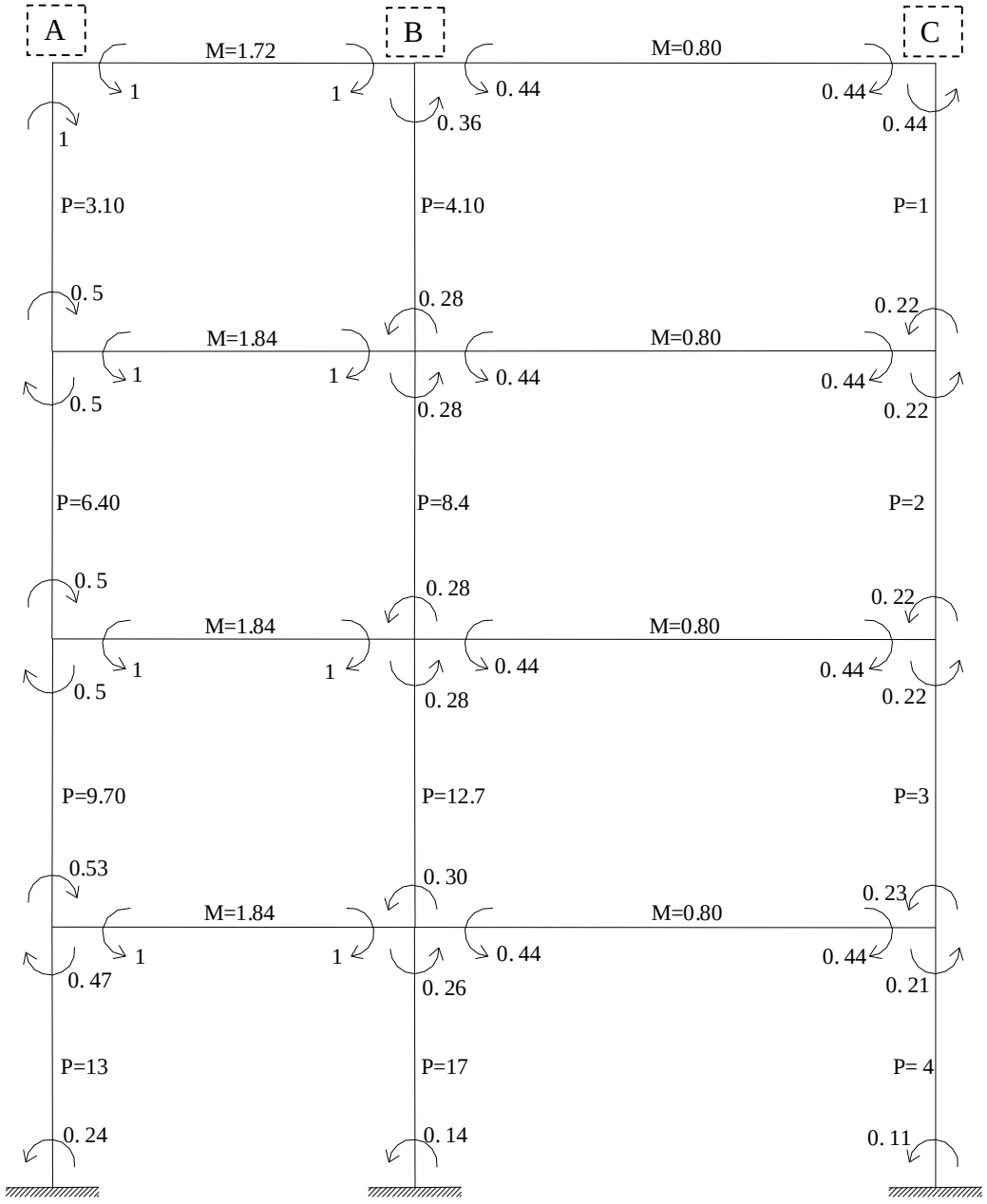
(شکل4-3)لنگرها و نیروهای وارد برقاب محورB، تحت بارزنده

4-2-4-لنگر ها و نیروهای وارد برقاب محور4، تحت بارزلزله:



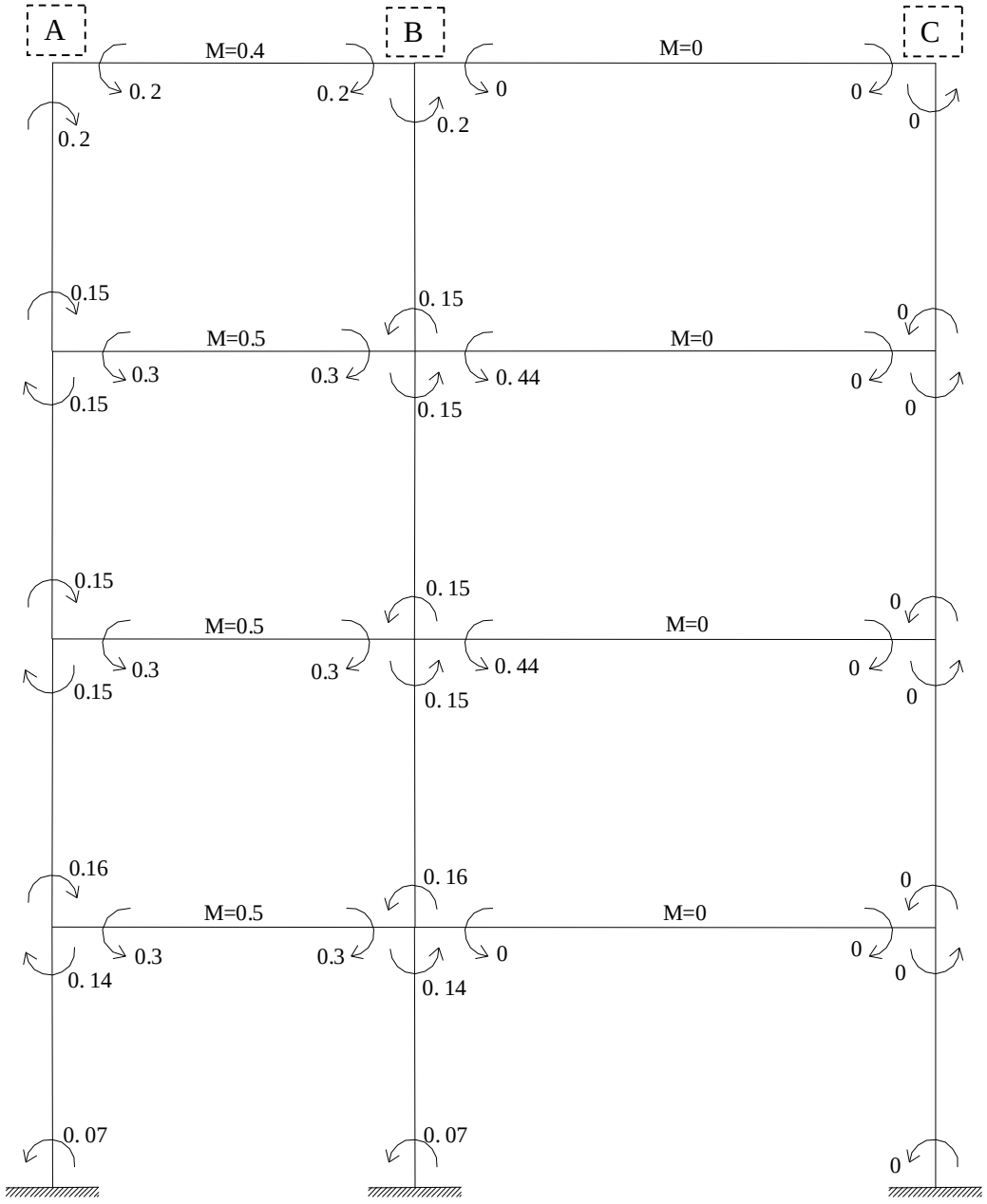
(شکل4-4)لنگر ها و نیروهای وارد برقاب محور4، تحت بارزلزله

4-2-5- لنگر ها و نیروهای وارد برقاب محور4، تحت بارمرده:



(شکل4-5)لنگر ها و نیروهای وارد برقاب محور4، تحت بارمرده

4-2-6-لنگرها ونیروهای وارد برقاب محور4، تحت بارزنده:



(شکل4-6)لنگر ها و نیروهای وارد برقاب محور4، تحت بارزنده

4-3- طراحی تیرهای قاب محورB، دهانه(1-2):

جهت طراحی تیر، مقدارترکیب باربحرانی لنگررا برای هر یک از نقاط وسط وتکیه گاه محاسبه می نماییم،مقدار عددی بیشتر لنگر به عنوان مقدار لنگر جهت طراحی مورد استفاده می گیرد. با توجه به مقادیر جدول(4-1)، مجموع مقادیر(یا به عبارتی مقدار ترکیب بار)لنگرهای حاصل ازبارهای زنده، مرده و زلزله برای تکیه گاه بیشتر از همین مقدار برای وسط دهانه ی تیر می باشد. در نتیجه مجموع مقادیر عنوان شده برای تکیه گاه، لنگر بحرانی را ایجادمی کند. برای مثال مقدار حداکثر ترکیب بار، برای تیر سقف اول به صورت زیر محاسبه می گردد،نتایج سایر طبقات نیز در جدول(4-1) درج گردیده است.

$$M_{DL}+1.2M_{LL}+1.2M_{EQ}=3.2+(1.2\times0.83)+(1.2\times14.51)=21.61\ \ ton.m$$

جدول(4-1) لنگرهای مورد نیاز طراحی تیرهای دهانه ی 1-2 قاب محورB

تیر	M_{DL}		M_{LL}		M_{EQ}		$M_{DL}+1.2M_{LL}+1.2M_{EQ}$
	وسط	تکیه گاه	وسط	تکیه گاه	وسط	تکیه گاه	
سقف اول	5.8	3.2	1.48	0.83	0	14.51	21.61
سقف دوم	5.6	2.8	1.4	0.7	0	12.95	19.18
سقف سوم	5.6	2.8	1.4	0.7	0	8.84	14.25
سقف چهارم	4.5	2.3	1.04	0.52	0	3.6	7.24

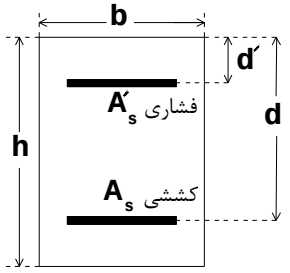
جهت طراحی خاموت های این تیرها، نیاز به نیروهای برشی داریم،بدین منظور، جدول(4-2)حاوی اطلاعاتی پیرامون نیروهای برشی حاصل از بارهای ثقلی مرده و زنده و بارجانبی زلزله، تهیه شده است. در این جدول نیز مقادیر نیروی برشی در تکیه گاهها به عنوان مقادیر بحرانی در ترکیب بار ارائه شده قرار خواهند گرفت.

جدول(4-2) برشهای مورد نیاز طراحی تیرهای دهانه ی 1-2 قاب محورB

تیر	V_{DL}		V_{LL}		V_{EQ}		$V_{DL}+1.2V_{LL}+1.2V_{EQ}$
	وسط	تکیه گاه	وسط	تکیه گاه	وسط	تکیه گاه	
سقف اول	0	8.2	0	2.10	0	6.05	17.98
سقف دوم	0	8.04	0	2.01	0	5.4	16.93
سقف سوم	0	8.04	0	2.01	0	3.68	14.87
سقف چهارم	0	6.57	0	1.51	0	1.32	9.97

هریک از مقادیر لنگرهای وسط و تکیه گاهی تیرها،جدول(4-1) ونیروهای برشی جدول(4-2) در فصل دوم(تحلیل) بدست آمده است.

در این پروژه مقدار مقاومت فشاری 28 روزه بتن (f'_c) ، تنش جاری شدن میلگردهای خمشی (فشاری و کششی)F_y و خاموتها به ترتیب 210،4000 و 3000 کیلوگرم برسانتی مترمربع درنظر گرفته شده است.مقدار ضریب کاهش مقاومت درخمش (φ) برابر 0.9 و در برابر برش ،0.85 می باشد.مقدار پوشش بتن روی میلگردها با توجه به شرایط محیطی متوسط،4.5 سانتی متر است که این مقدار با احتساب قطر میلگردها به صورت تقریبی برابر 6 سانتی متر فرض شده است.



(شکل4-7)پارامترهای مختلف طراحی مقطع مستطیلی باآرماتورهای کششی و فشاری

4-3- 1- طراحی تیر سقف اول:

4-3-1-1- طراحی آرماتورهای فشاری و کششی :

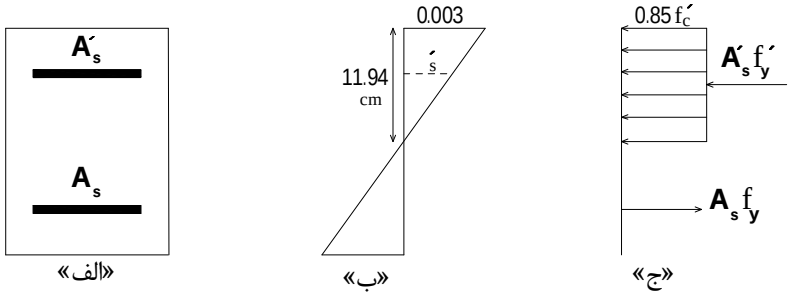
$$M_{n(max)} = 21.61 ton.m \Rightarrow M_u = 21.61\times10^5 = 2161000 \ \ kg.cm$$

$$M_n = \frac{M_u}{\phi} = \frac{2161000}{0.9} = 24011.11 \ \ kg.cm$$

انتخاب مقطع: h=45، b=30و d=39 (سانتی متر)

$$\varepsilon_y = \frac{f_y}{E} = \frac{4000}{2.1\times10^6} = 0.0019 \quad , \quad x_b = \frac{0.003}{0.003+\varepsilon_y} d = \frac{0.003}{0.003+0.0019}\times39 = 23.88 \ \ cm$$

$$x = 0.5x_b = 0.5\times23.88 = 11.94 \ \ cm$$



(شکل4-8)دیاگرامهای تغییر طول نسبی و تنش در مقطع تیر سقف اول با آرماتورهای کششی و فشاری

با استفاده از تشابه مثلثات در شکل(4-8-ب):

$$\varepsilon'_s = 0.003\frac{x-d'}{x} = 0.003\frac{11.94-6}{11.94} = 0.0015 \le \varepsilon_y$$

بنابراین، مقدار تنش در آرماتور فشاری برابر خواهد بود با:

$$f'_s = \varepsilon'_s E_s = 0.0015\times2.1\times10^6 = 3134.17 \ \ \frac{kg}{cm^2}$$

با استفاده از تعادل نیروهای مقطع در شکل(4-8-ج) دورابطه ی زیر بدست می آید:

$$F_x = 0 \;\Rightarrow\; A_s f_y = A'_s f'_s + 0.85 f'_c b a$$

$$M_n = 0.85 f'_c b a (d - \frac{a}{2}) + A'_s f'_s (d - d')$$

با توجه به اینکه، $f'_s = 3134.17$, $M_n = 24011.11$, $a = \beta_1 x$:

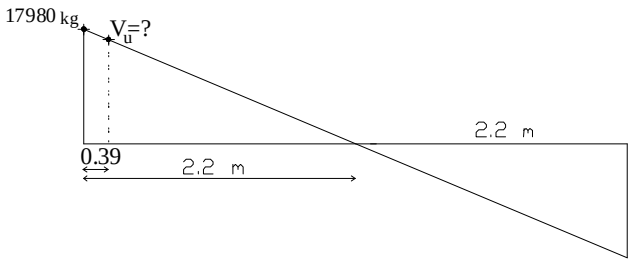
$$a = \beta_1 x = 0.85 \times 10.41 = 8.85 \;\; cm$$

$$24011.11 = \left(0.85 \times 210 \times 30 \times 10.15 (39 - \frac{10.15}{2})\right) + \left(A'_s \times 3134.17 (39 - 6)\right) \;\Rightarrow A'_s = 5.38 \;\Rightarrow 5\phi 12$$

$$A_s \times 4000 = (5.38 \times 3134.17) + (0.85 \times 210 \times 30 \times 10.15) \;\Rightarrow A_s = 17.8 \;\; cm^2 \;\Rightarrow 7\phi 18$$

4-3-1-2- طراحی خاموت :

برای طراحی خاموتهای مقطع مستطیلی، مقدار برش در مقطع بحرانی(به فاصله ی d) ازبر تکیه گاه را ملاک قرار می دهیم. این مقدار برش را می توان به صورت زیر یافت.



(شکل4-9)نیروی برشی، به فاصله ی d ازبر تکیه گاه، تیرسقف اول

$$\frac{14870}{2.2} = \frac{V_u}{2.2 - 0.39} \;\Rightarrow V_u = 14793 \;\; kg$$

$$V_n = \frac{V_u}{\phi} = \frac{14793}{0.85} = 17403 \;\; kg$$

ابتدا مقدار برشی را که بتن تحمل می کند را بدست می آوریم:

$$V_c = 0.53\sqrt{f'_c}\,b_w d = 0.53\times\sqrt{210}\times 30\times 39 = 8986 \quad kg$$
$$V_s = V_n - V_c = 17403 - 8986 = 8417 \quad kg$$
$$\frac{A_v}{S} = \frac{V_s}{f_y d} \Rightarrow \frac{A_v}{S} = \frac{8417}{3000\times 39} = 0.0719$$

با توجه به آیین نامه، حداقل وحداکثر مجازآرماتور برشی برابرخواهد بود با:

$$\left(\frac{A_v}{S}\right)_{min} = \frac{3.5 b_w}{f_y} = \frac{3.5\times 30}{3000} = 0.0350$$
$$\left(\frac{A_v}{S}\right)_{max} = \frac{2.12\sqrt{f'_c}\,b_w}{f_y} = \frac{2.12\sqrt{210}\times 30}{3000} = 0.3072$$

با توجه به اینکه: $\min\frac{A_v}{S} \le \frac{A_v}{S} \le \max\frac{A_v}{S}$ می باشد. حداکثر فاصله ی مجاز آرماتورهای برشی به صورت زیر بدست خواهد آمد:

$$V_s = 1.06\sqrt{f'_c}\,b_w d \;\Rightarrow\; S \le \min\left\{\frac{d}{2}, 60cm\right\}$$
$$V_s = 8417 \le 1.06\times\sqrt{210}\times 30\times 39 = 17972 \;\Rightarrow\; S \le \min\left\{\frac{39}{2}, 60cm\right\} \;\Rightarrow\; S = 19.5 \text{ ; } 20 \quad cm$$

حال، برای خاموت گذاری، از خاموت φ10، دو شاخه استفاده می کنیم.بنابراین سطح مقطع آرماتورA_v برابرخواهد بود با:

$$A_V = \frac{2\pi d^2}{4} = \frac{2\pi\times 1^2}{4} = 1.057 \;\Rightarrow\; A_V = 1.057 cm^2 \;\Rightarrow\; \frac{A_V}{S} = 0.0719 \;\Rightarrow\; S = \frac{1.057}{0.0719} = 21.83 cm$$

4-3- 2- طراحی تیر سقف دوم:

4-3-2-1- طراحی آرماتورهای فشاری و کششی:

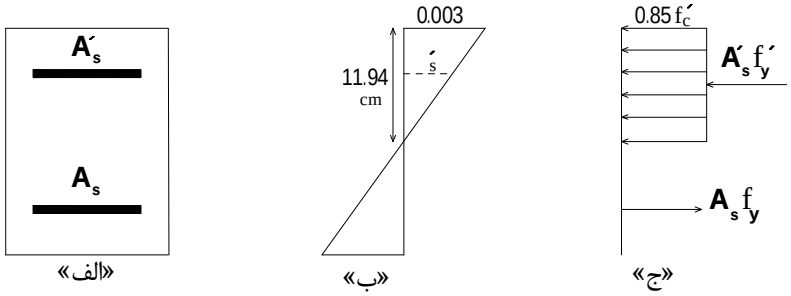
$$M_{n(max)} = 19.18 ton.m \Rightarrow M_u = 19.18 \times 10^5 = 1918000 \ \ kg.cm$$

$$M_n = \frac{M_u}{\phi} = \frac{1918000}{0.9} = 2131111 \ \ kg.cm$$

انتخاب مقطع: h=45، b=30و d=39 (سانتی متر)

$$\varepsilon_y = \frac{f_y}{E} = \frac{4000}{2.1\times10^6} = 0.0019 \quad , \quad x_b = \frac{0.003}{0.003+\varepsilon_y} d = \frac{0.003}{0.003+0.0019} \times 39 = 23.88 \ \ cm$$

$$x = 0.5 x_b = 0.5 \times 23.88 = 11.94 \ \ cm$$



(شکل4-10)دیاگرامهای تغییر طول نسبی و تنش در مقطع تیر سقف دوم با آرماتورهای کششی و فشاری

با استفاده از تشابه مثلثات در شکل (4-10- ب):

$$\varepsilon'_s = 0.003 \frac{x - d'}{x} = 0.003 \frac{11.94 - 6}{11.94} = 0.0015 \le \varepsilon_y$$

بنابراین، مقدار تنش در آرماتور فشاری برابر خواهد بود با:

$$f'_s = \varepsilon'_s E_s = 0.0015 \times 2.1 \times 10^6 = 3134.17 \ \ \frac{kg}{cm^2}$$

با استفاده از تعادل نیروهای مقطع در شکل(4-10-ج)، دورابطه ی زیر بدست می آید:

$$F_x = 0 \;\Rightarrow\; A_s f_y = A_s' f_s' + 0.85 f_c' b a$$

$$M_n = 0.85 f_c' b a (d - \frac{a}{2}) + A_s' f_s' (d - d')$$

با توجه به اینکه، $f_s' = 3134.17$, $M_n = 2131111$, $a = \beta_1 x$:

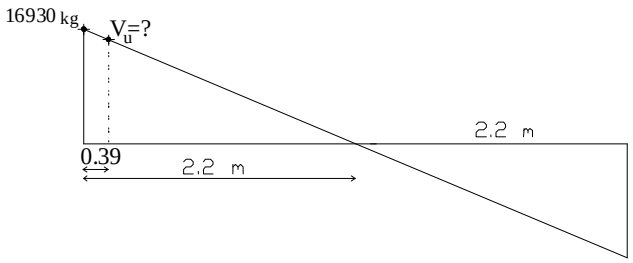
$$a = \beta_1 x = 0.85 \times 11.94 = 10.15 \;\; cm$$

$$1583333 = \left(0.85 \times 210 \times 30 \times 10.15 (39 - \frac{10.15}{2})\right) + \left(A_s' \times 3134.17 (39-6)\right) \;\Rightarrow A_s' = 2.78 \;\Rightarrow 3\phi 12$$

$$A_s \times 4000 = (2.78 \times 3134.17) + (0.85 \times 210 \times 30 \times 10.15) \;\Rightarrow A_s = 15.77 \;\; cm^2 \;\Rightarrow 5\phi 20 \;\; or \;\; 7\phi 18$$

4-3-2-2- طراحی خاموت :

برای طراحی خاموتهای مقطع مستطیلی، مقدار برش در مقطع بحرانی(به فاصله ی d) ازبر تکیه گاه را ملاک قرار می دهیم. این مقدار برش را می توان به صورت زیر یافت.



(شکل4-11)نیروی برشی، به فاصله ی d ازبر تکیه گاه،تیرسقف دوم

$$\frac{16930}{2.2} = \frac{V_u}{2.2 - 0.39} \;\Rightarrow V_u = 13929 \;\; kg$$

$$V_n = \frac{V_u}{\phi} = \frac{13929}{0.9} = 16387 \;\; kg$$

ابتدا مقدار برشی را که بتن تحمل می کند را بدست می آوریم:

$$V_c = 0.53\sqrt{f'_c}\,b_w d = 0.53\times\sqrt{210}\times 30\times 39 = 8986 \ \ kg$$
$$V_s = V_n - V_c = 16387 - 8986 = 7401 \ \ kg$$
$$\frac{A_v}{S} = \frac{V_s}{f_y d} \ \Rightarrow \frac{A_v}{S} = \frac{7401}{3000\times 39} = 0.0633$$

با توجه به آیین نامه، حداقل وحداکثر مجازآرماتور برشی برابرخواهد بود با:

$$\left(\frac{A_v}{S}\right)_{min} = \frac{3.5 b_w}{f_y} = \frac{3.5\times 30}{3000} = 0.035$$
$$\left(\frac{A_v}{S}\right)_{max} = \frac{2.12\sqrt{f'_c}\,b_w}{f_y} = \frac{2.12\sqrt{210}\times 30}{3000} = 0.3072$$

با توجه به اینکه: $\min\frac{A_v}{S} \le \frac{A_v}{S} \le \max\frac{A_v}{S}$ می باشد. حداکثر فاصله ی مجاز آرماتورهای برشی به صورت زیر بدست خواهد آمد:

$$V_s = 1.06\sqrt{f'_c}\,b_w d \ \Rightarrow \ S \le \min\left\{\frac{d}{2}, 60cm\right\}$$
$$V_s = 6490 \le 1.06\times\sqrt{210}\times 30\times 39 = 17972 \ \Rightarrow \ S \le \min\left\{\frac{39}{2}, 60cm\right\} \ \Rightarrow \ S = 20 \ \ cm$$

حال، برای خاموت گذاری، از خاموت φ10، دو شاخه استفاده می کنیم.بنابراین سطح مقطع آرماتورA_v برابرخواهد بود با:

$$A_V = \frac{2\pi d^2}{4} = \frac{2\pi\times 1^2}{4} = 1.057 \ \Rightarrow \ A_V = 1.057 cm^2 \ \Rightarrow \ \frac{A_V}{S} = 0.0633 \ \Rightarrow \ S = \frac{1.057}{0.0633} = 16.7cm$$

4-3-3- طراحی تیر سقف سوم:

4-3-3-1- طراحی آرماتورهای فشاری و کششی :

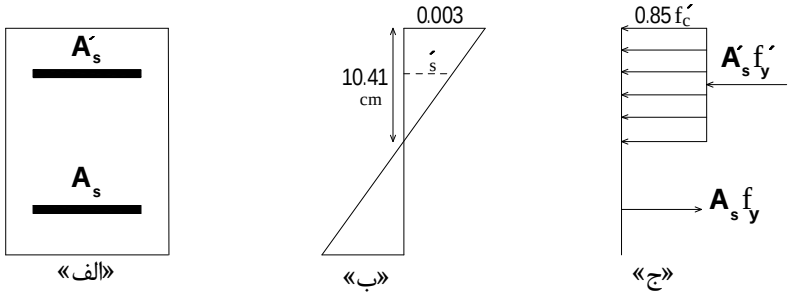
$$M_{n(max)} = 14.25 ton.m \Rightarrow M_u = 14.25 \times 10^5 = 1425000 \ \ kg.cm$$

$$M_n = \frac{M_u}{\phi} = \frac{1425000}{0.9} = 1583333 \ \ kg.cm$$

انتخاب مقطع: h=40، b=25و d=34 (سانتی متر)

$$\varepsilon_y = \frac{f_y}{E} = \frac{4000}{2.1\times10^6} = 0.0019 \quad , \quad x_b = \frac{0.003}{0.003+\varepsilon_y} d = \frac{0.003}{0.003+0.0019} \times 34 = 20.82 \ \ cm$$

$$x = 0.5 x_b = 0.5 \times 20.82 = 10.41 \ \ cm$$



(شکل4-12)دیاگرامهای تغییر طول نسبی و تنش در مقطع تیر سقف سوم با آرماتورهای کششی و فشاری

با استفاده از تشابه مثلثات در شکل(4-12-ب):

$$\varepsilon'_s = 0.003 \frac{x - d'}{x} = 0.003 \frac{10.41 - 6}{10.41} = 0.0013 \le \varepsilon_y$$

بنابراین، مقدار تنش در آرماتور فشاری برابر خواهد بود با:

$$f'_s = \varepsilon'_s E_s = 0.0013 \times 2.1 \times 10^6 = 2668.88 \ \ \frac{kg}{cm^2}$$

با استفاده از تعادل نیروهای مقطع در شکل(4-12-ج) دورابطه ی زیر بدست می آید:

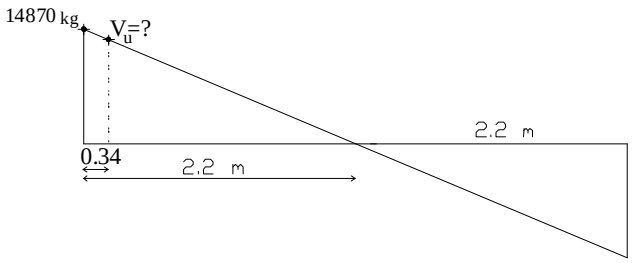
$$F_x = 0 \;\Rightarrow\; A_s f_y = A'_s f'_s + 0.85 f'_c b a$$
$$M_n = 0.85 f'_c b a (d - \frac{a}{2}) + A'_s f'_s (d - d')$$

با توجه به اینکه، $f'_s = 2668.88$, $M_n = 1583333$, $a = \beta_1 x$:

$$a = \beta_1 x = 0.85 \times 10.41 = 8.85 \quad cm$$
$$1583333 = \left(0.85 \times 210 \times 25 \times 10.41 (34 - \frac{10.41}{2})\right) + \left(A'_s \times 2668.88 (34 - 6)\right) \;\Rightarrow A'_s = 3.29 \;\Rightarrow 3\phi 12$$
$$A_s \times 4000 = (3.29 \times 2668.88) + (0.85 \times 210 \times 25 \times 8.85) \;\Rightarrow A_s = 12.07 \quad cm^2 \;\Rightarrow 5\phi 18 \quad or \quad 4\phi 20$$

4-3-3-2- طراحی خاموت :

برای طراحی خاموتهای مقطع مستطیلی، مقدار برش در مقطع بحرانی(به فاصله ی d) ازبر تکیه گاه را ملاک قرار می دهیم. این مقدار برش را می توان به صورت زیر یافت.



(شکل4-13)نیروی برشی، به فاصله ی d ازبر تکیه گاه،تیرسقف سوم

$$\frac{14870}{2.2} = \frac{V_u}{2.2 - 0.34} \;\Rightarrow V_u = 12572 \quad kg$$
$$V_n = \frac{V_u}{\phi} = \frac{12572}{0.85} = 14791 \quad kg$$

ابتدا مقدار برشی را که بتن تحمل می کند را بدست می آوریم:

$$V_c = 0.53\sqrt{f'_c}\,b_w d = 0.53\times\sqrt{210}\times 25\times 34 = 6528 \quad kg$$
$$V_s = V_n - V_c = 14791 - 6528 = 8263 \quad kg$$
$$\frac{A_v}{S} = \frac{V_s}{f_y d} \Rightarrow \frac{A_v}{S} = \frac{8263}{3000\times 34} = 0.081$$

با توجه به آیین نامه، حداقل وحداکثر مجازآرماتور برشی برابرخواهد بود با:

$$\left(\frac{A_v}{S}\right)_{min} = \frac{3.5 b_w}{f_y} = \frac{3.5\times 25}{3000} = 0.0292$$
$$\left(\frac{A_v}{S}\right)_{max} = \frac{2.12\sqrt{f'_c}\,b_w}{f_y} = \frac{2.12\sqrt{210}\times 25}{3000} = 0.256$$

با توجه به اینکه: $\min\frac{A_v}{S} \le \frac{A_v}{S} \le \max\frac{A_v}{S}$ می باشد. حداکثر فاصله ی مجاز آرماتورهای برشی به صورت زیر بدست خواهد آمد:

$$V_s = 1.06\sqrt{f'_c}\,b_w d \;\Rightarrow\; S \le \min\left\{\frac{d}{2}, 60cm\right\}$$
$$V_s = 8263 \le 1.06\times\sqrt{210}\times 25\times 34 = 13057 \;\Rightarrow\; S \le \min\left\{\frac{34}{2}, 60cm\right\} \;\Rightarrow\; S = 17 \quad cm$$

حال، برای خاموت گذاری، از خاموت φ10، دو شاخه استفاده می کنیم.بنابراین سطح مقطع آرماتورA_v برابرخواهد بود با:

$$A_V = \frac{2\pi d^2}{4} = \frac{2\pi\times 1^2}{4} = 1.057 \;\Rightarrow\; A_V = 1.057 cm^2 \;\Rightarrow\; \frac{A_V}{S} = 0.081 \;\Rightarrow\; S = \frac{1.057}{0.081} = 13.05 cm$$

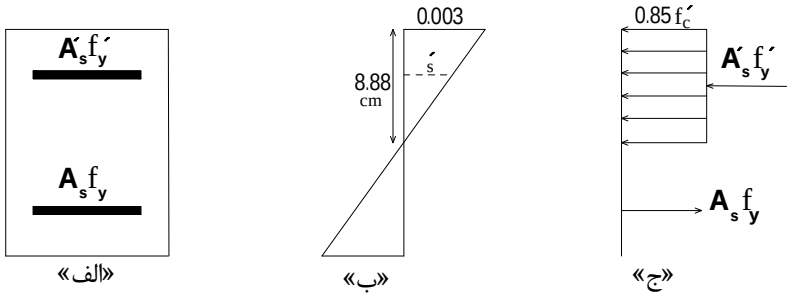
4-3-4- طراحی تیر سقف چهارم:

4-3-4-1- طراحی آرماتورهای فشاری و کششی :

$$M_{n(max)} = 7.24 ton.m \Rightarrow M_u = 7.24\times10^5 = 724000 \ \ kg.cm$$
$$M_n = \frac{M_u}{\phi} = \frac{724000}{0.9} = 804445 \ \ kg.cm$$

انتخاب مقطع: h=35، b=20و d=29 (سانتی متر)

$$\varepsilon_y = \frac{f_y}{E} = \frac{4000}{2.1\times10^6} = 0.0019 \quad , \quad x_b = \frac{0.003}{0.003+\varepsilon_y} d = \frac{0.003}{0.003+0.0019}\times29 = 17.76 \ \ cm$$
$$x = 0.5 x_b = 0.5\times17.76 = 8.88 \ \ cm$$



(شکل4-14)دیاگرامهای تغییر طول نسبی و تنش در مقطع تیر سقف چهارم با آرماتورهای کششی و فشاری

با استفاده از تشابه مثلثات در شکل (4-14- ب):

$$\varepsilon'_s = 0.003\frac{x-d'}{x} = 0.003\frac{8.88-6}{8.88} = 0.0010 \le \varepsilon_y$$

بنابراین، مقدار تنش در آرماتور فشاری برابر خواهد بود با:

$$f'_s = \varepsilon'_s E_s = 0.0010\times2.1\times10^6 = 2100 \ \ \frac{kg}{cm^2}$$

با استفاده از تعادل نیروهای مقطع در شکل (4-14-ج)، دورابطه ی زیر بدست می آید:

$$F_x = 0 \;\Rightarrow\; A_s f_y = A_s' f_s' + 0.85 f_c' b a$$

$$M_n = 0.85 f_c' b a (d - \frac{a}{2}) + A_s' f_s' (d - d')$$

با توجه به اینکه، $f_s' = 2100$, $M_n = 804445$, $a = \beta_1 x$:

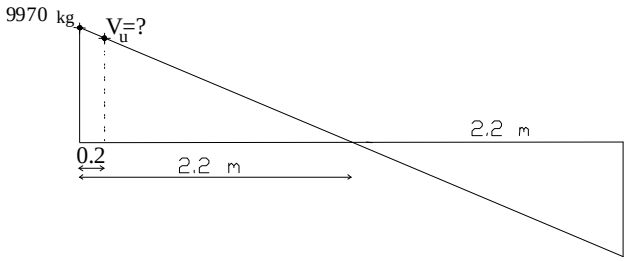
$$a = \beta_1 x = 0.85 \times 8.88 = 7.55$$

$$804445 = \left(0.85 \times 210 \times 20 \times 7.55 (29 - \frac{7.55}{2})\right) + \left(A_s' \times 2100 (29 - 6)\right) \;\Rightarrow A_s' = 2.57 \;\Rightarrow 3\phi 12$$

$$A_s \times 4000 = (2.57 \times 2100) + (0.85 \times 210 \times 20 \times 7.55) \;\Rightarrow A_s = 8.08 \;\; cm^2 \;\Rightarrow 5\phi 15$$

4-3-4-2- طراحی خاموت :

برای طراحی خاموتهای مقطع مستطیلی، مقدار برش در مقطع بحرانی(به فاصله ی d) ازبر تکیه گاه را ملاک قرار می دهیم. این مقدار برش را می توان به صورت زیر یافت.



(شکل4-15)نیروی برشی، به فاصله ی d ازبر تکیه گاه، تیرسقف چهارم

$$\frac{9970}{2.2} = \frac{V_u}{2.2 - 0.29} \;\Rightarrow V_u = 8656 \;\; kg$$

$$V_n = \frac{V_u}{\phi} = \frac{8656}{0.85} = 10183 \;\; kg$$

ابتدا مقدار برشی را که بتن تحمل می کند را بدست می آوریم:

$$V_c = 0.53\sqrt{f'_c}\,b_w d = 0.53\times\sqrt{210}\times 20\times 29 = 4455 \quad kg$$
$$V_s = V_n - V_c = 10183 - 4455 = 5728 \quad kg$$
$$\frac{A_v}{S} = \frac{V_s}{f_y d} \Rightarrow \frac{A_v}{S} = \frac{5728}{3000\times 29} = 0.066$$

با توجه به آیین نامه ی بتن ایران، حداقل و حداکثر مجاز آرماتور برشی برابرخواهد بود با:

$$\left(\frac{A_v}{S}\right)_{min} = \frac{3.5 b_w}{f_y} = \frac{3.5\times 20}{3000} = 0.0233$$
$$\left(\frac{A_v}{S}\right)_{max} = \frac{2.12\sqrt{f'_c}\,b_w}{f_y} = \frac{2.12\sqrt{210}\times 20}{3000} = 0.2048$$

چون، $\min\frac{A_v}{S} \le \frac{A_v}{S} \le \max\frac{A_v}{S}$ می باشد. حداکثر فاصله ی مجاز آرماتورهای برشی به صورت زیر بدست خواهد آمد:

$$V_s = 1.06\sqrt{f'_c}\,b_w d \;\Rightarrow\; S \le \min\left\{\frac{d}{2}, 60cm\right\}$$
$$V_s = 5728 \le 1.06\times\sqrt{210}\times 29\times 20 = 8909.3 \;\Rightarrow\; S \le \min\left\{\frac{29}{2}, 60cm\right\} \;\Rightarrow\; S = 15 \quad cm$$

حال برای خاموت گذاری، از خاموت φ10، دو شاخه استفاده می کنیم.بنابراین سطح مقطع آرماتورA_v برابرخواهد بود با:

$$A_V = \frac{2\pi d^2}{4} = \frac{2\pi\times 1^2}{4} = 1.057 \;\Rightarrow\; A_V = 1.057 cm^2 \;\Rightarrow\; \frac{A_V}{S} = 0.066 \;\Rightarrow\; S = \frac{1.057}{0.066} = 16.01 cm$$

چون مقدارS، بزرگتر از مقدار حداکثر آیین نامه می باشد، باید مقدار حداکثر آیین نامه را که برابر 15سانتی متر، می باشد را استفاده کنیم.

4-4- طراحی ستون:

4-4-1- لنگرهای وارد بر ستونهای تقاطع قاب محورهای B و4:

با استفاده ازبخش4-2(اشکال4-1تا4-6)، جدولی حاوی مقادیر لنگرهای وارده بردو انتهای ستونهای طبقه اول تا چهارم تقاطع قاب محورهای B و 4 تنظیم می کنیم(جدول 4-3).در این جدول ستونM_{DL} لنگرحاصل از تحلیل تحت بارثقلی مرده،M_{LL} لنگرحاصل از تحلیل قابها تحت بارزنده،M_{Ex} لنگر حاصل از نیروی زلزله درجهتx، M_{Ey} لنگر حاصل از نیروی زلزله در راستای y، و ستون انتهایی نیز،ترکیب بارارائه شده توسط آیین نامه ی آبا و مبحث نهم می باشد.

برای ستونهای مورد طراحی دستی در این پروژه، لنگرهای ایجاد شده درقاب محورB، درواقع لنگرحول محورx، یا به عبارتیM_x، و لنگرهای ایجاد شده درقاب محور4،درواقع لنگرحول محورy، یا به عبارتی M_y می باشد. واحد تمامی لنگر ها، تن.متر است.

جدول(4-3)لنگرهای وارد بر ستونهای تقاطع قاب محورهای B و4

طبقه	قاب	M_{DL}		M_{LL}		M_{Ex}		M_{Ey}		$M_{DL}+1.2M_{LL}+1.2M_E$	
		بالا	پایین	بالا	پایین	بالا	پایین	بالا	پایین	بالا	پایین
اول	B	0.48	0.24	0.11	0.06	-	-	11.51	11.51	14.42	14.12
	4	0.26	0.14	0.14	0.07	12.33	12.33	-	-	15.22	15.02
دوم	B	0.51	0.51	0.12	0.13	-	-	11.61	11.61	14.59	14.60
	4	0.28	0.30	0.15	0.16	12.42	12.42	-	-	15.36	15.40
سوم	B	0.51	0.51	0.12	0.12	-	-	9.04	9.04	11.50	11.50
	4	0.28	0.28	0.15	0.15	9.61	9.61	-	-	11.99	11.99
چهارم	B	0.89	0.51	0.17	0.12	-	-	5.04	5.04	7.14	6.7
	4	0.36	0.28	0.2	0.15	5.34	5.36	-	-	7.01	6.89

4-4-2- **نیروهای محوری وارد بر ستونهای تقاطع قاب محورهای B و**4 :

جدول 4-4، مقادیر نیروی های محوری درستونهای طبقه ی اول تا چهارم تقاطع قاب محورهای Bو4 را نشان می دهد، مقادیر این نیروها تحت هریک از بارهای مرده ، و زلزله از بخش4-2(اشکال4-1تا4-6)، نتیجه شده است و مقدار نیروی محوری حاصل از بارزنده بعد از اعمال کاهش سربارزنده در بخش 4-1-1 محاسبه گردید که مقادیر آن به طور مستقیم در جدول 4-4 درج شده است.

جدول(4-4)نیروهای محوری وارد بر ستونهای تقاطع قاب محورهای B و4

طبقه	قاب	P_{DL}	جمع	P_{LL}	جمع	P_{Ex}	جمع	P_{Ey}	جمع	$1.25P_{DL}+1.5P_{LL}$
اول	B	38.06	55.06	-	11	0	0	0	0	85.33
	4	17		-		0		0		
دوم	B	28.1	28.1	-	8.57	0	0	0	0	63.86
	4	12.7		-		0		0		
سوم	B	18.14	26.54	-	5.94	0	0	0	0	42.09
	4	8.4		-		0		0		
چهارم	B	8.18	12.28	-	2.82	0	0	0	0	19.58
	4	4.1		-		0		0		

B تذکر :

ستونهای طبقه ی اول تا چهارم تقاطع قاب محورهای B و 4به صورت دستی طراحی می شوند.

4-4-3- **نیروهای محوری وارد بر ستونهای تقاطع قاب محورهای A و4** :

همانطور که در بخش (4-2) و (4-2-3 ، 3-2-3) نیز اشاره شد، درقسمت طراحی ستون نیاز به نتایج حاصل از تحلیل قسمتی از قابهای A وC هستیم که این نتایج درجداول (4-5) و (4-6) درج شده است.

جدول(4-5)نیروهای محوری وارد بر ستونهای تقاطع قاب محورهای A و4

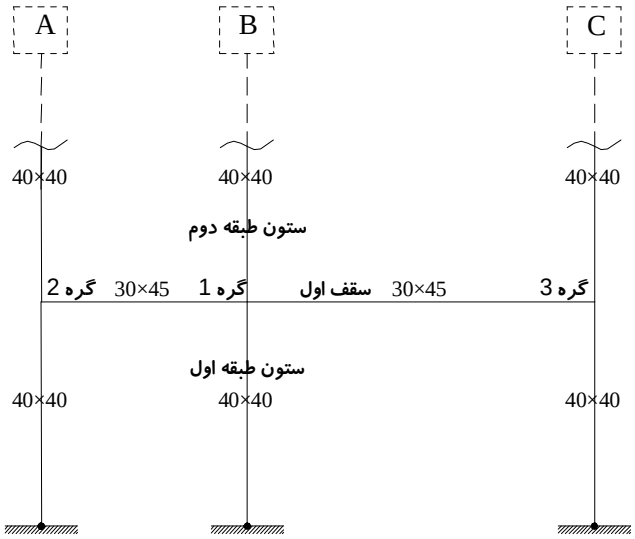
طبقه	قاب	P_{DL}	جمع	P_{LL}	جمع	P_{Ex}	جمع	P_{Ey}	جمع	$P_{DL}+1.2P_{LL}+1.2P_E$
اول	A	17.84	30.84	5.04	5.04	0	14.12	0	0	53.83
	4	13		0		14.12		0		
دوم	A	13.02	22.72	3.95	3.95	0	8.98	0	0	38.24
	4	9.7		0		8.98		0		
سوم	A	8.20	14.60	2.71	2.71	0	4.24	0	0	22.94
	4	6.40		0		4.24		0		
چهارم	A	3.38	6.48	1.16	11.16	0	1.12	0	0	9.84
	4	3.1		0		1.12		0		

4-4-4- **نیروهای محوری وارد بر ستونهای تقاطع قاب محورهای C و4** :

جدول(4-6)نیروهای محوری وارد بر ستونهای تقاطع قاب محورهای C و4

طبقه	قاب	P_{DL}	جمع	P_{LL}	جمع	P_{Ex}	جمع	P_{Ey}	جمع	$P_{DL}+1.2P_{LL}+1.2P_E$
اول	C	39.61	43.61	6.86	6.86	0	14.12	0	0	68.79
	4	4		0		14.12		0		
دوم	C	28.91	31.91	5.32	5.32	0	8.98	0	0	49.07
	4	3		0		8.98		0		
سوم	C	18.30	20.30	3.55	3.55	0	4.24	0	0	30.7
	4	2		0		4.24		0		
چهارم	C	7.65	8.65	1.66	1.66	0	1.12	0	0	13.3
	4	1		0		1.12		0		

4-4-5- طراحی ستون طبقه اول:



(شکل4-16) طراحی ستون طبقه اول تقاطع محورهای 4و B

4-4-5-1- تعیین مهارشده بودن:

درابتدا بایدمهارشده یا نشده بودن طبقه را مورد بررسی قرار دهیم.

طبق بند 9-13-3-1 آیین نامه طرح و اجرای ساختمانهای بتن آرمه(مبحث نهم)، طبقه ی مهارشده به طبقه ای گفته می شود که تغییر مکان جانبی نسبی آن ناچیز باشد.چنانچه ضریب پایداری طبقه که از رابطه ی زیر بدست می آید، کوچکتراز 0.05 باشد،طبقه مهارشده ی جانبی تلقی می شود.دراین حالت تمامی قطعات فشاری (ستونها) واقع در این طبقه اصطلاحاً «مهارشده» نامیده می شود.

$$Q_u = \frac{\sum P_u.\Delta_u}{H_u.h_s} = \frac{(85.33+68.79+53.83(\text{ton}))\times 0.03\text{m}}{17.61\text{ton}\times 2.80\text{m}} = 0.13$$

H_u:بار کل جانبی نهایی وارد برطبقه(17.61 تن است.)

h_u:ارتفاع طبقه (2.80 متر است.)

P_u: بارمحوری فشاری نهایی سه ستون موجود درطبقه ی اول (حاصل از جدول 4-4)

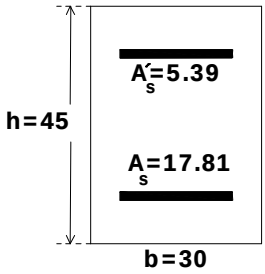
Δ_u: تغییر مکان جانبی طبقه نسبت به طبقه زیرین (مقدار آن 0.01 ارتفاع طبقه، یعنی 0.03 متر است.)

چون مقدار Q_u، بدست آمده از 0.05 بیشتر است، طبقه مهارنشده است.

4-4-5-2- محاسبه ی EI تیرها :

چون در مرحله ی قبلی تیرهای سقف اول را طراحی کرده ایم، می توان مقدار EI را به صورت دقیق بیابیم.

تیرهای سقف اول:



شکل (4-17)مقادیر آرماتورهای فشاری و کششی تیر سقف اول، قاب محور4 دهانه های ABو BC

$$n=\frac{E_S}{E_C}=\frac{2.1\times10^6}{218819.79}=9.60 \quad ,nA_S=9.6\times17.81=170.98 \quad ,(n-1)A'_S=(9.6-1)\times5.39=46.35$$

$$\bar{y}=\frac{30+\bar{y}(\frac{\bar{y}}{2})+(170.98\times39)+(46.35\times6)}{(30\times\bar{y})+170.98+46.35}=15.46$$

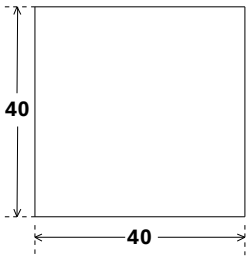
$$I=\frac{1}{12}(30\times15.46^3)+(30\times15.46)7.73^2+170.98(39-15.46)^2+170.98(39-15.46)^2$$
$$+51.74(15.46-6)^2=135844.55 \ \ cm^4\Rightarrow EI=218819.79\times135844.55=2.97\times10^{10}$$

4-4-5-3- محاسبه ی EI ستونها:

ستون طبقه اول:

چون مقدار آرماتورآن مشخص نمی باشد، می توان ممان آن را طبق آیین نامه ی آبا، برابر I_g درنظرگرفت.

$$I_g=\frac{1}{12}\times(40\times40^3)=213333.33cm^4\Rightarrow EI=(213333.33\times218819.79)=4.67\times10^{10} \ \ kg.cm^2$$



شکل (4-18) مقطع فرضی
ستون طبقه اول

ستون طبقه دوم:

برای این طبقه نیز طبق آنچه که در مورد ستون طبقه اول گفته شد، عمل می کنیم.

$$EI = 4.67 \times 10^{10} \quad kg.cm^2$$

4-4-5-4- محاسبه ی ضریب طول موثر K:

اولین گام برای محاسبه ی ضریب طول موثرK، تعیین پارامتر ψ است، این پارامتر نشان دهنده ی شرایط مرزی دو انتهای عضو فشاری می باشد و به صورت زیر تعریف می شود.پارامتر ψ، برابر نسبت مجموع سختی خمشی ستونهای متصل به گره مورد نظربه مجموع سختی خمشی تیرهای موجود در صفحه ی خمش و متصل به آن گره است.این پارامتر برای ابتدا و انتهای هر ستون محاسبه شده و با توجه به وضعیت حرکت جانبی ستون(مهارشده یا نشده بودن)، ازیکی از گرافهای موجود، برای تعیین K استفاده می شود.

$$\psi = \frac{\sum \frac{EI_c}{L_c}}{\sum \frac{EI_b}{L_b}}$$

در این رابطه، پارامترهای I_c، I_b به ترتیب ممان اینرسی ستون و تیر و L_c، L_b به ترتیب طول ستون و تیر می باشند.در این پروژه، مقدار ψابتدای ستون با علامت ψ_Bومقدار ψانتهای ستون با علامت ψ_Tمشخص شده است.

ستون B4:

برای گره شماره ی 1 که در شکل (4-16) مشخص شده است، داریم :

$$\psi_B = 1 \ , \psi_T = \frac{\frac{4.76}{2.65} + \frac{4.76}{2.35}}{\frac{2.97}{3.9} + \frac{2.97}{5.6}} = 2.96 \ \Rightarrow K = 1.55$$

ستون A4: گره شماره ی 2، شکل (4-16) :

$$\psi_B = 1 \ , \psi_T = \frac{\frac{4.76}{2.65} + \frac{2.74}{2.65}}{\frac{2.68}{3.9}} = 4.12 \ \Rightarrow K = 1.65$$

ستون C4: گره شماره ی 3، شکل (4-16) :

$$\psi_B = 1 \ , \psi_T = \frac{\frac{4.76}{2.65} + \frac{2.74}{2.65}}{\frac{2.68}{5.6}} = 5.91 \ \Rightarrow K = 1.75$$

4-4-5-5- **بررسی لاغری ستونها**:

طبق بند 9-13-4-1 آیین نامه طرح و اجرای ساختمانهای بتن آرمه(مبحث نهم)، طول آزاد قطعه فشاری (ستون) ،L_U برابر فاصله ی آزاد بین دوسقف است.

طبق بند 9-13-7-2 آیین نامه مبحث نهم، درقطعات فشاری مهار نشده در صورتی که $\frac{KL_u}{r} \leq 22$ باشد، می توان از اثر لاغری صرف نظر کرد. تامین نشدن این بند به معنی این است که باید اثر لاغری را در نظر بگیریم. مقدارr، (شعاع ژیراسیون نیز طبق قسمت الف بند 9-13-6-1 آیین نامه مبحث نهم)برابر با $0.3h$ خواهد بود.

$$L_u = 2.80 - 0.45 = 2.35m \quad , r = 0.3h = 0.3 \times 40 = 12cm$$

$$\text{Column} : B4 \rightarrow \frac{KL_u}{r} = \frac{1.55 \times 235}{12} = 30.35 \rangle 22$$

$$\text{Column} : A4 \rightarrow \frac{KL_u}{r} = \frac{1.65 \times 235}{12} = 32.31 \rangle 22$$

$$\text{Column} : C4 \rightarrow \frac{KL_u}{r} = \frac{1.75 \times 235}{12} = 34.27 \rangle 22$$

با توجه به نتایج بالا، ستونها لاغر می باشند و محاسبات را برای تشدید لنگر ادامه می دهیم.

6-5-4-4- محاسبه ی δ_s:

$$B_d = \frac{\text{لنگر مرده و زنده}}{\text{لنگر کل وارد برتیر}}$$

$$B_d = \frac{0.46}{15.36} = 0.03$$

$$EI = \frac{0.4E_C I_g}{1 + B_d} = \frac{0.4(15100\sqrt{210}) \times 213333.33}{1.03 \times 10000} = 1812875.89 \quad kg.cm^2$$

$$\text{Column} \quad 4B \rightarrow P_C = \frac{\pi^2 EI}{(KL_u)^2} = \frac{\pi^2 \times 11812875.89}{(1.55 \times 2.35)^2} = 8787316.43 \quad kg$$

$$\text{Column} \quad 4A \rightarrow P_C = \frac{\pi^2 EI}{(KL_u)^2} = \frac{\pi^2 \times 1812875.89}{(1.65 \times 2.35)^2} = 7754463.81 \quad kg$$

$$\text{Column} \quad 4C \rightarrow P_C = \frac{\pi^2 EI}{(KL_u)^2} = \frac{\pi^2 \times 1812875.89}{(1.75 \times 2.35)^2} = 6893560.07 \quad kg$$

$$\sum P_C = 8787316.43 + 7754463.81 + 6893560.07 = 23435340.31 \quad kg$$

$$\sum P_u = 85.33 + 68.79 + 53.83 = 270.95 \quad ton$$

$$\phi_u = 0.9 - \frac{2\phi P_u}{f'_c A_g} \geq 0.7 \quad \Rightarrow \phi_u = 0.9 - \frac{2 \times 85.33}{210 \times 40 \times 40} = 0.39 \leq 0.7 \quad \Rightarrow \phi_u = 0.7$$

چون مقدار φ_u، کمتر از 0.7 شده، پس باید مقدار آن را برابرمقدار حداقل 0.7 بگیریم.

$$\delta_s = \frac{1}{1-\frac{\sum P_u}{\phi \sum P_c}} = \frac{1}{1-\frac{270950}{0.7\times 23435340.31}} = 1.02$$

طبق بند 9-13-8-3 آیین نامه مبحث نهم، تشدید لنگرها با توجه به موارد مندرج در بندهای 9-13-8-3-1 الی 9-13-8-3-5 همان آیین نامه، صورت می گیرد. بدین منظور، در این پروژه از بندهای 9-13-8-3-1 و 9-13-8-3-4 استفاده شده است.

$$M_{2b} = M_{DL} + 1.2M_{LL} = 0.28 + (1.2\times 0.14) = 0.45 \quad , \quad M_{2s} = 1.2E_Q = 1.2\times 12.33 = 14.80$$

$$M_c = M_{2b} + \delta_s M_{2s} = 0.45 + (1.02\times 14.80) = 15.55 \ \ \text{ton.m} \ , P_u = 85.33 \ \ \text{ton} \ , f_y = 4000 \ , f_c' = 210$$

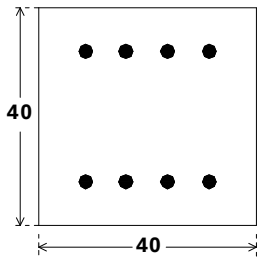
$$e = \frac{M_c}{P_u} = \frac{15.55\times 10^5}{85.33\times 10^3} = 18.22 \quad , \quad \frac{e}{h} = \frac{18.22}{40} = 0.46 \quad , \quad \gamma = \frac{d-d'}{h} = \frac{h-2d}{h} = \frac{40-12}{40} = 0.7$$

$$\frac{1}{70}\frac{\phi P_n}{A_g} = \frac{85.33\times 10^3}{70\times 40\times 40} = 0.76 \quad , \quad \frac{1}{70}\frac{\phi M_n}{A_g h} = \frac{15.55\times 10^5}{70\times 40^3} = 0.35$$

با استفاده از نمودار 10 و 11 صفحات 632 و 633 کتاب آنالیز و طراحی سازه های بتن آرمه دکترکی نیا:

$$\begin{cases} \gamma = 0.6 \ , \Rightarrow \rho = 0.018 \\ \gamma = 0.75 \ , \Rightarrow \rho = 0.013 \end{cases} \Rightarrow \gamma = 0.7 \Rightarrow \rho = 0.018 - \frac{0.005}{0.15}\times 0.1 = 0.015$$

$$\rho = 0.015\times\frac{4200}{4000} = 0.016 \ , A_s = \rho . A_g = 0.016\times 40\times 40 = 25.20 \ \Rightarrow 8\phi 20$$



شکل (4-19) مقطع اولیه ی ستون طبقه اول

4-4-5-7- **محاسبه ی مجدد EI ستونها**:

حال با توجه به مقدار آرماتورمشخص شده برای ستون طبقه اول، طبق شکل 4-19 می توان ممان مقطع ستون رامحاسبه کرد:

$$E_C = 15100\sqrt{210} = 218819.79$$
$$I_g = \frac{1}{12}40\times 40^3 = 213333.33$$
$$I_s = 8\times 3.14\times 14^2 = 4923.52$$
$$EI = 0.2E_SI_g + E_SI_s = (0.2\times 218819.79\times 213333.33) + (2.1\times 10^6 \times 4923.52) = 1.9\times 10^{10} \quad kg.cm^2$$

4-4-5-8- **محاسبه ی مجدد ضریب طول موثر K**:

ستون B4:

$$\psi_B = 1 \ , \psi_T = \frac{\frac{1.9}{2.65}+\frac{1.9}{2.35}}{\frac{2.97}{3.9}+\frac{2.97}{5.9}} = 1.18 \ \Rightarrow K = 1.35$$

ستون A4:

$$\psi_B = 1 \ , \psi_T = \frac{\frac{1.9}{2.65}+\frac{1.9}{2.35}}{\frac{2.97}{3.9}} = 2 \ \Rightarrow K = 1.45$$

ستون C4:

$$\psi_B = 1 \ , \psi_T = \frac{\frac{1.9}{2.65}+\frac{1.9}{2.35}}{\frac{2.97}{5.9}} = 2.87 \ \Rightarrow K = 1.55$$

4-4-5-9- محاسبه ی مجدد δ_s:

$$EI=\frac{0.2E_CI_g+E_SI_S}{1+B_d}=\frac{1.9\times10^6}{1.03}=1844660.19$$

$$\text{Column}\quad 4B\rightarrow P_C=\frac{\pi^2EI}{(KL_u)^2}=\frac{\pi^2\times1844660.19}{(1.35\times2.35)^2}=1808892.92\quad kg$$

$$\text{Column}\quad 4A\rightarrow P_C=\frac{\pi^2EI}{(KL_u)^2}=\frac{\pi^2\times1844660.19}{(1.45\times2.35)^2}=1567993.98\quad kg$$

$$\text{Column}\quad 4C\rightarrow P_C=\frac{\pi^2EI}{(KL_u)^2}=\frac{\pi^2\times1844660.19}{(1.55\times2.35)^2}=1372198.69\quad kg$$

$$\sum P_C=1808892.92+1567993.98+1372198.69=4749085.59\ \ kg$$

$$\sum P_u=207.95\quad ton$$

$$\delta_s=\frac{1}{1-\frac{\sum P_u}{\phi\sum P_c}}=\frac{1}{1-\frac{207.95\times10^3}{4749085.59}}=1.05$$

$$M_{2b}=M_{DL}+1.2M_{LL}=0.28+(1.05\times0.14)=0.43\ \ ,\ \ M_{2s}=1.2E_Q=1.2\times12.33=14.80$$

$$M_c=M_{2b}+\delta_sM_{2s}=0.43+(1.05\times14.80)=15.97\quad ton.m\ \ ,P_u=85.33\quad ton\ \ ,f_y=4000\ \ ,f_c'=210$$

$$e=\frac{M_c}{P_u}=\frac{15.97\times10^5}{85.33\times10^3}=18.72\qquad ,\ \frac{e}{h}=\frac{18.72}{40}=0.47\qquad ,\ \gamma=\frac{d-d'}{h}=\frac{h-2d}{h}=\frac{40-12}{40}=0.7$$

$$\frac{1}{70}\frac{\phi P_n}{A_g}=\frac{85330}{70\times40\times40}=0.76\qquad ,\ \frac{1}{70}\frac{\phi M_n}{A_gh}=\frac{15.97\times10^5}{70\times40^3}=0.36$$

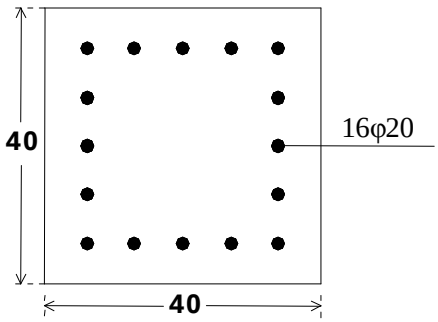
با استفاده از نمودار 10 و 11 صفحات 632 و 633 کتاب آنالیز و طراحی سازه های بتن آرمه دکترکی نیا:

$$\begin{cases}\gamma=0.6\ \ ,\Rightarrow\rho=0.018\\ \\ \gamma=0.75\ \ ,\Rightarrow\rho=0.013\end{cases}\Rightarrow\gamma=0.7\Rightarrow\rho=0.018-\frac{0.005}{0.15}\times0.1=0.015$$

$$\rho = 0.015 \times \frac{4200}{4000} = 0.016 \quad , A_s = \rho . A_g = 0.016 \times 40 \times 40 = 25.2 \quad \Rightarrow 8\phi 20$$

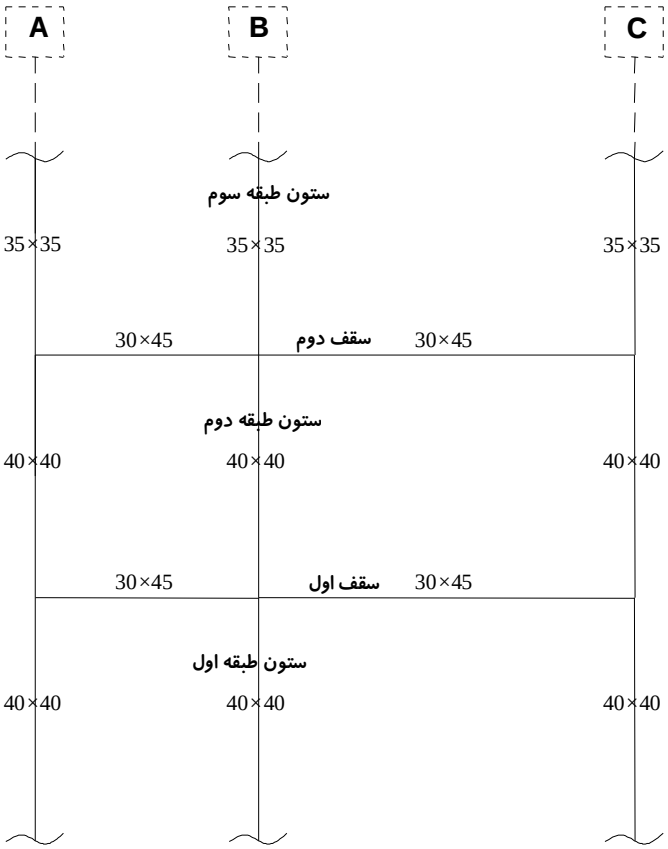
4-4-5-10- مقطع نهایی ستون طبقه اول :

چون ستون مورد نظر دارای لنگر دردو محور می باشد و مقادیر این دو لنگر تا حدودی با هم برابر می باشند، بنابراین مقطع ستون، برای بارهای $P_u = 85.33 \ \ ton \ , \ M_x = 14.42 \ , \ M_y = 15.22 \ \ ton.m$ مقطعی با ابعاد 40×40 (سانتی متر)و تعداد16 آرماتور20جوابگو خواهد بود.



(شکل 4-20) مقطع نهایی ستون طبقه اول

4-4-6- **طراحی ستون طبقه دوم**:



(شکل4-21) **طراحی ستون طبقه دوم تقاطع محورهای 4و B**

4-4-6-1- **تعیین مهارشده بودن**:

درابتدا بایدمهارشده یا نشده بودن طبقه را مورد بررسی قرار دهیم.

طبق بند 9-13-3-1 آیین نامه طرح و اجرای ساختمانهای بتن آرمه(مبحث نهم)، طبقه ی مهارشده به طبقه ای گفته می شود که تغییر مکان جانبی نسبی آن ناچیز باشد.چنانچه ضریب پایداری طبقه که از رابطه ی زیر بدست می آید، کوچکتراز 0.05 باشد،طبقه مهارشده ی جانبی تلقی می شود.دراین حالت تمامی قطعات فشاری (ستونها) واقع در این طبقه اصطلاحاً «مهارشده» نامیده می شود.

$$Q_u = \frac{\sum P_u . \Delta_u}{H_u . h_s} = \frac{(63.86 + 49.07 + 38.24(ton)) \times 0.06m}{16.04ton \times 5.90m} = 0.1$$

H_u :بار کل جانبی نهایی وارد برطبقه(16.06 تن است.)

h_u :ارتفاع طبقه (5.90 متر است.)

P_u : بارمحوری فشاری نهایی سه ستون موجود درطبقه ی دوم

Δ_u : تغییر مکان جانبی طبقه نسبت به طبقه زیرین (مقدار آن 0.01 ارتفاع طبقه، یعنی 0.06 متر است.)

چون مقدار Q_u، بدست آمده از 0.05 بیشتر است، طبقه مهارنشده است.

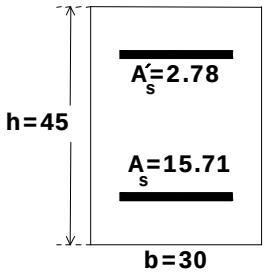
4-4-6-2- محاسبه ی EI تیرها :

به دلیل اینکه در مراحل قبلی تیرها را طراحی کرده ایم، می توان مقدار EI را به صورت دقیق بیابیم.

تیرهای سقف اول:

طبق شکل 4-17 و مطالب بخش 4-4-5-2 می توان نوشت : $EI = 2.97 \times 10^{10}$

تیرهای سقف دوم:



(شکل 4-22)تعیین مقدارEI تیر سقف دوم، قاب محور4 دهانه های ABو BC

$$n=\frac{E_S}{E_C}=\frac{2.1\times10^6}{218819.79}=9.60 \qquad ,nA_S=9.6\times15.71=150.82 \qquad ,(n-1)A'_S=(9.6-1)\times2.78=23.65$$

$$\bar{y}=\frac{30+\bar{y}(\frac{\bar{y}}{2})+(150.82\times39)+(23.65\times6)}{(30\times\bar{y})+150.82+23.65}=15.05$$

$$I=\frac{1}{12}(30\times15.05^3)+(30\times15.05)7.53^2+150.82(39-15.05)^2+23.65(15.05-6)^2=122570.34 \quad cm^4$$

$$\Rightarrow EI=122570.34\times218819.79=2.68\times10^{10}$$

4-4-6-3- محاسبه ی EI ستونها:

ستون طبقه اول:

چون این ستون در مرحله ی قبل طراحی شده است، می توان مقدار دقیق ممان اینرسی ودرنتیجه، EIرا محاسبه کرد. (طبق شکل 4-20)

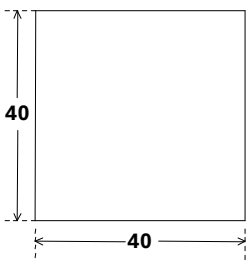
$$E_C=15100\sqrt{210}=218819.79\frac{kg}{cm^2} \qquad ,n=\frac{E_S}{E_C}=\frac{2.1\times10^6}{218819.79}=9.60$$

$$I_g=\frac{1}{12}\times40\times40^3=213333.33 \quad cm^4 \quad , \quad I_s=10\times3.14(20-6)^2+(4\times3.14)7^2=6769.84 \quad cm^4$$

$$EI=(0.2\times218819.79\times213333.33)+(2.1\times10^6\times6769.84)=2.36\times10^{10} \quad kg.cm^2$$

ستون طبقه دوم:

چون مقدار آرماتورآن مشخص نمی باشد، می توان ممان آن را طبق آیین نامه ی آبا، برابر I_g درنظرگرفت.



(شکل4-23) مقطع فرضی ستون طبقه دوم

$$I_g = \frac{1}{12} \times (40 \times 40^3) = 213333.33 cm^4 \Rightarrow EI = (213333.33 \times 218819.79) = 4.67 \times 10^{10} \quad kg.cm^2$$

ستون طبقه سوم:

برای این طبقه نیز طبق آنچه که در مورد ستون طبقه دوم گفته شد، عمل می کنیم. با این تفاوت که مقطع فرضی در نظر گرفته شده برای این طبقه 35×35 در نظر گرفته می شود.

$$I_g = \frac{1}{12} \times (35 \times 35^3) = 125052.08 cm^4 \Rightarrow EI = (125052.08 \times 18819.79) = 2.74 \times 10^{10} \quad kg.cm^2$$

4-4-6-4- محاسبه ی ضریب طول موثر K:

ستون B4:

$$\psi_B = \frac{\frac{2.36}{2.35} + \frac{4.67}{2.65}}{\frac{2.97}{3.9} + \frac{2.97}{5.6}} = 2.17 \quad , \psi_T = \frac{\frac{4.67}{2.65} + \frac{2.74}{2.65}}{\frac{2.68}{3.9} + \frac{2.68}{5.6}} = 2.43 \quad \Rightarrow K = 1.68$$

ستون A4:

$$\psi_B = \frac{\frac{2.36}{2.35} + \frac{4.67}{2.65}}{\frac{2.97}{3.9}} = 3.68 \quad , \psi_T = \frac{\frac{4.67}{2.65} + \frac{2.74}{2.65}}{\frac{2.68}{3.9}} = 4.12 \quad \Rightarrow K = 2.05$$

ستون C4:

$$\psi_B = \frac{\frac{2.36}{2.35} + \frac{4.67}{2.65}}{\frac{2.97}{5.6}} = 5.28 \quad , \psi_T = \frac{\frac{4.67}{2.65} + \frac{2.74}{2.65}}{\frac{2.68}{5.6}} = 5.91 \quad \Rightarrow K = 2.18$$

4-4-6-5- **بررسی لاغری ستونها**:

$$L_u = 3.10 - 0.45 = 2.65m \quad , r = 0.3h = 0.3 \times 40 = 12cm$$

$$\text{Column : B4} \rightarrow \frac{KL_u}{r} = \frac{1.68 \times 265}{12} = 39.75 \rangle 22$$

$$\text{Column : A4} \rightarrow \frac{KL_u}{r} = \frac{2.05 \times 265}{12} = 46.38 \rangle 22$$

$$\text{Column : C4} \rightarrow \frac{KL_u}{r} = \frac{2.18 \times 265}{12} = 56.75 \rangle 22$$

با توجه به نتایج بالا، ستونها لاغر می باشند و محاسبات را برای تشدید لنگر ادامه می دهیم.

4-4-6-6- **محاسبه ی δ_s:**

$$B_d = \frac{0.46}{15.36} = 0.03$$

$$EI = \frac{0.4E_C I_g}{1 + B_d} = \frac{0.4(15100\sqrt{210}) \times 213333.33}{1.03 \times 10000} = 1812875.89 \quad kg.cm^2$$

$$\text{Column} \quad 4B \rightarrow P_C = \frac{\pi^2 EI}{(KL_u)^2} = \frac{\pi^2 \times 11812875.89}{(1.68 \times 2.65)^2} = 902729.23 \quad kg$$

$$\text{Column} \quad 4A \rightarrow P_C = \frac{\pi^2 EI}{(KL_u)^2} = \frac{\pi^2 \times 1812875.89}{(2.05 \times 2.65)^2} = 606273.17 \quad kg$$

$$\text{Column} \quad 4C \rightarrow P_C = \frac{\pi^2 EI}{(KL_u)^2} = \frac{\pi^2 \times 1812875.89}{(2.18 \times 2.65)^2} = 536121.33 \quad kg$$

$$\sum P_C = 902729.23 + 606273.17 + 536121.33 = 2045123.73 \quad kg$$

$$\sum P_u = 63.86 + 38.24 + 49.07 = 151.17 \quad ton$$

$$\phi_u = 0.9 - \frac{2\phi P_u}{f'_c A_g} \geq 0.7 \quad \Rightarrow \phi_u = 0.9 - \frac{2 \times 63.86}{210 \times 40 \times 40} = 0.52 \leq 0.7 \quad \Rightarrow \phi_u = 0.7$$

چون مقدار φ_u، کمتر از 0.7 شده، پس باید مقدار آن را برابرمقدار حداقل 0.7 بگیریم.

$$\delta_s = \frac{1}{1-\frac{\sum P_u}{\phi \sum P_c}} = \frac{1}{1-\frac{151170}{0.7\times 2045123.73}} = 1.12$$

طبق بند 9-13-8-3 آیین نامه مبحث نهم، تشدید لنگرها با توجه به موارد مندرج در بندهای 9-13-8-3-1 الی 9-13-8-3-5 همان آیین نامه، صورت می گیرد. بدین منظور، در این پروژه از بندهای 9-13-8-3-1 و 9-13-8-3-4 استفاده شده است.

$$M_{2b} = M_{DL} + 1.2M_{LL} = 0.28 + (1.2\times 0.15) = 0.46 \quad , \quad M_{2s} = 1.2E_Q = 1.2\times 12.42 = 14.90$$

$$M_c = M_{2b} + \delta_s M_{2s} = 0.46 + (1.12\times 14.90) = 17.15 \quad \text{ton.m} \quad , P_u = 63.86 \quad \text{ton} \quad , f_y = 4000 \quad , f_c' = 210$$

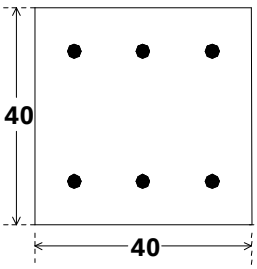
$$e = \frac{M_c}{P_u} = \frac{17.15\times 10^5}{63.86\times 10^3} = 26.86 \qquad , \quad \frac{e}{h} = \frac{26.86}{40} = 0.67 \qquad , \quad \gamma = \frac{d-d'}{h} = \frac{h-2d}{h} = \frac{40-12}{40} = 0.7$$

$$\frac{1}{70}\frac{\phi P_n}{A_g} = \frac{63.86\times 10^3}{70\times 40\times 40} = 0.57 \qquad , \quad \frac{1}{70}\frac{\phi M_n}{A_g h} = \frac{17.15\times 10^5}{70\times 40^3} = 0.38$$

با استفاده از نمودار 10 و 11 صفحات 632 و 633 کتاب آنالیز و طراحی سازه های بتن آرمه دکترکی نیا:

$$\begin{cases} \gamma = 0.6 \ , \Rightarrow \rho = 0.013 \\ \gamma = 0.75 \ , \Rightarrow \rho = 0.01 \end{cases} \Rightarrow \gamma = 0.76 \Rightarrow \rho = 0.013 - \frac{0.003}{0.15}\times 0.10 = 0.011$$

$$\rho = 0.011\times\frac{4200}{4000} = 0.012 \ , A_s = \rho . A_g = 0.012\times 40\times 40 = 18.48 \ \Rightarrow 6\phi 20$$



(شکل 4-24) مقطع اولیه ی ستون طبقه دوم

4-4-6-7- **محاسبه ی مجدد EI ستونها**:

حال با توجه به مقدار آرماتورمشخص شده، ستون طبقه دوم می توان ممان مقطع رامحاسبه کرد:

(با توجه به شکل 4-24)

$$E_C = 15100\sqrt{210} = 218819.79$$

$$I_g = \frac{1}{12}40\times 40^3 = 213333.33 \quad , \quad I_s = 6\times 3.14\times 14^2 = 3692.64$$

$$EI = 0.2E_S I_g + E_S I_s = (0.2\times 218819.79\times 213333.33) + (2.1\times 10^6 \times 3692.64) = 1.78\times 10^{10} \quad kg.cm^2$$

4-4-6-8- **محاسبه ی مجدد ضریب طول موثر K**:

ستون B4:

$$\psi_B = \frac{\frac{2.76}{2.35}+\frac{1.7}{2.65}}{\frac{2.97}{3.9}+\frac{2.97}{5.9}} = 1.13 \quad , \psi_T = \frac{\frac{2.74}{2.65}+\frac{1.7}{2.65}}{\frac{2.68}{3.9}+\frac{2.68}{5.9}} = 1.47 \quad \Rightarrow K = 1.47$$

ستون A4:

$$\psi_B = \frac{\frac{2.36}{2.35}+\frac{1.7}{2.65}}{\frac{2.97}{3.9}} = 2.16 \quad , \psi_T = \frac{\frac{2.74}{2.65}+\frac{1.7}{2.65}}{\frac{2.68}{3.9}=} = 2.44 \quad \Rightarrow K = 1.68$$

ستون C4:

$$\psi_B = \frac{\frac{2.36}{2.35}+\frac{1.7}{2.65}}{\frac{2.97}{5.9}} = 3.27 \quad , \psi_T = \frac{\frac{2.74}{2.65}+\frac{1.7}{2.65}}{\frac{2.68}{5.9}} = 3.69 \quad \Rightarrow K = 1.92$$

4-4-6-9- محاسبه ی مجدد δ_s:

$$EI=\frac{0.2E_CI_g+E_SI_S}{1+B_d}=\frac{1.7\times10^6}{1.04}=1634615.38$$

$$\text{Column}\quad 4B\rightarrow P_C=\frac{\pi^2EI}{(KL_u)^2}=\frac{\pi^2\times1634615.38}{(1.42\times2.65)^2}=1139323.07\quad kg$$

$$\text{Column}\quad 4A\rightarrow P_C=\frac{\pi^2EI}{(KL_u)^2}=\frac{\pi^2\times1634615.38}{(1.68\times2.65)^2}=813963.66\quad kg$$

$$\text{Column}\quad 4C\rightarrow P_C=\frac{\pi^2EI}{(KL_u)^2}=\frac{\pi^2\times1634615.38}{(1.92\times2.65)^2}=623190.93\quad kg$$

$$\sum P_C=1139323.07+813963.66+623190.93=2576477.66\quad kg$$

$$\sum P_u=151.17\quad ton$$

$$\delta_s=\frac{1}{1-\dfrac{\sum P_u}{\phi\sum P_c}}=\frac{1}{1-\dfrac{151.17\times10^3}{2576477.66}}=1.06$$

$$M_{2b}=M_{DL}+1.2M_{LL}=0.28+(1.2\times0.15)=0.46\quad ,\quad M_{2s}=1.2E_Q=1.2\times12.42=14.90$$

$$M_c=M_{2b}+\delta_sM_{2s}=0.46+(1.06\times14.90)=16.25\quad ton.m\quad ,P_u=63.86\quad ton\quad ,f_y=4000\quad ,f_c'=210$$

$$e=\frac{M_c}{P_u}=\frac{16.25\times10^5}{63.86\times10^3}=25.45\qquad ,\quad \frac{e}{h}=\frac{25.45}{40}=0.64\qquad ,\quad \gamma=\frac{d-d'}{h}=\frac{h-2d}{h}=\frac{40-12}{40}=0.7$$

$$\frac{1}{70}\frac{\phi P_n}{A_g}=\frac{63860}{70\times40\times40}=0.57\qquad ,\quad \frac{1}{70}\frac{\phi M_n}{A_gh}=\frac{16.25\times10^5}{70\times40^3}=0.36$$

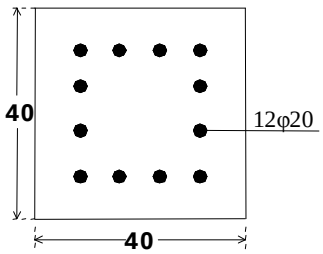
با استفاده از نمودار 10 و 11 صفحات 632 و 633 کتاب آنالیز و طراحی سازه های بتن آرمه دکترکی نیا:

$$\begin{cases}\gamma=0.6\ ,\Rightarrow\rho=0.013\\ \qquad\qquad\Rightarrow\gamma=0.7\Rightarrow\rho=0.013-\dfrac{0.003}{0.15}\times0.1=0.011\\ \gamma=0.75\ ,\Rightarrow\rho=0.01\end{cases}$$

$$\rho = 0.015 \times \frac{4200}{4000} = 0.016 \quad , A_s = \rho . A_g = 0.016 \times 40 \times 40 = 25.2 \quad \Rightarrow 8\phi 20$$

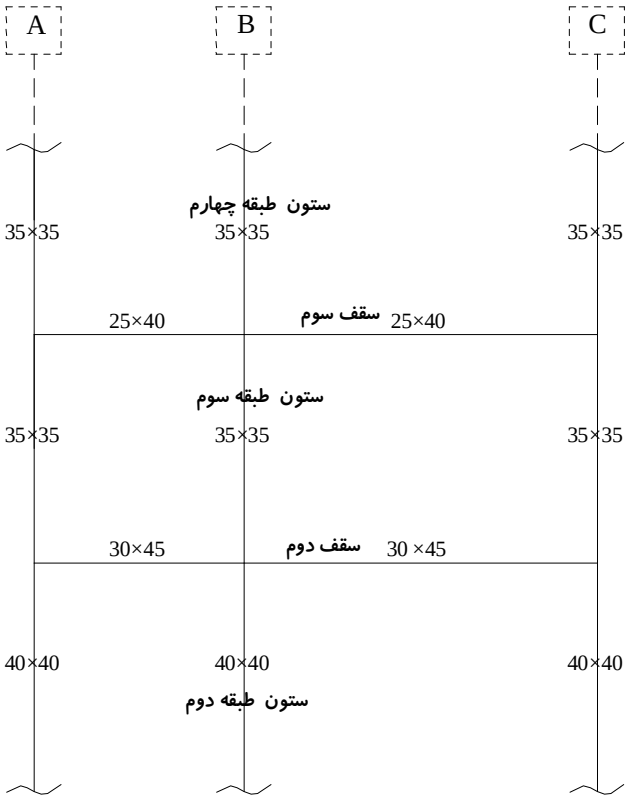
4-4-6-10- **مقطع نهایی ستون طبقه دوم** :

چون ستون مورد نظر دارای لنگر دردو محور می باشد و مقادیر این دو لنگر تا حدودی با هم برابر می باشند، بنابراین مقطع ستون، برای بارهای $M_y = 15.36 \ \ ton.m \ , \ M_x = 14.59 \ , \ P_u = 63.86 \ \ ton$ مقطعی با ابعاد 40×40 (سانتی متر)و تعداد12 آرماتور20جوابگو خواهد بود.



(شکل4-25) مقطع نهایی ستون طبقه دوم

4-4-7- طراحی ستون طبقه سوم:



(شکل4-26) طراحی ستون طبقه سوم تقاطع محورهای 4و B

4-4-7-1- تعیین مهارشده بودن:

درابتدا بایدمهارشده یا نشده بودن طبقه را مورد بررسی قرار دهیم.

$$Q_u = \frac{\sum P_u.\Delta_u}{H_u.h_s} = \frac{(42.09 + 22.94 + 30.7(\text{ton})) \times 0.09\text{m}}{12.40\text{ton} \times 9\text{m}} = 0.08$$

H_u :بار کل جانبی نهایی وارد برطبقه(12.40 تن است.)

h_u :ارتفاع طبقه (9 متر است.)

P_u : بارمحوری فشاری نهایی سه ستون موجود درطبقه ی سوم

Δ_u : تغییر مکان جانبی طبقه نسبت به طبقه زیرین (مقدار آن 0.01 ارتفاع طبقه، یعنی 0.09 متر است.)

چون مقدار Q_u، بدست آمده از 0.05 بیشتر است، طبقه مهارنشده است.

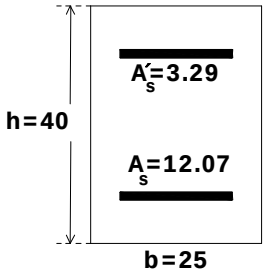
4-4-7-2- محاسبه ی EI تیرها :

به دلیل اینکه در مراحل قبلی تیرها را طراحی کرده ایم، می توان مقدار EI را به صورت دقیق بیابیم.

تیرهای سقف دوم:

با توجه به محاسبات طراحی ستون طبقه دوم، $EI = 2.68\times10^{10}$ است.

تیرهای سقف سوم:



(شکل 4-27)تعیین مقدارEI تیر سقف سوم، قاب محور4 دهانه های ABو BC

$$n = \frac{E_S}{E_C} = \frac{2.1\times10^6}{218819.79} = 9.60 \quad , nA_S = 9.6\times12.07 = 115.87 \quad , (n-1)A'_S = (9.6-1)\times3.29 = 28.29$$

$$\bar{y} = \frac{(25\times\bar{y})(\frac{\bar{y}}{2}) + (115.87\times34) + (28.29\times6)}{(25\times\bar{y}) + 115.87 + 28.29} = 16.45$$

$$I = \frac{1}{12}(25\times16.45^3) + (25\times16.45)8.23^2 + 115.87(34-16.45)^2 + 28.29(16.45-6)^2 = 75906.52 \ \ cm^4$$

$$\Rightarrow EI = 75906.52\times218819.79 = 1.66\times10^{10}$$

4-4-7-3- محاسبه ی EI ستونها:

ستون طبقه دوم :

به دلیل اینکه ستون طبقه دوم طراحی شده، می توان مقدار ممان اینرسی و در نتیجه، مقدارEI آن رایافت.

طبق(شکل 4-25) ستون طبقه دوم :

$$E_C = 15100\sqrt{210} = 218819.79 \frac{kg}{cm^2} \qquad , n = \frac{E_S}{E_C} = \frac{2.1\times10^6}{218819.79} = 9.60$$

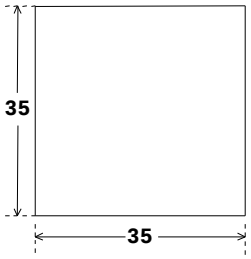
$$I_g = \frac{1}{12}\times 40\times 40^3 = 213333.33 \quad cm^4$$

$$I_s = 8\times 3.14(20-6)^2 + (4\times 3.14)4.67^2 = 5197.44 \quad cm^4$$

$$EI = (0.2\times 218819.79\times 213333.33) + (2.1\times10^6 \times 5197.44) = 2.02\times10^{10} \quad kg.cm^2$$

ستون طبقه سوم:

چون مقدار آرماتورآن مشخص نمی باشد، می توان ممان آن را طبق آیین نامه ی آبا، برابر I_g درنظرگرفت.



(شکل 4-28) مقطع فرضی ستون طبقه سوم

$$I_g = \frac{1}{12}\times(35\times35^3) = 125052.08 cm^4 \quad \Rightarrow EI = 2.74\times10^{10}$$

ستون طبقه چهارم :

برای این طبقه نیز طبق آنچه که در مورد ستون طبقه سوم گفته شد عمل می کنیم. $EI = 2.74\times10^{10}$

4-4-7-4- محاسبه ی ضریب طول موثر K:

ستون B4:

$$\psi_B = \frac{\frac{2.02}{2.65}+\frac{2.74}{2.7}}{\frac{2.68}{3.9}+\frac{2.68}{5.6}} = 1.52 \quad , \psi_T = \frac{\frac{2.74}{2.7}}{\frac{1.66}{3.9}+\frac{1.66}{5.6}} = 2.81 \quad \Rightarrow K = 1.62$$

ستون A4:

$$\psi_B = \frac{\frac{2.02}{2.65}+\frac{2.74}{2.7}}{\frac{2.68}{3.9}} = 2.59 \quad , \psi_T = \frac{\frac{2.74}{2.7}+\frac{2.74}{2.7}}{\frac{1.66}{3.9}} = 4.77 \quad \Rightarrow K = 1.93$$

ستون C4:

$$\psi_B = \frac{\frac{2.02}{2.65}+\frac{2.74}{2.7}}{\frac{2.68}{5.6}} = 3.71 \ , \psi_T = \frac{\frac{2.74}{2.7}+\frac{2.74}{2.7}}{\frac{1.66}{5.6}} = 6.85 \ \Rightarrow K = 2.27$$

4-4-7-5- بررسی لاغری ستونها:

$$L_u = 3.1-0.4 = 2.7m \ , r = 0.3h = 0.3\times 35 = 10.5cm$$

$$\text{Column}: B4 \rightarrow \frac{KL_u}{r} = \frac{1.62\times 270}{10.5} = 41.66 \rangle 22$$

$$\text{Column}: A4 \rightarrow \frac{KL_u}{r} = \frac{1.93\times 270}{10.5} = 49.63 \rangle 22$$

$$\text{Column}: C4 \rightarrow \frac{KL_u}{r} = \frac{2.27\times 270}{10.5} = 58.37 \rangle 22$$

با توجه به نتایج بالا، ستونها لاغر می باشند و محاسبات را برای تشدید لنگر ادامه می دهیم.

4-4-7-6- محاسبه ی δ_s:

$$B_d = \frac{0.46}{11.99} = 0.04$$

$$EI = \frac{0.4E_C I_g}{1+B_d} = \frac{0.4(15100\sqrt{210})\times 125052.08}{1.04\times 10000} = 1052456.53$$

$$\text{Column} \ \ 4B \rightarrow P_C = \frac{\pi^2 EI}{(KL_u)^2} = \frac{\pi^2\times 1052456.53}{(1.62\times 2.7)^2} = 543087.91 \ \ kg$$

$$\text{Column} \ \ 4A \rightarrow P_C = \frac{\pi^2 EI}{(KL_u)^2} = \frac{\pi^2\times 1052456.53}{(1.93\times 2.7)^2} = 382635.75 \ \ kg$$

$$\text{Column} \ \ 4C \rightarrow P_C = \frac{\pi^2 EI}{(KL_u)^2} = \frac{\pi^2\times 1052456.53}{(2.27\times 2.7)^2} = 276597.62 \ \ kg$$

$$\sum P_C = 543087.91 + 382635.75 + 276597.62 = 1202321.28 \ \ kg$$

$$\sum P_u = 42.09 + 22.94 + 30.7 = 95.73 \ \ ton$$

$$\phi_u = 0.9 - \frac{2\phi P_u}{f'_c A_g} \geq 0.7 \quad \Rightarrow \phi_u = 0.9 - \frac{2\times 42090}{210\times 35\times 35} = 0.57 \leq 0.7 \quad \Rightarrow \phi_u = 0.7$$

چون مقدار φ_u، کمتر از 0.7 شده، پس باید مقدار آن را برابرمقدار حداقل 0.7 بگیریم.

$$\delta_s = \frac{1}{1 - \frac{\sum P_u}{\phi \sum P_c}} = \frac{1}{1 - \frac{95730}{0.7\times 1202321.28}} = 1.13$$

$$M_{2b} = M_{DL} + 1.2M_{LL} = 0.0.28 + (1.2\times 0.15) = 0.46 \quad , \quad M_{2s} = 1.2EQ = 1.2\times 9.61 = 11.53$$

$$M_c = M_{2b} + \delta_s M_{2s} = 0.46 + (1.13\times 11.53) = 13.49 \ \ \text{ton.m} \ \ , P_u = 42.09 \ \ \text{ton} \ \ , f_y = 4000 \ \ , f'_c = 210$$

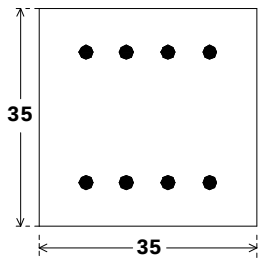
$$e = \frac{M_c}{P_u} = \frac{13.49\times 10^5}{42.09\times 10^3} = 32.05 \quad , \quad \frac{e}{h} = \frac{32.05}{35} = 0.92 \quad , \quad \gamma = \frac{d - d'}{h} = \frac{h - 2d}{h} = \frac{35 - 12}{35} = 066$$

$$\frac{1}{70}\frac{\phi P_n}{A_g} = \frac{42090}{70\times 35\times 35} = 0.49 \quad , \quad \frac{1}{70}\frac{\phi M_n}{A_g h} = \frac{13.49\times 10^5}{70\times 35^3} = 0.45$$

با استفاده از نمودار 10 و 11 صفحات 632 و 633 کتاب آنالیز و طراحی سازه های بتن آرمه دکترکی نیا:

$$\begin{cases} \gamma = 0.6 \ \ , \Rightarrow \rho = 0.02 \\ \gamma = 0.75 \ \ , \Rightarrow \rho = 0.017 \end{cases} \Rightarrow \gamma = 0.66 \Rightarrow \rho = 0.02 - \frac{0.003}{0.15}\times 0.06 = 0.019$$

$$\rho = 0.019\times\frac{4200}{4000} = 0.02 \ \ , A_s = \rho . A_g = 0.02\times 35\times 35 = 24.5 \ \ \Rightarrow 8\phi 20$$



(شکل 4-29) مقطع اولیه ی ستون طبقه سوم

4-4-7-7- محاسبه ی مجدد EI ستونها:

حال با توجه به مقدار آرماتورمشخص شده، می توان ممان مقطع ستون طبقه سوم رامحاسبه کرد:

(طبق شکل 4-29)

$$E_C = 15100\sqrt{210} = 218819.79$$

$$I_g = \frac{1}{12} \times 35 \times 35^3 = 125052.08$$

$$I_s = 8 \times 3.14 \times 11.50^2 = 3322.12$$

$$EI = 0.2E_S I_g + E_S I_s = (0.2 \times 218819.79 \times 125052.08) + (2.1 \times 10^6 \times 3322.12) = 1.24 \times 10^{10}$$

4-4-7-8- محاسبه ی مجدد ضریب طول موثر K:

ستون B4:

$$\psi_B = \frac{\frac{2.02}{2.65} + \frac{1.24}{2.65}}{\frac{2.68}{3.9} + \frac{2.68}{5.6}} = 1.06 \quad , \psi_T = \frac{\frac{1.24}{2.65} + \frac{2.74}{2.65}}{\frac{1.66}{3.9} + \frac{1.66}{5.6}} = 2.08 \quad \Rightarrow K = 1.48$$

ستون A4:

$$\psi_B = \frac{\frac{2.02}{2.65} + \frac{1.24}{2.65}}{\frac{2.68}{3.9}} = 1.79 \quad , \psi_T = \frac{\frac{1.24}{2.65} + \frac{2.74}{2.65}}{\frac{1.66}{3.9}} = 3.53 \quad \Rightarrow K = 1.75$$

ستون C4:

$$\psi_B = \frac{\frac{2.02}{2.65} + \frac{1.24}{2.65}}{\frac{2.97}{5.9}} = 3.27 \quad , \psi_T = \frac{\frac{1.24}{2.65} + \frac{2.74}{2.65}}{\frac{1.66}{5.9}} = 5.07 \quad \Rightarrow K = 1.98$$

4-4-7-9- محاسبه ی مجدد δ_s:

$$EI=\frac{0.2E_CI_g+E_SI_S}{1+B_d}=\frac{1.24\times10^6}{1.04}=1192307.69$$

$$\text{Column}\quad 4B\rightarrow P_C=\frac{\pi^2EI}{(KL_u)^2}=\frac{\pi^2\times1192307.69}{(1.48\times2.7)^2}=736948.49\quad kg$$

$$\text{Column}\quad 4A\rightarrow P_C=\frac{\pi^2EI}{(KL_u)^2}=\frac{\pi^2\times1192307.69}{(1.75\times2.7)^2}=527089.62\quad kg$$

$$\text{Column}\quad 4C\rightarrow P_C=\frac{\pi^2EI}{(KL_u)^2}=\frac{\pi^2\times1192307.69}{(1.98\times2.7)^2}=411746.75\quad kg$$

$$\sum P_C=736948.49+527089.62+411746.75=1675784.86\quad kg$$

$$\sum P_u=95.73\quad ton$$

$$\delta_s=\frac{1}{1-\frac{\sum P_u}{\phi\sum P_c}}=\frac{1}{1-\frac{95730}{0.7\times1675784.86}}=1.09$$

$$M_{2b}=M_{DL}+1.2M_{LL}=0.0.28+(1.2\times0.15)=0.46\quad ,\quad M_{2s}=1.2EQ=1.2\times9.61=11.53$$

$$M_c=M_{2b}+\delta_sM_{2s}=0.46+(1.09\times11.53)=13.03\quad ton.m\quad ,P_u=42.09\quad ton\quad ,f_y=4000\quad ,f_c'=210$$

$$e=\frac{M_c}{P_u}=\frac{13.03\times10^5}{42.09\times10^3}=30.96\qquad ,\quad \frac{e}{h}=\frac{30.96}{35}=0.88\qquad ,\quad \gamma=\frac{d-d'}{h}=\frac{h-2d}{h}=\frac{35-12}{35}=0.66$$

$$\frac{1}{70}\frac{\phi P_n}{A_g}=\frac{42.09\times10^3}{70\times35\times35}=0.49\qquad ,\quad \frac{1}{70}\frac{\phi M_n}{A_gh}=\frac{13.03\times10^5}{70\times35\times35}=0.43$$

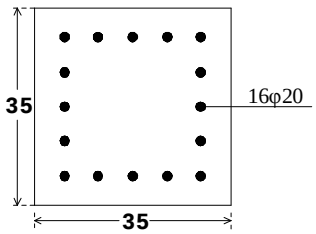
با استفاده از نمودار 10 و 11 صفحات 632 و 633 کتاب آنالیز و طراحی سازه های بتن آرمه دکترکی نیا:

$$\begin{cases}\gamma=0.6\ ,\Rightarrow\rho=0.02\\ \qquad\qquad\Rightarrow\gamma=0.66\Rightarrow\rho=0.02-\frac{0.003}{0.15}\times0.06=0.019\\ \gamma=0.75\ ,\Rightarrow\rho=0.017\end{cases}$$

$$\rho = 0.019 \times \frac{4200}{4000} = 0.02 \quad , A_s = \rho . A_g = 0.02 \times 35 \times 35 = 24.5 \quad \Rightarrow 8\phi 20$$

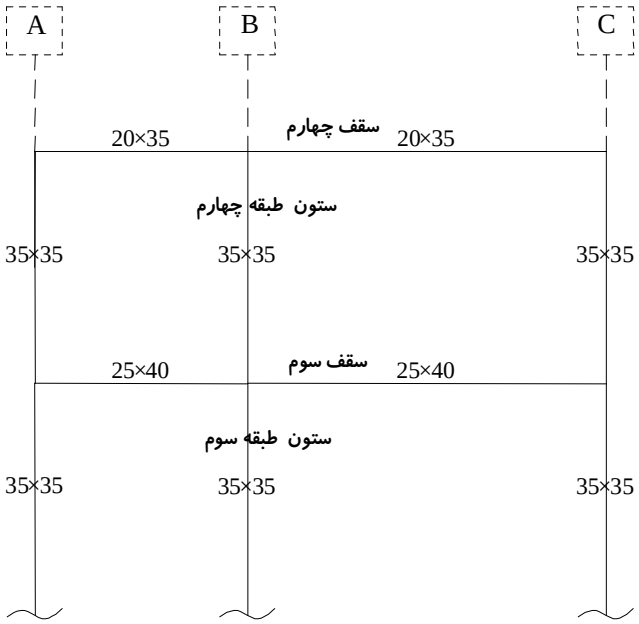
4-4-7-10- **مقطع نهایی ستون طبقه سوم** :

چون ستون مورد نظر دارای لنگر دردو محور می باشد و مقادیر این دو لنگر تا حدودی با هم برابر می باشند، بنابراین مقطع ستون، برای بارهای $M_y = 11.50 \ \ ton.m$, $M_x = 11.99$, $P_u = 42.09 \ \ ton$ مقطعی با ابعاد 50×35 (سانتی متر)و تعداد16 آرماتور20جوابگو خواهد بود.



(شکل 4-30) مقطع نهایی ستون طبقه سوم

4-4-8- طراحی ستون طبقه چهارم :



(شکل4-31) طراحی ستون طبقه چهارم تقاطع محورهای 4و B

4-4-8-1- تعیین مهارشده بودن:

درابتدا بایدمهارشده یا نشده بودن طبقه را مورد بررسی قرار دهیم.

$$Q_u = \frac{\sum P_u.\Delta_u}{H_u.h_s} = \frac{(19.58 + 9.84 + 13.3(\text{ton})) \times 0.12\text{m}}{6.89\text{ton} \times 12.1\text{m}} = 0.06$$

چون مقدار Q_u، بدست آمده از 0.05 بیشتر است، طبقه مهارنشده است.

H_u :بار کل جانبی نهایی وارد برطبقه(6.89 تن است.)

h_u :ارتفاع طبقه (12.1متر است.)

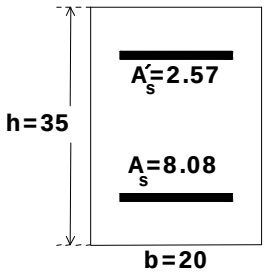
P_u :بارمحوری فشاری نهایی سه ستون موجود درطبقه ی چهارم

Δ_u :تغییر مکان جانبی طبقه نسبت به طبقه زیرین (مقدار آن 0.01 ارتفاع طبقه، یعنی 0.12 متر است.)

4-4-8-2- محاسبه ی EI تیرها :

تیرهای سقف سوم: با توجه به محاسبات ستون طبقه سوم : $EI = 1.66\times10^{10}$

تیرهای سقف چهارم :



(شکل 4-32)تعیین مقدارEI تیر سقف چهارم، قاب محور4 دهانه های ABو BC

$$n = \frac{E_S}{E_C} = \frac{2.1\times10^6}{218819.79} = 9.60 \quad , nA_S = 9.6\times8.08 = 77.57 \quad , (n-1)A'_S = (9.6-1)\times2.75 = 22.1$$

$$\bar{y} = \frac{20+\bar{y}(\frac{\bar{y}}{2})+(77.57\times29)+(22.1\times6)}{(20\times\bar{y})+77.57+22.1} = 11.24$$

$$I = \frac{1}{12}(20\times11.24^3)+(20\times11.24)5.62^2+77.57(29-11.24)^2+22.1(11.24-6)^2 = 34540.65 \ \ cm^4$$

$$\Rightarrow EI = 34540.65\times218819.79 = 0.76\times10^{10}$$

4-4-8-3- محاسبه ی EI ستونها:

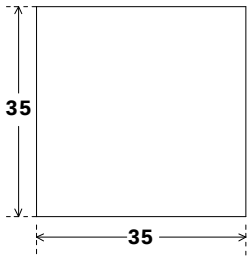
ستونهای طبقه سوم: با توجه به ابعاد و آرماتورهای بدست آمده، خواهیم داشت: (طبق شکل 4-30)

$$I_g = \frac{1}{12}\times(35\times35^3) = 125052.08 cm^4 \ \ , \ \ I_s = (10\times3.14)(17.5-6)^2+(4\times3.14)(5.75)^2 = 4567.92 \ \ cm^4$$

$$\Rightarrow EI = (0.2\times125052.08\times218819.79)+(2.1\times10^6\times4567.92) = 1.5\times10^{10}$$

ستونهای طبقه چهارم :

چون مقدار آرماتورآن مشخص نمی باشد، می توان ممان آن را طبق آیین نامه ی آبا، برابر I_g درنظرگرفت.



(شکل 4-33) مقطع فرضی ستون طبقه چهارم

$$I_g = \frac{1}{12} \times (35 \times 35^3) = 125052.08 cm^4 \quad \Rightarrow EI = (125052.08 \times 218819.79) = 2.74 \times 10^{10}$$

4-4-8-4- محاسبه ی ضریب طول موثر K:

ستون B4:

$$\psi_B = \frac{\frac{2.74}{2.7} + \frac{1.5}{2.7}}{\frac{1.66}{3.9} + \frac{1.66}{5.6}} = 2.17 \quad , \psi_T = \frac{\frac{2.74}{2.7}}{\frac{0.76}{3.9} + \frac{0.76}{5.6}} = 3.07 \quad \Rightarrow K = 1.75$$

ستون A4:

$$\psi_B = \frac{\frac{2.74}{2.7} + \frac{1.5}{2.7}}{\frac{1.66}{3.9}} = 3.69 \quad , \psi_T = \frac{\frac{2.74}{2.7}}{\frac{0.76}{3.9}} = 5.21 \quad \Rightarrow K = 2.18$$

ستون C4:

$$\psi_B = \frac{\frac{2.74}{2.7} + \frac{1.5}{2.7}}{\frac{1.66}{5.6}} = 5.3 \quad , \psi_T = \frac{\frac{2.74}{2.7}}{\frac{0.76}{5.6}} = 7.48 \quad \Rightarrow K = 2.5$$

4-4-8-5- بررسی لاغری ستونها:

$$L_u = 3.1 - 0.4 = 2.7 m \quad , r = 0.3h = 0.3 \times 35 = 10.5 cm$$

$$\text{Column}: B4 \rightarrow \frac{KL_u}{r} = \frac{1.75 \times 270}{10.5} = 45 \rangle 22$$
$$\text{Column}: A4 \rightarrow \frac{KL_u}{r} = \frac{2.18 \times 270}{10.5} = 56.06 \rangle 22$$
$$\text{Column}: C4 \rightarrow \frac{KL_u}{r} = \frac{2.5 \times 270}{10.5} = 64.29 \rangle 22$$

با توجه به نتایج بالا، ستون لاغر می باشد و محاسبات را برای تشدید لنگر ادامه می دهیم.

4-4-8-6- محاسبه ی δ_s:

$$B_d = \frac{0.6}{7.01} = 0.09$$

$$EI = \frac{0.4E_C I_g}{1 + B_d} = \frac{0.4(15100\sqrt{210}) \times 125052.08}{1.09 \times 10000} = 1004178.71$$

$$\text{Column } 4B \rightarrow P_C = \frac{\pi^2 EI}{(KL_u)^2} = \frac{\pi^2 \times 1004178.71}{(1.75 \times 2.70)^2} = 443922.47 \text{ kg}$$
$$\text{Column } 4A \rightarrow P_C = \frac{\pi^2 EI}{(KL_u)^2} = \frac{\pi^2 \times 1004178.71}{(2.18 \times 2.70)^2} = 286068.63 \text{ kg}$$
$$\text{Column } 4C \rightarrow P_C = \frac{\pi^2 EI}{(KL_u)^2} = \frac{\pi^2 \times 1004178.71}{(2.50 \times 2.70)^2} = 217522.01 \text{ kg}$$

$$\sum P_C = 443922.47 + 286068.63 + 217522.01 = 947513.11 \text{ kg}$$
$$\sum P_u = 19.58 + 9.85 + 13.3 = 42.72 \text{ ton}$$

$$\phi_u = 0.9 - \frac{2\phi P_u}{f'_c A_g} \geq 0.7 \Rightarrow \phi_u = 0.9 - \frac{2 \times 19580}{210 \times 35 \times 35} = 0.75$$

$$\delta_s = \frac{1}{1 - \frac{\sum P_u}{\phi \sum P_c}} = \frac{1}{1 - \frac{42720}{0.75 \times 947513.11}} = 1.06$$

$$M_{2b} = DL + 1.2LL = 0.36 + (1.2 \times 0.2) = 0.6 \quad , \quad M_{2s} = 1.2EQ = 1.2 \times 5.34 = 6.41$$

$$M_c = M_{2b} + \delta_s M_{2s} = 0.6 + (1.06 \times 6.41) = 7.39 \text{ ton.m} \quad , P_u = 19.58 \text{ ton} \quad , f_y = 4000 \quad , f'_c = 210$$

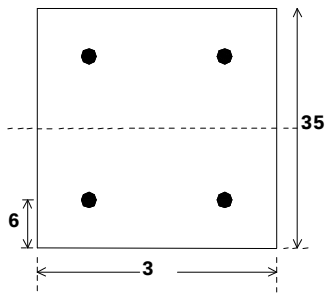
$$e=\frac{M_c}{P_u}=\frac{7.39\times10^5}{19.58\times10^3}=37.74 \quad , \quad \frac{e}{h}=\frac{37.74}{35}=1.08 \quad , \quad \gamma=\frac{d-d'}{h}=\frac{35-12}{35}=0.66$$

$$\frac{1}{70}\frac{\phi P_n}{A_g}=\frac{19580}{70\times35\times35}=0.23 \quad , \quad \frac{1}{70}\frac{\phi M_n}{A_g h}=\frac{7.39\times10^5}{70\times35^3}=0.25$$

با استفاده از نمودار 10 و 11 صفحات 632 و 633 کتاب آنالیز و طراحی سازه های بتن آرمه دکترکی نیا:

$$\begin{cases}\gamma=0.6 \ , \Rightarrow \rho=0.01 \\ \\ \gamma=0.75 \ , \Rightarrow \rho=0.098\end{cases} \Rightarrow \gamma=0.66 \Rightarrow \rho=0.01-\frac{0.003}{0.15}\times0.06=0.01$$

$$\rho=0.01\frac{4200}{4000}=0.01 \ , A_s=\rho.A_g=0.01\times35\times35=12.25 \ \Rightarrow 4\phi20$$



(شکل 4-34) مقطع اولیه ی ستون طبقه چهارم

4-4-8-7- محاسبه ی مجدد EI ستونها:

حال با توجه به مقدار آرماتور، می توان ممان مقطع ستون رامحاسبه کرد:

$$E_C=15100\sqrt{210}=218819.79$$

$$I_g=\frac{1}{12}bh^3=\frac{1}{12}35^4=125052.08$$

$$I_s=4\times3.14\times11.5^2=1661.06$$

$$EI=0.2E_SI_g+E_SI_s=(0.2\times218819.79\times125052.08)+(2.1\times10^6\times1661.06)=0.9\times10^{10}$$

4-4-8-8- محاسبه ی مجدد ضریب طول موثر K:

ستون B4:

$$\psi_B = \frac{\frac{0.9}{2.7}+\frac{1.5}{2.7}}{\frac{1.66}{3.9}+\frac{1.66}{5.6}} = 1.23 \ , \psi_T = \frac{\frac{0.9}{2.7}}{\frac{0.76}{3.9}+\frac{0.76}{5.6}} = 1.01 \ \Rightarrow K = 1.36$$

ستون A4:

$$\psi_B = \frac{\frac{0.9}{2.7}+\frac{1.5}{2.7}}{\frac{1.66}{3.9}} = 2.09 \ , \psi_T = \frac{\frac{0.9}{2.7}}{\frac{1.66}{3.9}} = 1.71 \ \Rightarrow K = 1.58$$

ستون C4:

$$\psi_B = \frac{\frac{0.9}{2.7}+\frac{1.5}{2.7}}{\frac{1.66}{5.6}} = 3 \ , \psi_T = \frac{\frac{0.9}{2.7}}{\frac{1.66}{5.6}} = 2.46 \ \Rightarrow K = 1.78$$

4-4-8-9- محاسبه ی مجدد δ_s:

$$EI = \frac{0.2E_C I_g + E_S I_S}{1+B_d} = \frac{0.9\times10^6}{1.09} = 825688.07$$

$$\text{Column} \quad 4B \rightarrow P_C = \frac{\pi^2 EI}{(KL_u)^2} = \frac{\pi^2 \times 1004178.71}{(1.36\times2.70)^2} = 604380.45 \quad kg$$

$$\text{Column} \quad 4A \rightarrow P_C = \frac{\pi^2 EI}{(KL_u)^2} = \frac{\pi^2 \times 1004178.71}{(1.58\times2.70)^2} = 447789.65 \quad kg$$

$$\text{Column} \quad 4C \rightarrow P_C = \frac{\pi^2 EI}{(KL_u)^2} = \frac{\pi^2 \times 1004178.71}{(1.78\times2.70)^2} = 352815.96 \quad kg$$

$$\sum P_C = 604380.45 + 447789.65 + 352815.96 = 1404986.08 \quad kg$$

$$\sum P_u = 19.58 + 9.85 + 13.3 = 42.72 \quad ton$$

$$\delta_s = \frac{1}{1-\frac{\sum P_u}{\phi \sum P_c}} = \frac{1}{1-\frac{42720}{0.75\times 1404986.08}} = 1.04$$

$$M_{2b} = DL + 1.2LL = 0.36 + (1.2\times 0.2) = 0.6 \quad , \quad M_{2s} = 1.2EQ = 1.2\times 5.34 = 6.41$$

$$M_c = M_{2b} + \delta_s M_{2s} = 0.6 + (1.04\times 6.41) = 7.32 \ \ \text{ton.m} \ , P_u = 19.58 \ \ \text{ton} \ , f_y = 4000 \ , f_c' = 210$$

$$e = \frac{M_c}{P_u} = \frac{7.32\times 10^5}{19.58\times 10^3} = 37.39 \quad , \quad \frac{e}{h} = \frac{37.39}{35} = 1.07 \quad , \quad \gamma = \frac{d-d'}{h} = \frac{35-12}{35} = 0.66$$

$$\frac{1}{70}\frac{\phi P_n}{A_g} = \frac{19580}{70\times 35\times 35} = 0.23 \quad , \quad \frac{1}{70}\frac{\phi M_n}{A_g h} = \frac{7.65\times 10^5}{70\times 35^3} = 0.25$$

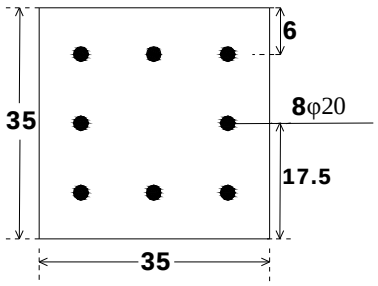
با استفاده از نمودار 10 و 11 صفحات 632 و 633 کتاب آنالیز و طراحی سازه های بتن آرمه دکترکی نیا:

$$\begin{cases} \gamma = 0.6 \ , \Rightarrow \rho = 0.01 \\ \gamma = 0.75 \ , \Rightarrow \rho = 0.098 \end{cases} \Rightarrow \gamma = 0.66 \Rightarrow \rho = 0.01 - \frac{0.003}{0.15}\times 0.06 = 0.01$$

$$\rho = 0.01\frac{4200}{4000} = 0.01 \ , A_s = \rho . A_g = 0.01\times 35\times 35 = 12.25 \ \Rightarrow 4\phi 20$$

4-4-8-10- مقطع نهایی ستون طبقه چهارم :

چون ستون مورد نظر دارای لنگر دردو محور می باشد و مقادیر این دو لنگر تا حدودی با هم برابر می باشند، بنابراین مقطع ستون، برای بارهای زیر، مقطعی با ابعاد 35×35 (سانتی متر)و تعداد8 آرماتور20جوابگو خواهد بود.



(شکل 4-35) مقطع نهایی ستون طبقه چهارم

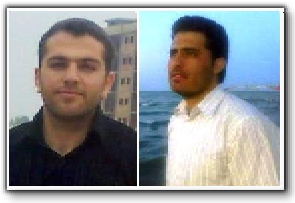
$$P_u = 19.58 \ \ \text{ton} \ , \ M_x = 7.14 \ , \ M_y = 7.01 \ \ \text{ton.m}$$

Bکلام آخر:

دانشجویان عزیزواساتید محترم، ضمن اینکه امیدواریم از مطالب این پروژه بهرمند شده باشید، باید به ذکر چند مورد درانتهای این پروژه اشاره کنیم :

اول اینکه: با توجه به کمبودهای موجود در دانشگاه، از نظرکیفیت تدریس دروس مختلف وسطح علمی اساتید، محتوای علمی پروژه تماماً توسط گروه نویسندگان این پروژه طراحی و انجام شده است و انجام تک تک آیتم های موجود ازمرحله ی بارگذاری تا طراحی تیروستون، تایپ، ترسیم اشکال و ویرایش مطالب با تلاش وکوشش شبانه روزی نویسندگان به نتیجه ی نهایی رسیده است. دوم : اگرچه شاید، به نظر برسد این پروژه تا این مرحله از طراحی هنوز کامل نیست، ولی باید به این نکته ی مهم اشاره کرد که کمبود وقت، وبه طور کلی چارت نامناسب درسی درمقطع کارشناسی ناپیوسته، مانع از تکمیل صد در صدی این پروژه تا نقطه ی آرمانی خود می باشد. با این وجود، بدون شک مطمئن هستیم پروژه ی حاضر تا این مرحله بسیار کامل و دقیق می باشد و بعضاً مباحثی که در هیچ کتابی نمی یابید، به طور کامل تشریح شده، که این مطالب می تواند مورد استفاده ی اساتید محترمی که وظیفه ی آموزش دانشجویان را برعهده دارند، نیز قرار بگیرد. درضمن لازم می دانیم، از عزیزانی که از کتب آنها به عنوان مرجع استفاده شده، بسیار تشکر و قدردانی کنیم. سوم : برای انجام هر مرحله از پروژه با تکیه برتوان خود، استفاده از کتب علمی موجود در دسترس، و تلاش فراوان، موانع را از سر راه برداشته ایم، اکنون با هموار شدن راه برای شما دوستان عزیز درموسسه ی شمس گنبد،انتظار ما از پروژه های آینده، چیزی بسیار فراتراز پروژه ی کنونی است.

نظرات خود را پیرامون بهبود این پروژه، از طریق آدرس های الکترونیکی زیر ارسال نمایید. در ضمن نسخه ی پی دی اف این پروژه از سایت زیر قابل دانلود خواهد بود، بدیهی است، اشکالات احتمالی و تکمیل سایر مباحث پروژه، از این طریق صورت خواهد گرفت.



شعبان امرائی : * Shaaban.amraei@gmail.com

مقداد حیدری : * ircivil.ir@gmail.com

¿ www.ircivil.ir

موفق و پیروز باشید.

¨ منابع و مراجع:

1- اخوان لیل آبادی و طاحونی، محمدرضا و شاپور، *تحلیل سازه ها*، انتشهارات جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیرکبیر، 1387

2- باجی، حسن، *محاسبات پروژه های ساختمانی بااستفاده از ETABS و SAFE (ویرایش سوم)*، نشر علم عمران، 1388.

3- دفتر امور فنی تدوین معیارها و کاهش خطرپذیری ناشی از زلزله، *آیین نامه بتن ایران – آبا(نشریه شماره120)*، انتشارات سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور،1383.

4- دفتر تدوین و ترویج مقررات ملی ساختمان، مبحث ششم *بارهای وارد برساختمان(1385)*، نشر توسعه ایران، 1388.

5- دفتر تدوین و ترویج مقررات ملی ساختمان، *طرح و اجرای ساختمانهای بتن آرمه – مبحث نهم(1388)*، نشر توسعه ایران، 1388.

6- کمیته دائمی بازنگری آیین نامه طراحی ساختمانها دربرابر زلزله، *آیین نامه طراحی ساختمانها دربرابر زلزله استاندارد 84- 2800 (ویرایش سوم)*، نشر مرکز تحقیقات ساختمان ومسکن، 1388.

7-کی نیا، امیرمسعود، *آنالیز وطراحی سازه های بتن آرمه*، نشر جهاد دانشگاهی واحد صنعتی اصفهان، بهار1387.

8- مستوفی نژاد و فضیلتی، داود و مهدی، *بارگذاری و سیستم های باربر*، انتشارات ارکان دانش، 1387

*****