



دانشکده پردیس دانشگاهی

پایان نامه کارشناسی ارشد

ارزیابی و مقاوم سازی سازه های آموزشی بتنی با استفاده از روشهای نوین

از

عباس جهانی بهنمیری

استاد راهنما

دکتر سعید پورزینلی

شهریور 1392

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

دانشکده پردیس دانشگاهی

مهندسی عمران

گرایش سازه

ارزیابی و مقاوم سازی سازه های آموزشی بتنی با استفاده از روشهای نوین

از

عباس جهانی بهنمیری

استاد راهنما

دکتر سعید پورزینلی

استاد مشاور

دکتر رحمت مدن دوست

تقديم :

به همسفر زندگى ام، همسرم

به فرزندان عزيزم

تقدیر و تشکر:

این رساله ، حاصل تلاش کسانی است که در دشواری ها، خالصانه مرا یاری نمودند و همواره مشوق و راهنمای

من بودند، که از همه ی آن عزیزان سپاسگزارم.

سلامتی و سعادت‌مندی را از خداوند متعال برای همه ی آن بزرگواران خواستارم.

و با تشکر و سپاس فراوان از اساتید محترم:

آقای دکتر سعید پورزینلی

آقای دکتر رحمت مدن دوست

که در انجام پایان نامه راهنمایی های ارزنده ای ارائه نمودند.

فهرست مطالب:

الف	تقدیم
ب	تقدیر و تشکر
ت	فهرست مطالب
س	فهرست جداول
ط	فهرست شکل ها
ک	چکیده فارسی
ل	چکیده انگلیسی

فصل اول : مقدمه

1	1-1	پیشگفتار
3	2-1	زلزله
5	3-1	بهسازی و مقاوم سازی
6	4-1	لزوم انجام مقاوم سازی
7	5-1	لزوم انجام مقاوم سازی ساختمانهای آموزشی
9	6-1	مراحل و روش انجام پژوهش

فصل دوم : مروری بر تحقیقات گذشته

12	1-2	مقدمه
12	2-2	روشهای مقاوم سازی از دیدگاه کلی
12	1-2-2	روش های افزایش استقامت سازه
13	2-2-2	روش های کاهش تحریک زلزله
13	3-2	مروری بر تاریخچه تعیین آسیب پذیری لرزه ای و مقاوم سازی

فصل سوم : ضوابط بهسازی لرزه ای ساختمانهای موجود بر طبق اصول طراحی براساس عملکرد

29	1-3	مقدمه
30	2-3	طراحی لرزه ای براساس عملکرد
31	1-2-3	مفهوم طراحی لرزه ای بر اساس عملکرد
32	2-2-3	اهداف عملکرد
34	3-2-3	سطوح عملکرد
36	1-3-2-3	سطوح عملکرد در SEAOC
37	2-3-2-3	سطوح عملکرد تعریف شده توسط FEMA 356
37	1-2-3-2-3	سطوح عملکرد سازه ای
38	2-2-3-2-3	سطوح عملکرد اجزای غیر سازه ای
39	3-2-3-2-3	سطوح عملکرد کل ساختمان
39	4-2-3	هدف بهسازی
40	1-4-2-3	بهسازی مبنا
40	2-4-2-3	بهسازی مطلوب
40	3-4-2-3	بهسازی ویژه
40	4-4-2-3	بهسازی محدود
40	3-3	مبانی طراحی براساس عملکرد مطابق دستورالعمل بهسازی لرزه ای
40	1-3-3	پیکربندی ساختمان
41	1-1-3-3	اعضای سازه ای اصلی و غیر اصلی
41	2-3-3	مشخصات ساختگاه
41	3-3-3	ساختمان مجاور
42	4-3-3	سطوح اطلاعات
42	1-4-3-3	سطح اطلاعات حداقل
42	2-4-3-3	سطح اطلاعات متعارف

42	سطح اطلاعات جامع	3-4-3-3
43	ضریب آگاهی	5-3-3
43	روشهای تحلیل	6-3-3
44	تحلیل های خطی	1-6-3-3
46	تحلیل استاتیکی خطی	1-1-6-3-3
47	تحلیل دینامیکی خطی	2-1-6-3-3
50	تحلیل های غیر خطی	2-6-3-3
53	تحلیل غیر خطی دینامیکی (NDA)	1-2-6-3-3
55	تحلیل غیر خطی استاتیکی (پوش آور)(NSP)	2-2-6-3-3
61	تحلیل پوش آور مودال (MPA)	3-2-6-3-3
65	روش مودال پوش آور بهبود یافته	4-2-6-3-3
65	روش مودال پوش آور بهنگام شونده	5-2-6-3-3
66	بهینه کردن روش مودال پوش آور با در نظر گرفتن مفاهیم انرژی	6-2-6-3-3
67	روش تحلیل غیر خطی استاتیکی در FEMA 356	7-3-3
67	الگوی بار جانبی طبق نشریه 360	1-7-3-3
68	فرایند تحلیل استاتیکی غیر خطی در نرم افزار	2-7-3-3
69	مدل رفتار دو خطی نیرو - تغییر مکان سازه	8-3-3
69	برآورد تغییر مکان هدف (نقطه ی عملکرد)	9-3-3
70	روش طیف ظرفیت	1-9-3-3
70	رسم طیف تقاضای زلزله طرح	1-1-9-3-3
71	رسم منحنی ظرفیت سازه	2-1-9-3-3
72	مراحل قدم به قدم ساخت منحنی ظرفیت	3-1-9-3-3
75	ترسیم طیف ظرفیت	4-1-9-3-3
77	تعیین تقاضا	5-1-9-3-3
77	روش ضریب تغییر مکان	2-9-3-3
78	محاسبه زمان تناوب اصلی موثر	1-2-9-3-3

فصل چهارم : مدلسازی و معیارهای پذیرش و راهکارهای بهسازی

80	مقدمه	1-4
80	قواعد مدلسازی	2-4
80	بارهای ثقلی	1-2-4
81	اثر هم زمان مولفه های زلزله	2-2-4
82	مدل ساختمان	3-4
83	دیافراگم	4-4
83	اثر $P - \Delta$	5-4
84	اثرات پیچش	6-4
85	اثرات واژگونی	7-4
85	درزهای انقطاع	8-4
85	اثر مولفه ی قائم زلزله	9-4
86	مدلسازی پی و اندرکنش خاک و سازه	10-4
86	بررسی اعتبار فرضیات طراحی	11-4
87	مدل کردن رفتار غالب در اجزا	12-4
87	رفتار اجزای سازه ای	1-12-4
88	مقاومت مصالح	13-4
89	ظرفیت اجزای سازه	14-4
90	تعیین ظرفیت مورد انتظار اجزا	1-14-4
91	تلاش های کنترل شونده توسط تغییر شکل	1-1-14-4
91	تلاش های کنترل شونده توسط نیرو	2-1-14-4
92	معیارهای پذیرش برای روش های خطی	15-4
92	کنترل شونده توسط تغییر شکل	1-15-4
92	کنترل شونده توسط نیرو	2-15-4
96	معیارهای پذیرش برای روش های غیرخطی	16-4

96	کنترل شونده توسط تغییر شکل	1-16-4
96	کنترل شونده توسط نیرو	2-16-4
97	معیار پذیرش قابهای بتنی با میان قاب	17-4
101	تحلیل استاتیکی فزاینده غیر خطی (PUSH OVER)	18-4
101	منحنی ظرفیت سازه	1-18-4
101	مدلسازی رفتار غیر خطی در اعضاء و ارائه مشخصات مفاصل پلاستیک	2-18-4
104	معیارهای پذیرش تحلیل های غیر خطی	3-18-4
108	معیارهای بهسازی	19-4
108	تقویت پی ها	20-4
108	معایب رایج پی ها	1-20-4
109	روشهای تقویت برای فشار زیاد خاک زیر پی	2-20-4
109	روشهای تقویت برای حالت بلند شدگی پی	3-20-4
109	تقویت اتصال اجزای قائم باربر جانبی به پی	4-20-4
110	گزینه‌های بهسازی	21-4

فصل پنجم : مطالعات عددی

111	مشخصات ساختمان مورد مطالعه	1-5
118	اطلاعات تفصیلی ساختگاه و ژئوتکنیک	2-5
122	پیشنهادات ژئوتکنیک	1-2-5
122	عمق پی کنی	1-1-2-5
122	انتخاب پی مناسب	2-1-2-5
122	طبقه بندی زمین براساس آیین نامه 2800	3-1-2-5
123	جمع آوری و دفع فاضلاب و آبهای سطحی	4-1-2-5
123	طراحی و اجرای زهکش	5-1-2-5
123	هدف بهسازی	3-5
123	تعیین خطر زلزله و طیف طرح	4-5

124	سطوح اطلاعات	5-5
124	سطح اطلاعات متعارف	1-5-5
124	ارزیابی سیستم سازه ای ساختمان و توضیحات آزمایشات و سونداژها	6-5
126	محل آزمایشها	1-6-5
130	نتایج آزمایشها	2-6-5
190	مقاطع مورد استفاده در سازه موجود	7-5
198	پارامترهای مورد نیاز جهت تحلیل	8-5
198	اثرات Δ -P	1-8-5
198	اثر هم زمان مولفه های زلزله	2-8-5
198	اثرات پیچش	3-8-5
199	اثرات واژگونی	4-8-5
199	درزهای انقطاع	5-8-5
200	اثر مولفه ی قائم زلزله	6-8-5
200	کنترل صلبیت سقف	7-8-5
201	تحلیل سازه موجود	9-5
201	نقطه ی کنترل	1-9-5
202	توزیع بار جانبی	2-9-5
204	ترکیب بارگذاری ثقلی و جانبی	3-9-5
206	معرفی مفاصل پلاستیک	4-9-5
206	محاسبه زمان تناوب اصلی موثر	5-9-5
207	برآورد نیروها و تغییر شکل ها	6-9-5
207	ساختمان با دیافراگم صلب	1-6-9-5
210	محاسبه تغییر مکان هدف برای ترکیبات بارگذاری مختلف	2-6-9-5
213	بررسی اثر میان قاب ها	10-5
213	ارزیابی میان قابهای مصالح بنایی در جهت درون صفحه	1-10-5
213	کنترل نسبت ارتفاع به ضخامت دیوار	2-10-5

214	سختی	3-10-5
218	نتایج تحلیل استاتیکی غیر خطی سازه با در نظر گرفتن اثر میان قاب ها	4-10-5
220	نتیجه گیری تحلیل های غیر خطی در اعضای کنترل شونده توسط تغییر شکل	11-5
221	نتیجه گیری تحلیل های غیر خطی در اعضای کنترل شونده توسط نیرو (برش در تیرها)	12-5
221	کنترل تیرچه سقف	13-5
222	ظرفیت اعضا	14-5
222	ظرفیت تیرها	1-14-5
223	ظرفیت ستونها	2-14-5
224	لزوم انجام تحلیل دینامیکی خطی در کنار تحلیل استاتیکی غیر خطی	15-5
224	بررسی فنداسیون	16-5
230	جمع بندی تحلیل غیر خطی سازه	17-5

فصل ششم : بررسی طرح های پیشنهادی بهسازی

231	مقدمه	1-6
232	طرح های پیشنهادی جهت بهسازی	2-6
233	مدل تحلیلی سازه	3-6
233	گزینه اول بهسازی	4-6
233	معرفی گزینه	1-4-6
234	محاسبه نیروی برش پایه	2-4-6
235	کنترل تحلیل سازه	3-4-6
239	جزئیات تقویت اعضا در گزینه اول بهسازی	4-4-6
245	مدلسازی و تحلیل فونداسیون	5-4-6
246	کنترل تحلیل فونداسیون	6-4-6
248	جزئیات تقویت فونداسیون در گزینه اول بهسازی	7-4-6
249	ارزیابی اقتصادی طرح	8-4-6
254	گزینه دوم بهسازی	5-6

254	معرفی گزینه	1-5-6
255	محاسبه نیروی برش پایه	2-5-6
256	کنترل تحلیل سازه	3-5-6
261	جزئیات تقویت اعضاء در گزینه دوم بهسازی	4-5-6
270	مدلسازی و تحلیل فونداسیون	5-5-6
271	کنترل تحلیل فونداسیون	6-5-6
272	جزئیات تقویت فونداسیون در گزینه دوم بهسازی	7-5-6
275	ارزیابی اقتصادی طرح	8-5-6
281	گزینه سوم بهسازی	6-6
281	معرفی گزینه	1-6-6
281	محاسبه نیروی برش پایه	2-6-6
281	کنترل تحلیل سازه	3-6-6
282	جزئیات تقویت اعضاء در گزینه سوم بهسازی	4-6-6
290	مدلسازی و تحلیل فونداسیون	5-6-6
290	کنترل تحلیل فونداسیون	6-6-6
291	جزئیات تقویت فونداسیون در گزینه سوم بهسازی	7-6-6
293	ارزیابی اقتصادی طرح	8-6-6
298	مقایسه جامع گزینه ها و پیشنهاد گزینه برتر	7-6
298	گزینه اول بهسازی	1-7-6
298	گزینه دوم بهسازی	2-7-6
299	گزینه سوم بهسازی	3-7-6
299	جمع بندی و نتیجه گیری	8-6
300	هزینه اجرای طرح	1-8-6
300	زمان لازم برای اجرای طرح	2-8-6
300	امکان سنجی روش های اجرا و میزان صعوبت فعالیت ها	3-8-6
300	پیش بینی احتمال برخورد به فعالیت های پیش بینی نشده	4-8-6

301	مدل سازی گزینه برتر بهسازی به روش غیر خطی	9-6
301	کلیات مدل سازی	1-9-6
301	اختصاص خصوصیات و منحنی رفتاری مفاصل پلاستیک در المان ها	2-9-6
301	ویژگی های تحلیل استاتیکی غیر خطی مورد استفاده	3-9-6
302	کلیات تحلیل سازه و فونداسیون	4-9-6
302	منحنی های پوش آور	5-9-6
305	پارامترهای مورد نیاز تحلیل استاتیکی غیر خطی و تعیین تغییر مکان هدف	6-9-6
305	پریود ارتعاش طبیعی سازه	1-6-9-6
306	دیگر ضرایب و پارامترها	2-6-9-6
307	تعیین مقادیر تقاضا در المان ها	7-9-6
307	نحوه ارزیابی المان ها و ارائه طرح بهینه بهسازی	8-9-6
307	رفتار کنترل شونده توسط تغییر شکل	1-8-9-6
315	رفتار کنترل شونده توسط نیرو	2-8-9-6
315	ارزیابی تیرها	1-2-8-9-6
321	ارزیابی ستون ها	2-2-8-9-6
323	ارزیابی دیوار برشی	3-2-8-9-6
325	مقایسه منحنی ظرفیت قبل و بعد از بهسازی	9-9-6
329	بهسازی فونداسیون موجود	10-6
331	ارزیابی و بهسازی میان قاب های مصالح بنایی	11-6
332	مراحل اجرای طرح بهسازی	12-6

فصل هفتم : نتیجه گیری و پیشنهادات برای ادامه کار

334	نتیجه گیری	1-7
335	پیشنهاد برای ادامه کار	2-7
336	منابع و مراجع	

فهرست جداول:

- 35 جدول(1-3) - تعریف عملکرد سازه ای
- 36 جدول(2-3) - معیارهای پذیرش و سطوح عملکرد ایمنی جانی و آستانه فروریزش
- 43 جدول(3-3) - ضریب آگاهی
- 89 جدول(1-4) - اطلاعات لازم برای محاسبه ی ظرفیت اجزای سازه در تحلیل های خطی
- 90 جدول(2-4) - اطلاعات لازم برای محاسبه ی ظرفیت اجزای سازه در تحلیل های غیرخطی
- 91 جدول(3-4) - طبقه بندی نیاز شکل پذیری اعضا
- 93 جدول(4-4) - معیارهای پذیرش برای روش های خطی - تیرهای بتن مسلح
- 94 جدول(5-4) - معیارهای پذیرش برای روش های خطی - ستون های بتن مسلح
- 95 جدول(6-4) - معیارهای پذیرش برای روش های خطی - اتصالات تیر-ستون بتن مسلح
- 98 جدول(7-4) - معیارهای پذیرش برای روش های خطی - قاب های بتن مسلح با میان قاب
- 99 جدول(8-4) - پارامترهای مدل سازی و معیارهای پذیرش برای روش های غیرخطی - قاب های بتن مسلح با میان قاب
- 100 جدول(9-4) - تلاش های وارد بر اعضا سازه
- 105 جدول(10-4) - پارامترهای مدل سازی و معیارهای پذیرش برای روش های غیر خطی - تیرهای بتن مسلح
- 106 جدول(11-4) - پارامترهای مدل سازی و معیارهای پذیرش برای روش های غیر خطی - ستون های بتن مسلح
- 107 جدول(12-4) - پارامترهای مدل سازی و معیارهای پذیرش برای روش های غیر خطی - اتصالات تیر-ستون بتن مسلح
- 111 جدول(1-5) - مشخصات کلی ساختمان
- 112 جدول(2-5) - ابعاد کلی و تعداد طبقات
- 118 جدول(3-5) - متوسط نتایج حدود اتربرگ
- 118 جدول(4-5) - متوسط نتایج آزمایش برش مستقیم
- 120 جدول(5-5) - مقادیر پارامترهای ظرفیت باربری پی های سطحی
- 121 جدول(6-5) - مقادیر ظرفیت باربری پی های سطحی
- 125 جدول(7-5) - آزمایشهای انجام شده بر روی سازه
- 130 جدول(8-5) - نوع آزمایشهای انجام شده بر روی سازه
- 138 جدول(9-5) - سونداژ ستون طبقه همکف

141	جدول (10-5) - سونداژ ستون طبقه اول
143	جدول (11-5) - سونداژ ستون طبقه دوم
145	جدول (12-5) - سونداژ ستون طبقه سوم
148	جدول (13-5) - سونداژ تیر طبقه همکف
150	جدول (14-5) - سونداژ تیر طبقه اول
152	جدول (15-5) - سونداژ تیر طبقه دوم
155	جدول (16-5) - سونداژ تیر طبقه سوم
157	جدول (17-5) - سونداژ اتصال طبقه همکف
158	جدول (18-5) - سونداژ اتصال طبقه اول
158	جدول (19-5) - سونداژ اتصال طبقه دوم
159	جدول (20-5) - سونداژ اتصال طبقه سوم
160	جدول (21-5) - تست برش ملات
161	جدول (22-5) - مغزه گیری
162	جدول (23-5) - نتایج آزمایش مغزه گیری بتن
162	جدول (24-5) - آزمایش کشش میلگرد
163	جدول (25-5) - سونداژ دیوار آجری
165	جدول (26-5) - محاسبه وزن تیغه 11 سانتیمتری
165	جدول (27-5) - محاسبه وزن دیوار 30 سانتیمتری داخلی و خارجی
166	جدول (28-5) - سونداژ سقف
166	جدول (29-5) - سونداژ پله
168	جدول (30-5) - وزن اجزای سقف طبقات
169	جدول (31-5) - وزن اجزای سقف بام
170	جدول (32-5) - آرماتوربایی
171	جدول (33-5) - نمونه گیری آرماتور
172	جدول (34-5) - آزمایشهای چکش اشमित طبقه همکف
177	جدول (35-5) - آزمایشهای چکش اشमित طبقه اول

181	جدول (5-36) - آزمایشهای چکش اشمیت طبقه دوم
185	جدول (5-37) - آزمایشهای چکش اشمیت طبقه سوم
197	جدول (5-38) - جزئیات تیرهای موجود
197	جدول (5-39) - مشخصات تیرهای اصلی
204	جدول (5-40) - ترکیبات بارگذاری جهت تحلیل
206	جدول (5-41) - ترکیبات بارگذاری مورد استفاده در تحلیل این سازه
208	جدول (5-42) - ضرایب تقریبی C_0
209	جدول (5-43) - ضریب C_2
220	جدول (5-44) - سطح عملکرد اعضاء
223	جدول (5-45) - ظرفیت تیرها
224	جدول (5-46) - ظرفیت ستونها
224	جدول (5-47) - نسبت برش دینامیکی به برش مود اول
225	جدول (5-48) - سونداژ فونداسیون
229	جدول (5-49) - مشخصات فنداسیون
235	جدول (6-1) - کنترل تغییرمکان نسبی ساختمان در گزینه اول بهسازی
245	جدول (6-2) - مقاومت مجاز و مدول بستر خاک
246	جدول (6-3) - ترکیب بارهای حد بهره‌برداری فونداسیون
256	جدول (6-4) - کنترل تغییرمکان نسبی ساختمان در گزینه دوم بهسازی
282	جدول (6-5) - کنترل تغییرمکان نسبی ساختمان در گزینه سوم بهسازی
305	جدول (6-6) - نحوه محاسبه دوخطی کردن نمودار برش - تغییرمکان بر اساس شکل شماره (6-53)
306	جدول (6-7) - محاسبات تغییرمکان هدف در راستای X, Y
308	جدول (6-8) - تعداد مفاصل تشکیل شده در الگوی بار مثلثی و ترکیب بار $1.1D+1.1L+Ex+0.3Ey$
309	جدول (6-9) - تعداد مفاصل تشکیل شده در الگوی بار مثلثی و ترکیب بار $0.9D+Ex+0.3Ey$
310	جدول (6-10) - تعداد مفاصل تشکیل شده در الگوی بار مثلثی و ترکیب بار $1.1D+1.1L+Ey+0.3Ex$
311	جدول (6-11) - تعداد مفاصل تشکیل شده در الگوی بار مثلثی و ترکیب بار $0.9D+Ey+0.3Ex$
312	جدول (6-12) - تعداد مفاصل تشکیل شده در الگوی بار یکنواخت و ترکیب بار $1.1D+1.1L+Ex+0.3Ey$

- 313 جدول(6-13) - تعداد مفاصل تشکیل شده در الگوی بار یکنواخت و ترکیب بار $0.9D+Ex+0.3Ey$
- 314 جدول(6-14) - تعداد مفاصل تشکیل شده در الگوی بار یکنواخت و ترکیب بار $1.1D+1.1L+Ey+0.3Ex$
- 315 جدول(6-15) - تعداد مفاصل تشکیل شده در الگوی بار یکنواخت و ترکیب بار $0.9D+Ey+0.3Ex$
- 316 جدول(6-16) - کنترل برش در تیرها
- 322 جدول(6-17) - کنترل نیروی محوری و برش در ستون ها
- 324 جدول(6-18) - محاسبات ضرایب تعریف مفاصل غیر خطی المان دیوار برشی

فهرست شکل ها:

- 34 شکل(3-1)- ماتریس هدف عملکرد لرنزه ای Vision 2000
- 51 شکل(3-2)- منحنی ظرفیت سازه
- 52 شکل(3-3)- منحنی نیرو - تغییر شکل تعمیم یافته
- 57 شکل(3-4)- منحنی پوش آور و مدل رفتار دو خطی
- 63 شکل(3-5)- عکس العمل سازه در مقابل بار جانبی
- 66 شکل(3-6)- تعیین نقطه هدف توسط روش انرژی در مودال پوش آور
- 67 شکل(3-7)- مراحل تعیین نقطه هدف توسط روش انرژی در مودال پوش آور
- 68 شکل(3-8)- حالت‌های مختلف توزیع نیروی جانبی در ارتفاع ساختمان
- 71 شکل(3-9)- طیفهای پاسخ در قالب سنتی و ADRS
- 72 شکل(3-10)- نمایش گرافیکی روش Pushover
- 74 شکل(3-11)- منحنی ظرفیت در حالت افت مقاومت کلی
- 76 شکل(3-12)- ضرایب مشارکت مدی و ضرایب جرم مدی نمونه
- 78 شکل(3-13)- منحنی ایده آل نیرو - تغییر مکان
- 87 شکل(4-1)- منحنی رفتار عضوهای شکل پذیر
- 88 شکل(4-2)- منحنی رفتار عضو نیمه شکل پذیر
- 88 شکل(4-3)- منحنی رفتار عضو شکننده و ترد
- 90 شکل(4-4)- رابطه ی بار-تغییر شکل برای اعضا و اجزای بتنی
- 102 شکل(4-5)- نمودار کلی نیرو-تغییر شکل برای مفصل محوری در اعضای بتنی
- 104 شکل(4-6)- نمودار لنگر-دوران در مفصل پلاستیک خمشی
- 112 شکل(5-1)- ساختمان مورد مطالعه
- 113 شکل(5-2)- پلان طبقه همکف
- 114 شکل(5-3)- پلان طبقه اول
- 115 شکل(5-4)- پلان طبقه دوم
- 116 شکل(5-5)- پلان طبقه سوم

- 117 شکل(5-6)- پلان شیب بندی بام
- 126 شکل(5-7)- سونداژها و محل انجام آزمایش در طبقه همکف
- 127 شکل(5-8)- سونداژها و محل انجام آزمایش در طبقه اول
- 128 شکل(5-9)- سونداژها و محل انجام آزمایش در طبقه دوم
- 129 شکل(5-10)- سونداژها و محل انجام آزمایش در طبقه سوم
- 139 شکل(5-11)- سونداژ ستون طبقه همکف
- 140 شکل(5-12)- مقاطع ستونهای طبقه همکف
- 141 شکل(5-13)- سونداژ ستون طبقه اول
- 142 شکل(5-14)- مقاطع ستون های طبقه اول
- 143 شکل(5-15)- سونداژ ستون طبقه دوم
- 144 شکل(5-16)- مقاطع ستون های طبقه دوم
- 146 شکل(5-17)- سونداژ ستون طبقه سوم
- 147 شکل(5-18)- مقاطع ستون های طبقه سوم
- 149 شکل(5-19)- سونداژ تیر طبقه همکف
- 149 شکل(5-20)- مقاطع تیرهای طبقه همکف
- 151 شکل(5-21)- سونداژ تیر طبقه اول
- 151 شکل(5-22)- مقاطع تیرهای طبقه اول
- 153 شکل(5-23)- سونداژ تیر طبقه دوم
- 154 شکل(5-24)- مقاطع تیرهای طبقه دوم
- 156 شکل(5-25)- سونداژ تیر طبقه سوم
- 156 شکل(5-26)- مقاطع تیرهای طبقه سوم
- 159 شکل(5-27)- سونداژ اتصال
- 160 شکل(5-28)- تست برش ملات
- 161 شکل(5-29)- مغزه گیری از ستون
- 163 شکل(5-30)- سونداژ دیوار آجری
- 164 شکل(5-31)- جزئیات دیوار آجری