بررسی و ارزیابی برش پایه سازه ی بتنی مسلح قابی با شکل پذیری متوسط در مقابل بارهای انفجار سطحی

صمد برمکی 1 ،جواد مکاری رحمدل 2
1-کارشناس ارشد مهندسی عمران سازه،دانشگاه آزاد تبریز
barmaki84@yahoo.com
2-دکتری زلزله دانشگاه صنعتی ارومیه
J_mokari@yahoo.com

چکیده :
تحقیق حاضر به بررسی و ارزیابی یک سازه بتنی قابی با شکل پذیری متوسط در برابر انفجار می پردازد. لذا بعد از طراحی یک سازه بتنی 4 طبقه منظم با شکل پذیری متوسط واقع در شهر ماکو(منطقه با خطر نسبی زیاد و منطقه مرزی)توسط نرم افزار ETABS ،ستونهاو تیرها با تمام جزئیات (میلگردهای طولی و خاموتها) و همراه با خصوصیات مصالح در نرم افزار المان محدود ABAQUS مدل شده اند. عملکرد سازه بتنی با شکل پذیری متوسط در دو فاصله 10 و50 متری در عرض 1 ثانیه بعد از انفجار 500 kg تی ان تی بررسی شد. با توجه به دو سطح رو به انفجار 15 و 20 متری ، برش پایه در فاصله 10 متری نسبت به انفجار ماده منفجره درفاصله 50 متری بیشتر است و مقایسه ایی که با برش پایه در حالت انفجاری با برش پایه با زلزله صورت گرفته نتایج حاکی ازاین است که مقادیر حاصل از انفجار خیلی بیشتر است

واژه های کلیدی : انفجار سطحی ، انفجار 500 kg تی ان تی ، نرم افزار المان محدود ABAQUS ،قاب خمشی بتنی متوسط منظم ، ، برش پایه

مقدمه :

Archive of SID
www.SID.ir

تمام ساختمانها با دودسته کلی از تهدیدات و خطرات روبرو هستند:الف :تهدیدات طبیعی (باد و زلزله و باران و سیل و رعد برق)ب: تهدیدات و خطرات غیر طبیعی (برخواسته از عوامل انسانی چون انفجار). با توجه به قرار گیری کشور عزیزمان در منطقه خاور میانه،که با خطرات زیادی روبرو هستیم لزوم طراحی یک ساختمان مناسب و ایمن دربرابرتهدیدات انسانی وحملات تروریستی(انفجاروبمبارانها و ...) را می طلبد. لذاطراحی شریانهای حیاطی (برق ،گاز،آب)و بیمارستانها و مخابراتها و سازه های با درجه اهمیت بسیار زیاد نیاز به یک مقاومت لازم در برابر انفجار را دارند در این تحقیق سازه بتنی با شکل پذیری متوسط در شهر ماکو و با توجه به قرار گیری این شهر در منطقه مرزی و تهدید حملات تروریستی، سازه در دوراستای طولی و عرضی در دو فاصله 10و 50 متری تحت ماده منفجره (500TNT kg) مورد ارزیابی قرار گرفته است. با توجه به نمودارها و اشکالی که UFC پیشنهاد کرده به محاسبه عددی بارگذاری انفجار و فرمولهای ارائه شده اشاره کرده و سازه 4 طبقه بتنی با شکل پذیری متوسط را تحت نرم افزار ETABS تحلیل کرده و نتایج بدست آمده (ابعاد ستون و تیرو میلگرد) را وارد نرم افزار ABAQUS کرده و سپس نمونه هارا اسمبلی کرده ایم و بعد ازتحلیل به بررسی برش پایه ناشی از انفجار پرداخته ایم .

مواد منفجره نظامی :

مواد منفجره نظامی شامل PETN, HMX, RDX, TNT تتریل، اسیدپیکریک و مادۀ منفجرۀ D هستند.که تی ان تی بعنوان مرجع سایر مواد منفجره در نظر گرفته می‌شود. بدین معنی که وقتی ماده

Archive of SID

www.SID.ir

منفجره قوی غیر از TNT می‌باشد انرژی معادل آن با استفاده از ضرایب ماده منفجره بدست می‌آید. [1]

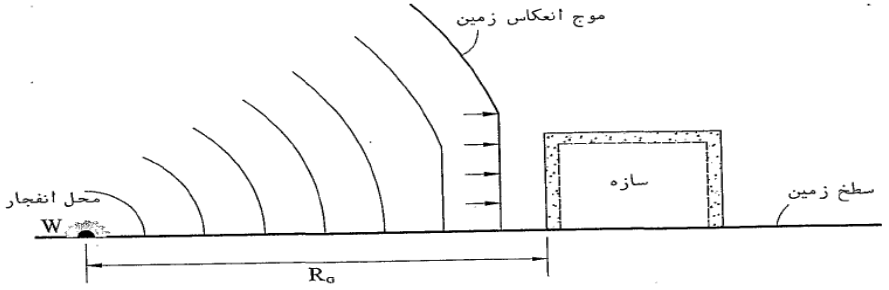
جدول(1) ضرایب تبدیل ماده منفجره

ماده منفجره	Mas specific energy(kj/kg)	معادل TNT
TNT	**4520**	**1.000**
GDN	**7232**	**(7232/4520)=1.6**
DYNAMITE	**5876**	**1.30**
RDX	**5360**	**1.185**
HMX	**5650**	**1.256**
PYROXILONO	**4746**	**1.05**
SEMTEX	5660	1.25

مثال : ضریب تبدیل = GDN/TNT= (7232/4520) =1.6

انفجار سطحی :

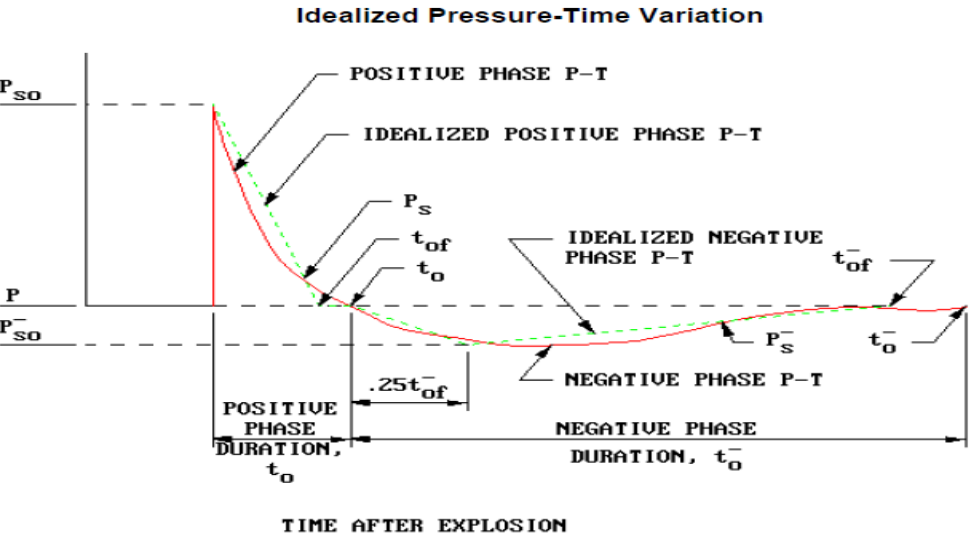
انفجاری که روی سطح زمین یا بسیار نزدیک به آن رخ می‌دهد به عنوان انفجار سطحی محسوب می‌شود. موج اولیه انفجار، منعکس و به وسیله زمین تقویت می‌شود تا به یک موج منعکس شده تبدیل گردد. برخلاف انفجار هوایی، موج منعکس شده با موج برخورد در نقطه انفجار ادغام می‌شود تا یک موج مجزا را شکل دهد که ماهیت آن شبیه به موج ماخ انفجار هوا است، اما به شکل نیم کره می‌باشدو این فشار بعضی مواقع 300 Kilo bar و درجهٔ حرارت $^{\circ}C$ ۸۰۰۰ — ۴۰۰۰ می‌رسد. [2]



شکل(1) انفجار سطحی

Archive of SID
www.SID.ir

دیاگرام فشار – زمان موج انفجار می‌تواند توسط یک فرم کلی همانند شکل (2) نشان داده شود. این شکل برای انفجار در محیط آزاد است.



شکل (2) دیاگرام فشار – زمان موج انفجار

این دیاگرام را می‌توان با معادله زیر نشان داد

$$P(t) = P_O + P_S^+\left(1 - \frac{t}{T^+}\right).e^{-bt/T^+} \qquad (1\text{-}1)$$

که در آن P(t) فشار در زمان t و +T زمان مورد نیاز برای بازگشت فشار به فشار اتمسفر می‌باشد. فشار حداکثر P_S^+ وابسته به فاصله از شارژ و وزن مواد منفجره است. برای ایجاد یک اصل برای مقایسه، مواد منفجره با TNT مقایسه می‌شوند. همچنین پارامتر مقیاس ZG، برای محاسبه اثر انفجار تا زمانی که معادل وزن TNT را داشته باشیم طبق معادله (2) تعریف می‌شود :

شارژ : وزن شارژ نشان دهندهٔ وزن مادهٔ منفجرهٔ معادل TNT است.

Archive
www.SID.ir

(2-1)

$$Z_G = \frac{R}{\sqrt[3]{W}}$$

که R فاصله از محل انفجار و W معادل وزن TNT می‌باشد. [3]

تحلیل و طراحی ساختمان 4 طبقه در ETABS :

مشخصات کلی پروژه : ساختمان 4 طبقه بتنی منظم

با سقف تیرچه بلوک واقع در شهر ماکو

1-کاربری ساختمان در طبقات مسکونی است

2-سیستم سازه در دو جهت قاب خمشی بتنی

3- شکل پذیری قاب خمشی بتنی متوسط در نظر گرفته شده است 4- بارگذاری در کف طبقات ، به صورت شطرنجی اعمال شده

بارگذاری :

1) بار جانبی ناشی از زلزله

با توجه به قرار گیری شهرستان ماکو در منطقه با خطر نسبی زیاد شتاب مبنای طرح برابر است با : A= 0.3g

با توجه به نقشه های معماری و رعایت مقرارت آئین نامه 2800 زلزله ایران سیستم مقاوم در برابر زلزله در جهتx,y سیستم قاب خمشی بتنی مسلح در نظر گرفته شده است [4]

.بنابراین مطابق بند 2-4- 7 آئین نامه : (1) Rx =7 و Ry=7

مقدار B که ضریب بازتاب ساختمان می باشد مطابق بند 2-3-4آئین نامه از روابط ذیل بدست می آید

با توجه به نتایج مطالعات ژئوتکنیک پروژه ، نوع زمین III و TS = 0.75و S=1.75 می باشد .

[4]

در بند 2-3-6 آئین نامه T برای ساختمان های با سیستم قاب خمشی بتنی مسلح متوسط برابر است با :

$$Tx = Ty = 0.07\ H3/4 \quad (2)$$

$$Tx = Ty = 0.07 \times (12.8)3/4 = 0.47 \quad (3)$$

Archive of SID

www.SID.ir

بنابراین با توجه به قرارگیری پریود ساختمان در محدودTs ≤T≤ TO :

$$B = 1+S = 1+1.75 = 2.75 \quad (4)$$

ضریب اهمیت ساختمان با توجه به قرارگیری ان در گروه 3 برابر است با : I = 1.0

تعیین ضریب زلزله :

$$Cx=ABI/R=0.3x1x2.75/7=0.117 \qquad Cy=ABI/R=0.3x1x2.75/7=0.117 \quad (5)$$

مشخصات ستون وتیر و مقطع آن در طبقات : [5]

جدول (3) مشخصات ستونها

مشخصات	طبقه اول	طبقه دوم	طبقه سوم	طبقه چهارم
مقطع ستون	C50X50	C50X50	C40X40	C40X40
تعداد آرماتور قرار داده شده در ستون	16Φ20	12Φ20	8Φ20	8Φ20
دتایل ستون				

جدول (4)مشخصات تیر در طبقات

مشخصات	طبقه اول	طبقه دوم	طبقه سوم	طبقه چهارم
مقطع تیر	B45X40	B45X40	B45X40	B35X40

برش پایه حاصل از تحلیل:

حداقل نیروی برشی در هر یک از امتداد های ساختمان با استفاده از رابطه زیر محاسبه می گردد :

$V=C.W$: نیروی برشی در تراز پایه (6)

Archive of SID

www.SID.ir

$$W\ Used = 1413186.32\ kg \qquad (7)$$

$$V\ Used = 0.1170W = 165342.80kg = 165.342ton \qquad (8)$$

محاسبه مقدار فشارهای Pr , Pso برای ساختمان:

در واقع همه پارامترهای مربوط به انفجار وابسته به دو پارامتر مستقل هستند، یکی میزان انرژی آزاد شده در هنگام انفجار و دیگری فاصله بین مرکز انفجار تا محل اثر موج انفجار. قدرت تخریبی یک بمب نیز بواسطه به همین دو فاکتور بسیار مهم ، مورد محاسبه قرار می‌گیرد. وزن مواد منفجره که با معادل‌سازی بر حسب وزن TNT معادل بیان می‌شود (W) و فاصله اثر مواد منفجره (R). حاصل دو کمیت، به صورت پارامتر Z (فاصله مقیاس شده)،

به شرح زیر بیان می‌شود:

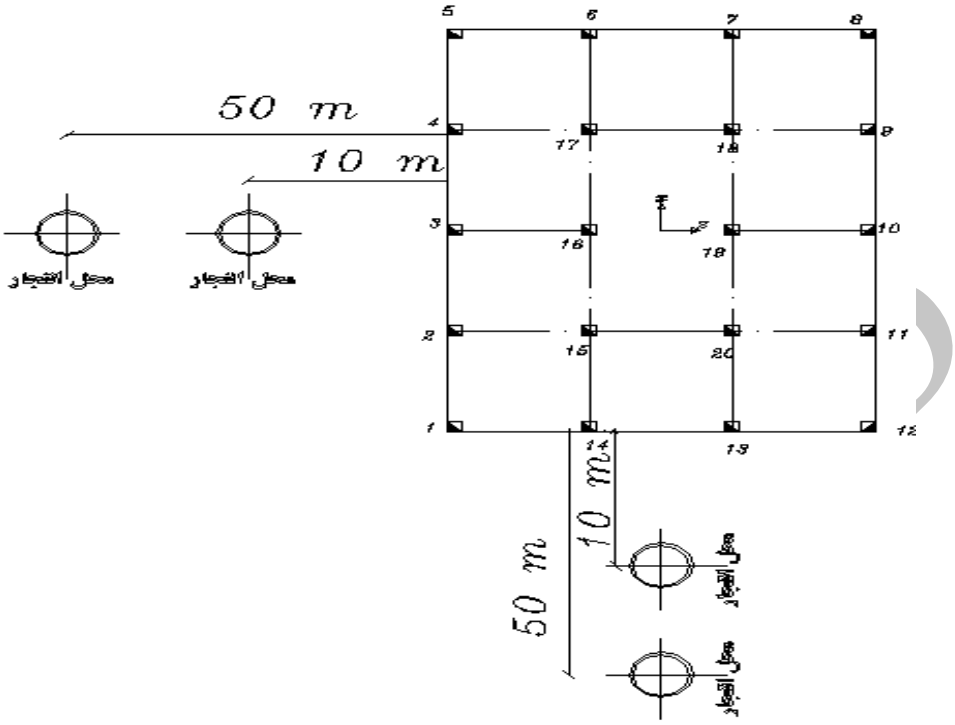
(12-5)

$$Z = \frac{R}{W^{1/3}}$$

در رابطه بالا r بر حسب متر و w بر حسب کیلوگرم بکار می‌روند

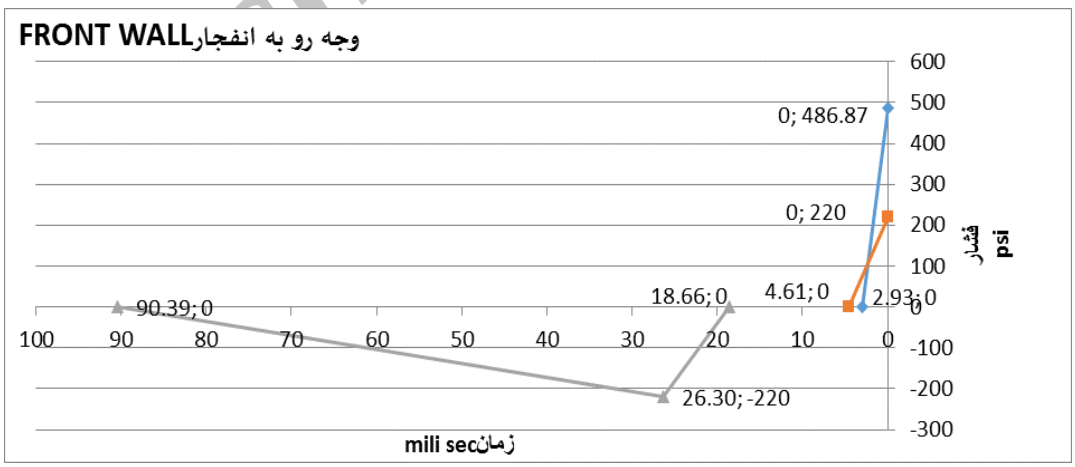
Archive of SID

www.SID.ir



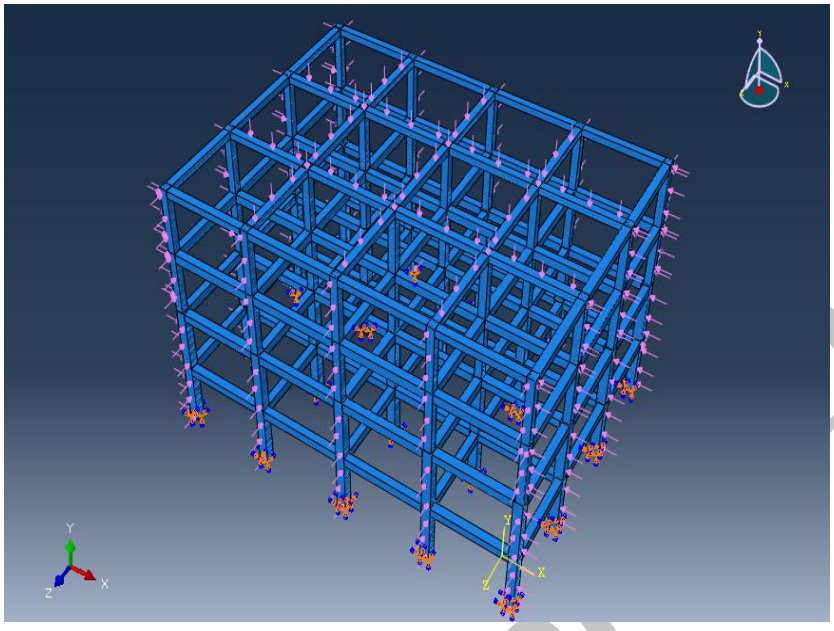
شکل (4) موقعیت ماده منفجره در تحلیل کامپیوتری و محاسبات فشار وارده

وجه روبه انفجار 20 مترو فاصله ماده منفجره تا سازه 10 متر



شکل (5)فشار برخورد Pr و فاز مثبت و منفی

www.SID.ir

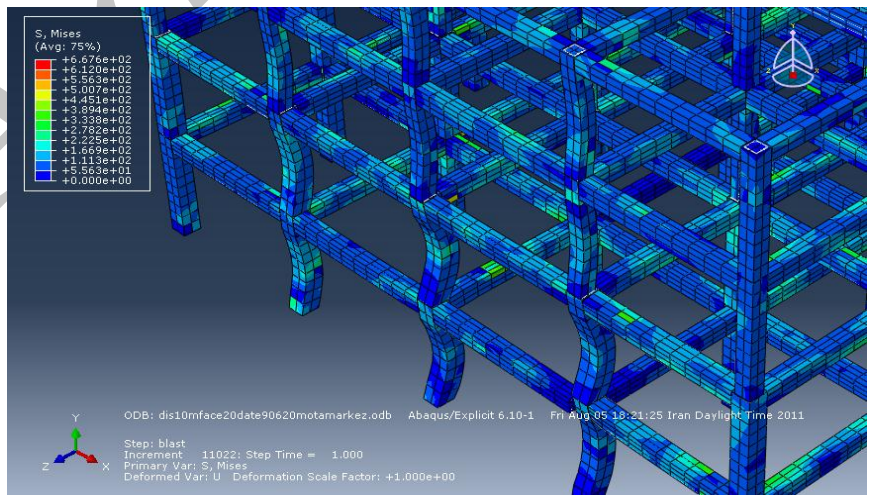


شکل(6) مدل اسمبلی شده همراه با بارگذاری فشاری و قیود تکیه گاهی

نتایج حاصل از تحلیل نرم افزار ABAQUS[6]

(وجه رو به انفجار 20 متر و فاصله از محل انفجار 10 متر)

نمونه ای ازکنتور تنش فان میسز

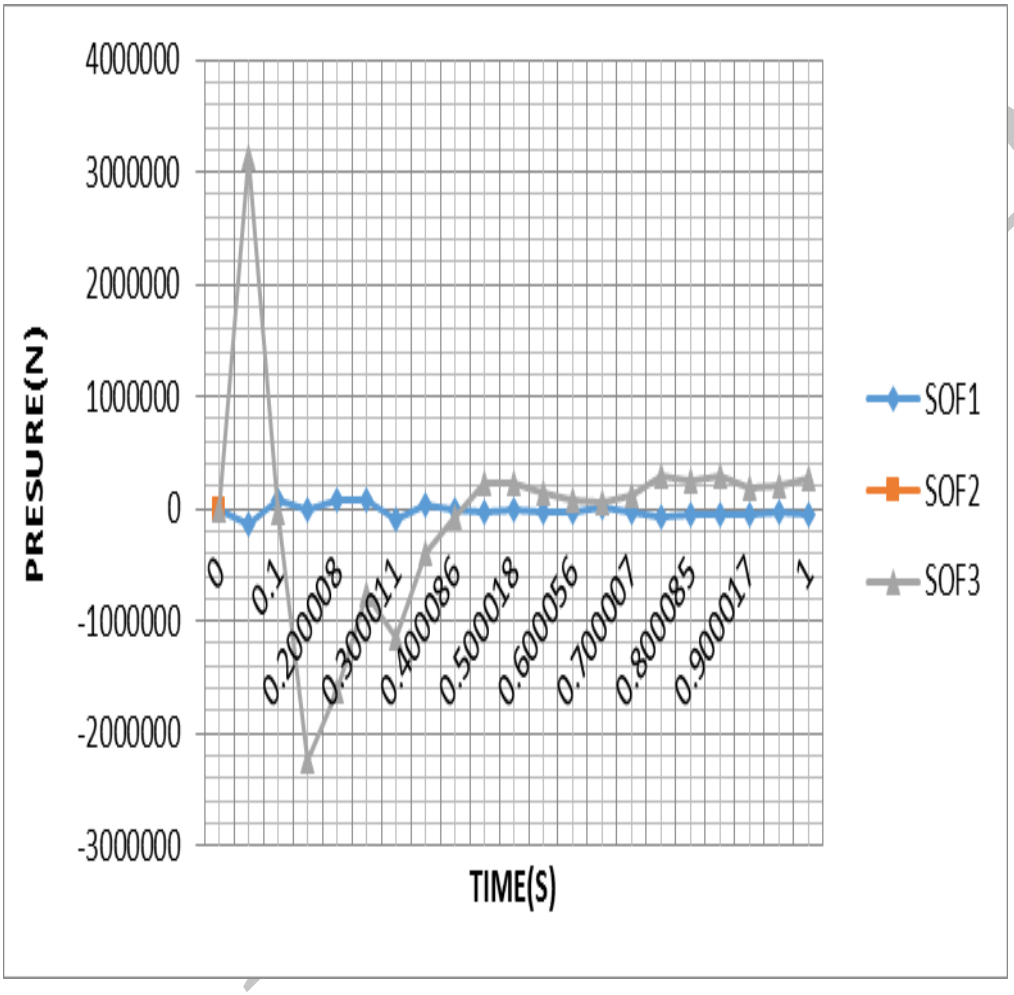


Archive of SID

www.SID.ir

شکل (7) کنتور تنش فان میسز

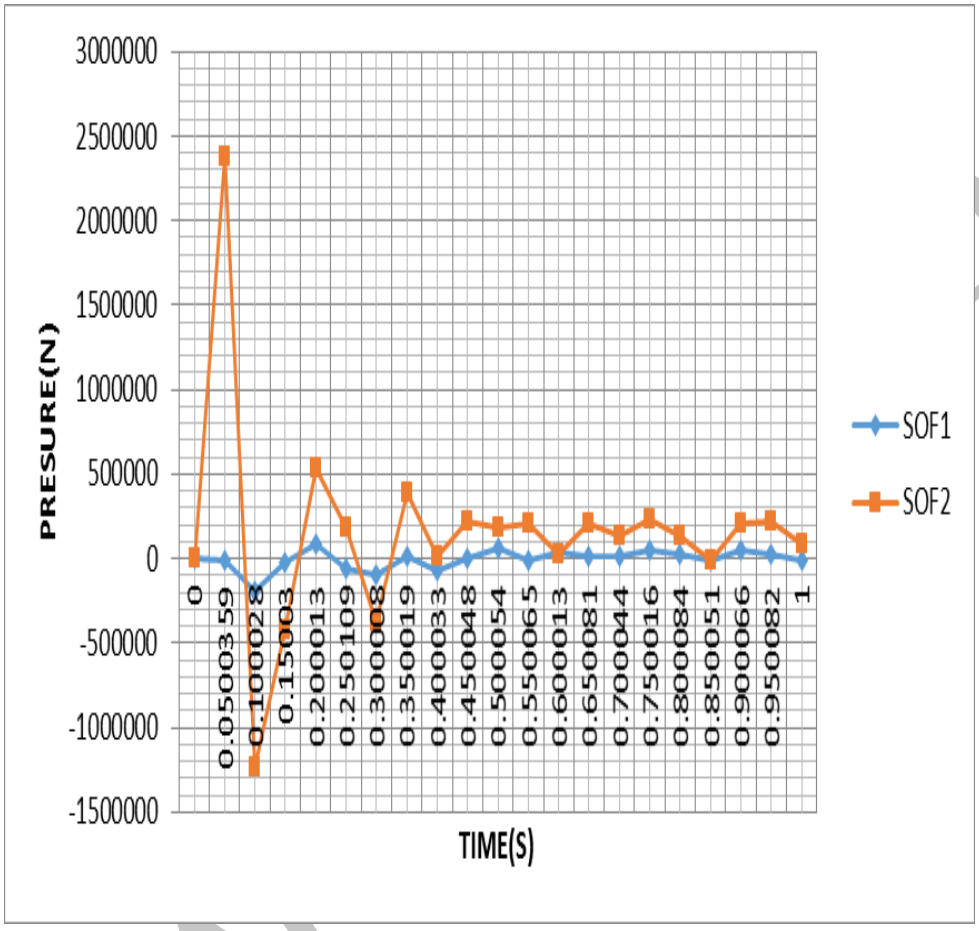
مقایسه برش پایه در راستای X, Z وجه رو به انفجار 20 متر و فاصله از محل انفجار 10 متر



شکل(8) برش پایه ناشی از انفجار 500 کیلوگرم تی ان تی در فاصله 10 متری

www.SID.ir

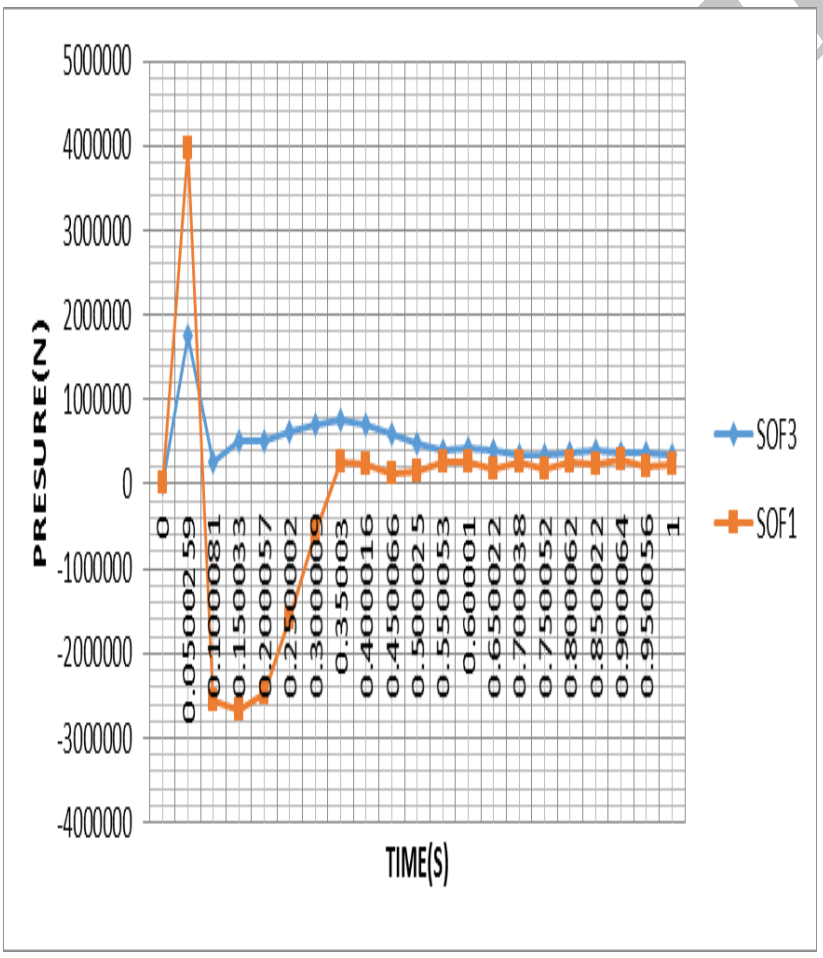
مقایسه برش پایه در راستای X, Z وجه رو به انفجار 20 متر و فاصله از محل انفجار 50 متر



شکل (9) برش پایه ناشی از انفجار 500 کیلوگرم تی ان تی در فاصله 50 متری

www.SID.ir

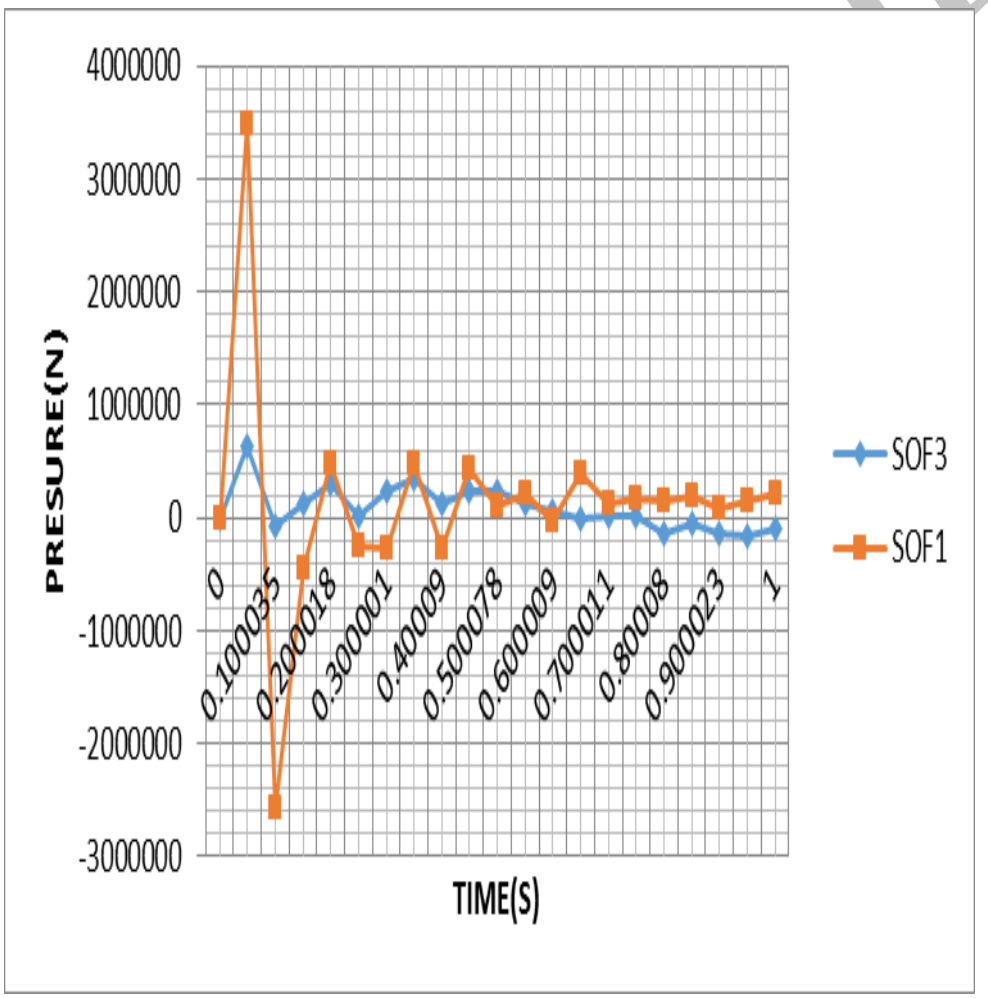
مقایسه برش پایه در راستای x, zدر وجه رو به انفجار 15 متر و فاصله از محل انفجار 10 متر



شکل(10) برش پایه ناشی از انفجار 500 کیلوگرم تی ان تی در فاصله 10 متری وجه رو به انفجار 15 متر

www.SID.ir

مقایسه برش پایه در راستای x,y,zدر وجه رو به انفجار 15 متر و فاصله از محل انفجار 50 متر

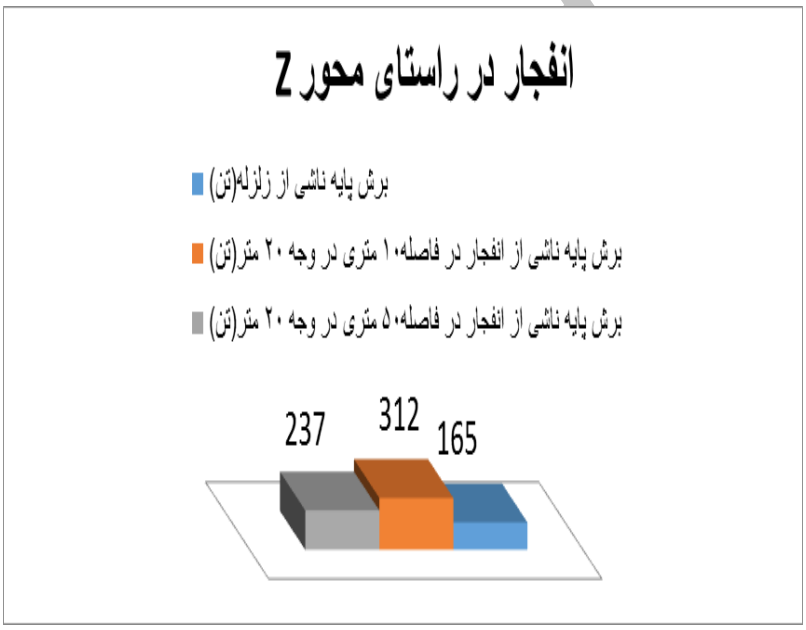


www.SID.ir

. شکل (11) برش پایه ناشی از انفجار 500 کیلوگرم تی ان تی در فاصله 50 متری وجه رو به انفجار 15 متر

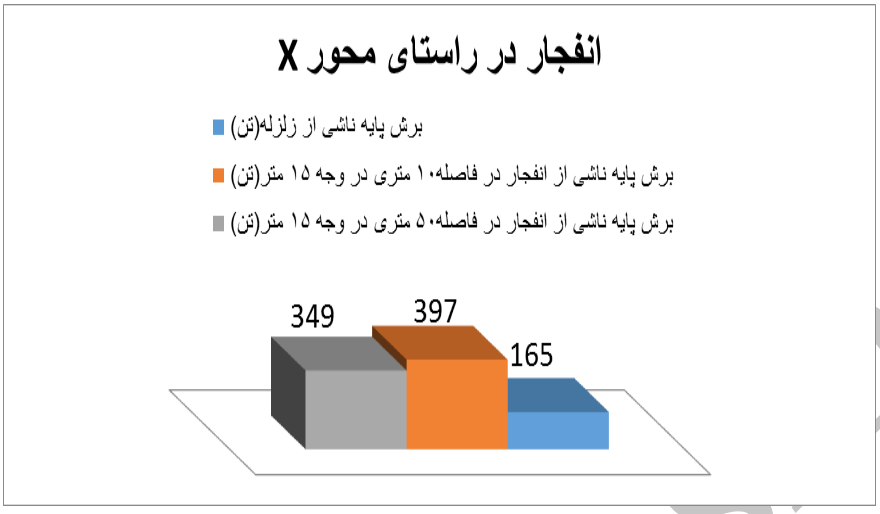
مقایسه برش پایه حاصل از اثرزلزله با انفجارهای روی داده در دووجه15و20 متری در فواصل 10متری و50متری

جدول(6) مقایسه برش پایه ناشی از زلزله و انفجار



شکل(12)مقایسه برش پایه ناشی از زلزله با برش پایه ناشی از انفجار وجه 20 متری

www.SID.ir



شکل(13) مقایسه برش پایه ناشی از زلزله با برش پایه ناشی از انفجار وجه 15 متری

نتیجه گیری :

1- برش پایه بدست آمده از انفجار در دو راستای طولی و عرضی وفواصل 10 و 50 متری ماده منفجره از سازه در عرض 1 ثانیه درمقایسه با زلزله بیشتر است

2- تمام تلاش های بدست آمده از انفجار در وجه 20 متری و در وجه 15 متری وبا فاصله ماده منفجره در 10 متری نسبت به فاصله 50 متری از سازه در عرض 1 ثانیه بیشتر است

3- در سازه های بتنی قابی با شکل پذیری متوسط برای جلوگیری از تخریب سازه استفاده از ستونهای مستطیلی (وجه طولی در امتداد انفجار) و دیوار برشی رو به انفجار توصیه می گردد

4–در نهایت در این تحقیق به این نتیجه میرسیم که فاکتورهای مهم در انفجار علاوه بر فاصله و وزن ماده منفجره و زاویه اعمال بار بر سازه نوع مصالح و نوع زمین ومحافظت ستونهای مهم در کل سازه از اهمیت بسزایی برخوردار هستند و سازه های بتنی قابی با شکل پذیری زیاد جواب بهتری در مقابل بارهای انفجاری خواهند داد .

Archive of SID

www.SID.ir

منابع :

-[1] Springer Berlin Heidelberg New York buildings" bangash(2006)"Explosion-resistant and n.y.h Banhash,

-[2] TM 5-855-1(Department of the army,1986)

" -[3]Modern protective structures(2008) " & Francis Group, LLC Krauthammer, Theodor

[4]-آیین نامه طراحی ساختمانها در برابر زلزله استاندارد84-2800 ایران (ویرایش سوم)کمیته بازنگری آیین نامه طراحی ساختمانهادر برابر زلزله

-[5]ETABS NOnLinear,V9.50,extended 3d analysis of building system(1984-2008)

-[6] ABAQUS CAE 6-10-1

Archive of SID

www.SID.ir