

و فایل‌های خروجی این تحلیل شامل موارد زیر می‌باشد:

- نیرو جابه جایی در جهات X,Y,Z و شتاب یا سرعت جا به جایی
- فایل گرافیکی طیف پاسخ
- فایل با فرمت Eqkcsf که شامل بارگذاری ناشی از زلزله می‌باشد.
- فایل خروجی جهت انتقال اطلاعات به مرحله بعد جهت ترکیب نتایج پاسخ استاتیکی و دینامیکی

۳-۲- نتایج تحلیل زلزله

آیین نامه‌های قدیمی، زلزله را تنها یک نیرو در نظر می‌گرفتند و ضوابط و مقرراتی را تعیین می‌کردند که ساختمان بتواند در برابر این نیرو مقاومت کند (طراحی بر اساس نیرو) اما نسل جدید آیین نامه ها، فلسفه جدیدی به نام

طراحی بر اساس عملکرد را مطرح می‌کنند. ← **در بعضی این بلور م است که عملکرد این بلور م**

بدین معنا که طراحی سازه متناسب با عملکردی که از آن انتظار داریم انجام می‌شود. در این نسل مطرح می‌گردد سازه مقاوم در برابر نیروی زلزله باید در برابر مقدار مشخصی نیرو مقاومت کرده و بتواند مقدار تغییرمکان تعیین شده ای را بدهد. (طراحی بر اساس نیرو و تغییرمکان) مقدار تغییرمکان و نیروی مذکور با توجه به سطح عملکرد ساختمان تعیین می‌گردد. با تحلیل‌های غیرخطی می‌توان مقدار نیرو و تغییرمکان ایجاد شده در اعضاء را کنترل کرد و کفایت تامین سطح عملکرد مورد نظر را با دقت خوبی بررسی نمود.

ا ک با این بلور م

محلها

جدول ۱-۳: پاسخ از آنالیز مودال زلزله در راستای X

مد	فرکانس (CPS)	شتاب (G)	سرعت (CM/SEC)	جا به جایی (CM)	برش پایه (KN)	مومنوم پایه (KN-M)	بار عمودی (KN)	دمینگ RATIO
۱	۰.۰۷۴۶	۰.۰۱۳۲۱	۰.۲۵۳۱۷	۰.۴۴۵۳۱	۰.۳۲۲	۰.۳۳۷۵۳۵	۰.۰۱۴	۵.۰۰۰
۲	۰.۰۸۹۵	۰.۰۲۴۴۱۸	۰.۴۵۶۴۳	۰.۷۵۶۷۳۸۶	۰.۴۵۳۹۶۵	۰.۷۸۹۱۲۵	۰.۱۲۱۶	۵.۰۰۰
۳	۰.۰۹۷۷	۰.۰۲۱۸۴	۰.۳۸۸۹۶	۰.۵۶۸۵۳۹	۰.۸۲۶۵۹۴	۰.۶۳۱۲۱.۲۹۷	۰.۰۴۱	۵.۰۰۰
۴	۱.۰۴۹۹	۰.۰۱۵۵۹	۰.۲۳۱۷۵	۰.۲۵۱۳۰	۹.۹۶۵	۰.۷۲۵۴۴۹	۰.۳۸۸۳۴۴	۵.۰۰۰
۵	۱.۶۱۶۸	۰.۰۰۰۷۸۵	۰.۰۷۵۷۶	۰.۰۰۰۷۴۵۸	۱.۰۵۱	۰.۷۵۳۲.۲۶۷	۰.۲۸۰۹۴۷	۵.۰۰۰
۶	۱.۷۰۲۶	۰.۰۰۰۰۲۳	۰.۰۰۰۲۱۲	۰.۰۰۰۰۱۹۸	۰.۰۸۱	۰.۱۰۴۶۵۷	۰.۱۱۹	۵.۰۰۰
۷	۴.۰۶۴۱۲	۰.۰۰۰۳۵۷۰	۰.۰۰۱۲۷۱	۰.۰۰۰۰۰۵۴	۰.۰۱۹	۰.۵۸۹۲	۰.۰۲۴۱	۵.۰۰۰
۸	۴۲.۸۹۰۷	۰.۰۰۰۰۴۰۵	۰.۰۰۰۱۴۷	۰.۰۰۰۰۰۰۵	۰.۰۰۲	۰.۲۹۶۵	۰.۰۱۰	۵.۰۰۰
۹	۴۴.۹۲۳۴	۰.۰۰۰۰۹۷۴	۰.۰۰۰۳۳۸	۰.۰۰۰۰۰۱۲	۰.۰۰۰۱	۰.۰۵۰	۰.۰۲۴	۵.۰۰۰
۱۰	۶۰.۹۴۳۲	۰.۰۰۰۰۹۲۹	۰.۰۰۰۲۳۸	۰.۰۰۰۰۰۰۶	۰.۰۰۰	۰.۳۲۶	۰.۰۸۱	۵.۰۰۰
							X برش پایه در راستای	
							Y برش پایه در راستای	
							X مومنوم چرخشی در راستای	
							Y مومنوم چرخشی در راستای	
							Z بار عمودی در راستای	

جهت برش
آنالیز مودال
برش پایه در راستای
گالکورد

جدول ۲-۳: پاسخ از آنالیز مودال زلزله در راستای Y

مد	فرکانس (CPS)	شتاب (G)	سرعت (CM/SEC)	جا به جایی (CM)	برش پایه (KN)	مومنوم پایه (KN-M)	بار عمودی (KN)	دمینگ RATIO
۱	۰.۰۷۴۶	۰.۰۱۴۸۹۴	۰.۳۱۱۴۴۹۸	۰.۶۶۴۲۷۶۲۰	۰.۴۷۶۱.۳۶۰	۰.۳۷۱۲۹۳.۹۳۸	۰.۱۷۰	۵.۰۰۰
۲	۰.۰۸۹۵	۰.۰۲۰۵۹	۰.۳۵۸۹۰۸	۰.۶۳۸۱۰۲۸	۰.۱۲۳۶.۰۳۶	۰.۹۴۵۰۸.۷۵۰	۰.۴۱۹	۵.۰۰۰
۳	۰.۰۹۷۷	۰.۰۲۵۴۴۹	۰.۴۰۶۶۰۰۷	۰.۶۶۲۵۹۰۳	۰.۹۶۳۳.۰۶۴	۰.۷۳۵۶۱۱.۲۵۰	۰.۴۸۱	۵.۰۰۰
۴	۱.۰۴۹۹	۰.۰۰۰۱۰۰	۰.۰۱۴۹۰	۰.۰۰۰۲۳۵۸	۰.۶۴۱	۰.۴۶۶۳۸۵	۰.۲۴.۹۶۴	۵.۰۰۰
۵	۱.۶۱۶۸	۰.۰۰۰۰۳۴۹	۰.۰۰۰۳۳۶۸	۰.۰۰۰۰۳۳۱۶	۰.۰۴۶۷	۰.۳۳۴۸.۷۹۲	۰.۱۳۴۹۰۷	۵.۰۰۰
۶	۱.۷۰۲۶	۰.۰۰۰۰۲۴۹۰	۰.۰۰۰۳۱۹۷۱	۰.۰۰۰۲۹۸۶۹	۰.۱۲.۱۷۳	۰.۱۵۷۸۷.۸۶۹	۰.۱۶۸.۸۳۹	۵.۰۰۰
۷	۴.۰۶۴۱۲	۰.۰۰۰۰۳۳۲	۰.۰۰۰۰۱۲۴	۰.۰۰۰۰۰۰۰۵	۰.۰۰۰۲	۰.۵۳۱	۰.۰۲۳	۵.۰۰۰
۸	۴۲.۸۹۰۷	۰.۰۰۰۰۱۳۱۴	۰.۰۰۰۰۴۷۸	۰.۰۰۰۰۰۰۱۸	۰.۰۰۰۸	۰.۹۶۱۴	۰.۰۳۲	۵.۰۰۰
۹	۴۴.۹۲۳۴	۰.۰۰۰۰۰۵۵	۰.۰۰۰۰۰۱۹	۰.۰۰۰۰۰۰۰۱	۰.۰۰۰	۰.۰۰۵۴	۰.۰۰۱	۵.۰۰۰
۱۰	۶۰.۹۴۳۲	۰.۰۰۰۰۰۴۹	۰.۰۰۰۰۰۱۲	۰.۰۰۰۰۰۰۰۰	۰.۰۰۰	۰.۰۱۶۹	۰.۰۰۴	۵.۰۰۰
							X برش پایه در راستای	
							Y برش پایه در راستای	
							X مومنوم چرخشی در راستای	
							Y مومنوم چرخشی در راستای	
							Z بار عمودی در راستای	

جدول ۳-۳: پاسخ از آنالیز مودال زلزله در راستای Z

مد	فرکانس (CPS)	شتاب (G)	سرعت (CM/SEC)	جا به جایی (CM)	برش پایه (KN)	مومنوم پایه (KN-M)	بار عمودی (KN)	دمینگ RATIO
۱	۰.۰۷۴۶	۰.۰۰۰۰۰۰۰	۰.۰۰۰۰۰۰۵۶	۰.۰۰۰۰۱۲۰۲	۰.۰۰۸۶	۰.۶۷۲۰	۰.۰۰۰	۵.۰۰۰
۲	۰.۰۸۹۵	۰.۰۰۰۰۰۴۳	۰.۰۰۰۷۴۲۱	۰.۰۰۰۱۳۱۹۲۲	۰.۲۵۳۵۱	۰.۱۹۵۴.۱۹۶	۰.۰۰۸۹	۵.۰۰۰
۳	۰.۰۹۷۷	۰.۰۰۰۰۰۰۱	۰.۰۰۰۰۰۱۰۲	۰.۰۰۰۰۰۱۶۶۰	۰.۰۲۴۱	۰.۱۸.۴۳۰	۰.۰۰۰	۵.۰۰۰
۴	۱.۰۴۹۹	۰.۰۰۸۰۳۹۵	۰.۱۱۹۴۸۴۹	۰.۱۸۱۱۱۲۴۰	۰.۵۱۳.۷۸۷	۰.۳۷۴۰۳۴۶۸۸	۰.۲۰۲۱.۱۷۶	۵.۰۰۰
۵	۱.۶۱۶۸	۰.۰۲۳۲۳۶	۰.۲۲۴۲۶۵۸	۰.۲۰۰۷۶۸۲	۰.۳۱۱.۱۷۶	۰.۳۳۲۹۷۰۸۵۰۰	۰.۸۳۱۶۶.۱۸۸	۵.۰۰۰
۶	۱.۷۰۲۶	۰.۰۳۵۵۴۳	۰.۳۲۵۵۶۵	۰.۳۰۴۱۶۱	۰.۱۲۳.۹۶۳	۰.۱۶۰۷۶۹۱.۰۹	۰.۱۷۱۹.۳۹۹	۵.۰۰۰
۷	۴.۰۶۴۱۲	۰.۰۰۰۰۱۰۶	۰.۰۰۰۰۰۴۱	۰.۰۰۰۰۰۰۰۲	۰.۰۰۱	۰.۰۱۷۵	۰.۰۰۷	۵.۰۰۰
۸	۴۲.۸۹۰۷	۰.۰۰۰۰۰۱۸	۰.۰۰۰۰۰۰۶	۰.۰۰۰۰۰۰۰۰	۰.۰۰۰	۰.۰۱۳۰	۰.۰۰۰	۵.۰۰۰
۹	۴۴.۹۲۳۴	۰.۰۰۰۰۰۴۲	۰.۰۰۰۰۰۲۲	۰.۰۰۰۰۰۰۰۱	۰.۰۰۰	۰.۰۰۶۱	۰.۰۰۰۲	۵.۰۰۰
۱۰	۶۰.۹۴۳۲	۰.۰۰۰۰۰۲۳۰	۰.۰۰۰۰۰۰۵۹	۰.۰۰۰۰۰۰۰۲	۰.۰۰۰	۰.۰۷۹۹	۰.۰۰۲۰	۵.۰۰۰
							X برش پایه در راستای	
							Y برش پایه در راستای	
							X مومنوم چرخشی در راستای	
							Y مومنوم چرخشی در راستای	
							Z بار عمودی در راستای	

مبحث سازه ها در زمین لرزه
انباری جا بردن لرزه را

۳-۴- تحلیل تعادل سازه در اثر زلزله

۳-۴-۱- بررسی واژگونی در سازه ها

سازه ای که در برابر نیروی زلزله طراحی می شود باید حتما واژگونی آن هم در برابر زلزله کنترل شود. کنترل واژگونی سازه ها بر اساس ضابطه بند ۶-۷-۳-۵ (مبحث ششم) باید انجام گیرد. ضریب اطمینان در برابر واژگونی سازه حداقل باید برابر ۱,۷۵ به دست آید. این ضریب نسبت لنگر مقاوم به لنگر واژگونی می باشد. این لنگرها باید نسبت به نقطه گوشه ای سازه محاسبه شوند و چون سازه عموماً دارای چهار گوشه می باشد یا نسبت به هر چهار نقطه این محاسبه را انجام داد و یا اینکه تشخیص داد که کدام نقطه بحرانی تر است و نسبت به همان نقطه محاسبه را انجام داد.

ابتدا معرفی چند مفهوم پرداخته می شود:

$$\text{ضریب اطمینان} = \frac{\text{لنگرهای مقاوم}}{\text{لنگرهای مخرب}} = \frac{w * d}{\sum f_i * h_i}$$

تعریف لنگرهای مقاوم :

لنگرهای مقاوم، لنگرهایی هستند که باعث پایداری سازه در هنگام وقوع زلزله خواهند شد که برابر خواهند بود با وزن سازه ضرب در فاصله مرکز جرم آن تا محوری که می خواهیم واژگونی را حول آن کنترل کنیم.

تعریف لنگرهای مخرب یا واژگونی :

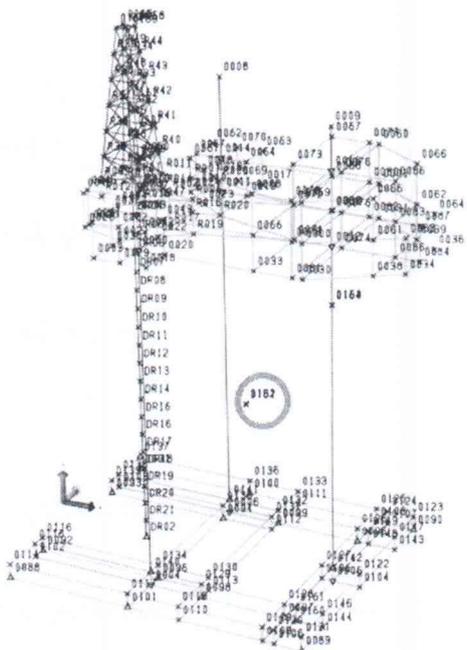
در واقع این لنگرها، لنگرهایی هستند که باعث خواهند شد در هنگام نیروی زلزله سازه دچار واژگونی شود. این لنگرها برابر خواهند شد با مجموع نیروهای وارد بر سازه ضرب در بازوی لنگر آن نیرو.

با توجه به خروجی های نرم افزار در ابتدا باید شرایط تعادل سکو مورد بررسی قرار گیرد، برای بررسی تعادل سکو در ابتدا می بایست بررسی نمود که اعمال زلزله با مشخصات قید شده در ابتدای فصل موجب واژگون شدن سکو

می گردد یا خیر؟

مربوط به صفحه قبل

شکل ۵-۳: مرکز سختی سازه



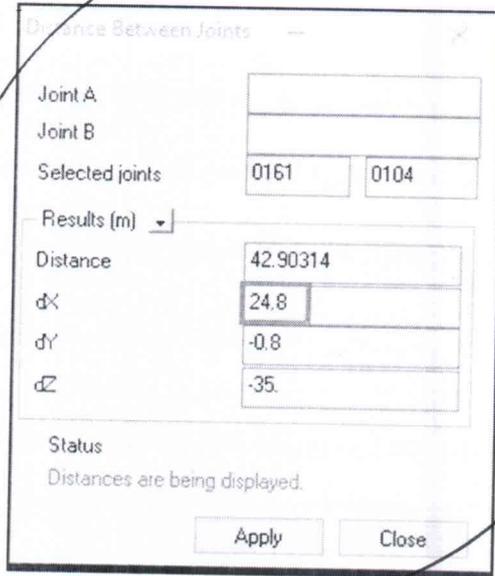
شکل ۶-۳: مرکز جرم سازه

Joint A	
Joint B	
Selected joints	0161 0110
Results (m)	
Distance	44.05108
dX	-1.44
dY	-26.71
dZ	-35
Status	Distances are being displayed.
Apply	Close

محرمانه اعداد
جدول ۲-۲
تکلیف نذر درم

شکل ۷-۳: فاصله مرکز جرم تا کف در راستای Z

توزیع بارها در ۲-۱



شکل ۳-۸: فاصله مرکز جرم تا کف در راستای X

جدول ۳-۴: تحلیل تعادل سازه در راستای X

در راستای X		
برش پایه در راستای X	بازو گردش نیروی مخرب حول Z	ممان
TON	M	TON/M
۱۴۵۵.۲۳	۳۵	۵۰۷۵۰
وزن سازه در راستای X	بازو گردش نیروی مقاوم حول X	بازوی مقاوم
TON	M	TON/M
۱۴۰۷۵	۲۴.۸	۲۷۲۸۰۰
نسبت نیروی مقاوم به نیروی ناشی از زلزله		
۹.۶		

بهبود است
با توجه به وزن سازه
و هندسه آن لول
بهبود بود

برای درک بهتر موضوع جابجایی در این نوع از سکو باید این نکته را در نظر داشت که سکو به وسیله یک سازه بزرگتر نسبت به خود با بستر دریا ارتباط دارد و بدلیل نیروی وزن زیادی که از سکو و خود مت به بستر دریا وارد می شود دو فوت از ارتفاع مت درون بست فرو می رود که همین عامل باعث گیردار شدن مت از قسمت پایین شده و به عبارتی آزادی حرکت سکو در جهت های طولی و عرضی را می گیرد همینطور به دلیل سطح تماسی زیاد با بستر دریا نیروهای دینامیکی افقی ناشی از کارکرد تجهیزات بر روی سکو را نیز به نوعی دمپ می کند.

چرا این نام است؟

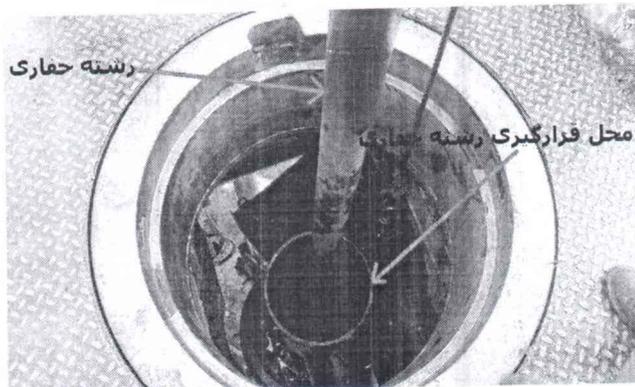
نگار

حال با توجه به این مسئله برای بررسی تعادل سازه می بایست تنها نسبت نیروی مقاوم به نیروی ناشی از بار زلزله بیش از ۱,۷۵ باشد تا ضریب ایمنی مناسبی از نظر عدم واژگونی داشته باشیم. که در اینجا این ضریب در حدود ۹,۶ بوده و ضریب ایمنی مناسبی در پاسخ به حفظ تعادل زلزله در زمان زلزله دارا می باشد.

نتایج تحلیل پایداری سازه حاکی از عدم واژگونی سازه در زمان زلزله در صورت وقوع می باشد.

۵-۳- تحلیل پایداری سازه در عملیات حفاری در زمان زلزله

با مشاهده نتایج بدست آمده از شبیه سازی های دینامیکی و فرکانسی این سوال پیش می آید که آیا سکو در اثر جابجایی های ایجاد شده ناشی از بار گذاری در شرایط بحرانی پایدار خواهد بود یا نه در حالت حفاری مته (رشته حفاری) از داخل لوله ای که سر چاه بر بستر دریا قرار گرفته عبور کرده و به چاه می رسد (شکل ۳-۷). حال اگر جابه جایی ایجاد شده ناشی از زلزله باعث برخورد این رشته با لوله شود در کار حفاری اختلال بوجود می آید. با توجه به قطر لوله سر چاهی ۲۰ اینچ و رشته حفاری ۵ اینچ و مقدار فاصله ای که بین این دو وجود دارد ۱۵ اینچ، یعنی از هر طرف تقریباً ۷/۵ اینچ (تقریباً ۲۰ سانتی متر) با توجه به اطلاعات خروجی از نرم افزار میزان این جابه جایی تحت زلزله می بایست در بالاترین نقطه سکو محاسبه شده و بررسی گردد که این مقدار کمتر از مقدار مجاز آن گردد یا خیر؟



شکل ۳-۹: محل ورود مته حفاری به لوله سر چاهی در سکوی خودبالابر مت ساپورت

برای انجام اینکار در نرم افزار نقاطی با پسوند DR-01 تا DR-21 روی مته مشخص گردیده اند (جدول ۲-۳) و میزان این جابه جایی در راستای XYZ استخراج نموده و حداکثر مقدار جابه جایی را در زلزله بدست می آوریم.

جدول ۳-۵: مقدار حداکثر جا به جایی مته

نقاط	جابه - جایی (X)	جابه - جایی (Y)	جابه - جایی (Z)	برآیند (X, Y)	ارتفاع
	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(m)
DR01	۷۵.۷	۸۲.۴	۱.۹	۱۱۱.۹	۱۹.۱
DR03	۷۵.۲	۸۱.۹	۱.۸	۱۱۱.۳	۱۵.۱۵
DR04	۷۴.۲	۸۰.۸	۱.۷	۱۰۹.۷	۱۱.۱۹
DR05	۷۲.۷	۷۹.۳	۱.۶	۱۰۷.۵	۷.۳۴
DR06	۷۰.۸	۷۷.۲	۱.۵	۱۰۴.۷	۳.۳۸
DR07	۶۸.۴	۷۴.۶	۱.۴	۱۰۱.۳	-۰.۶۷
DR08	۶۵.۶	۷۱.۶	۱.۴	۹۷.۱	-۴.۶۳
DR09	۶۲.۵	۶۸.۲	۱.۳	۹۲.۵	-۸.۵۸
DR10	۵۹	۶۴.۴	۱.۲	۸۷.۴	-۱۲.۵۴
DR11	۵۵.۲	۶۰.۳	۱.۱	۸۱.۷	-۱۶.۵
DR12	۵۱.۱	۵۵.۸	۱	۷۵.۷	-۲۰.۴۵
DR13	۴۶.۸	۵۱.۱	۰.۹	۶۹.۳	-۲۴.۴۱
DR14	۴۲.۲	۴۶.۱	۰.۸	۶۲.۵	-۲۸.۳۶
DR15	۳۷.۴	۴۰.۸	۰.۷	۵۵.۳	-۳۲.۳۲
DR16	۳۲.۴	۳۵.۴	۰.۶	۴۷.۹	-۳۶.۳۷
DR17	۲۷.۲	۲۹.۷	۰.۵	۴۰.۳	-۴۰.۲۳
DR18	۲۱.۹	۲۴	۰.۴	۳۲.۵	-۴۴.۱۸
DR19	۱۶.۵	۱۸.۱	۰.۳	۲۴.۵	-۴۸.۱۴
DR20	۱۱.۱	۱۲.۱	۰.۲	۱۶.۴	-۵۲.۰۹
DR21	۵.۵	۶.۱	۰.۱	۸.۲	-۵۶.۰۵
DR02	۰	۰	۰	۰	-۶۰

این مقدار حداکثر جابه جایی است
 و در صورت لزوم باید در محاسبات
 در نظر گرفته شود.
 مهندس محاسب: ...



شکل ۳-۱: مقدار جا به جایی مته در راستای الف (X) ب (Y)

همانطور که از جدول ۳-۴ قابل مشاهده است بالاترین نقطه مته در ارتفاع ۱۹,۱ متری در راستای X ۷۵ و در راستای

Y در حدود ۸۲,۴ سانتی متر بوده و واضح است که این مقدار بیش از ۲۰ سانتی متر مجاز سکو بوده و موجب شکست

مته حفاری در زمان وقوع زلزله می شود و حاکی از عدم پایداری سازه می باشد.

پس با توجه به اطلاعات خروجی از نرم افزار سازه تعادل خود را در زمان زلزله از دست نمی دهد ولی در روند کاری

خود با شکست مته مواجه می شود که موجب عدم پایداری آن می گردد. حال می توان با پیشنهاد طرحی به پایدار

سازی سکو به کمک سیستم کنترلی مناسب پرداخت که در فصل آینده به آن اشاره می شود.

مته به حفاری ناپایدار است
سازه سبک

۴-۱- مقدمه

کنترل را می‌توان عملیات حفظ حالت سیستم داده شده در شرایط مطلوب تعریف نمود. سیستم‌های کنترل برای موارد متعدد و بیشماری مانند کنترل دمای محیط، میزان جا به جایی بار، سیستم‌های هدایت کشتی یا هواپیما از نقطه به نقطه دیگر، کنترل ارتعاشات سازه و ... مورد استفاده می‌باشد. به طوری که می‌توان در سیستم‌های تحت کنترل از تغییر رفتار نامطلوب سیستم جلوگیری و سیستم را به رفتاری مطابق با شرایط مطلوب واداشت. رفتار مطلوب می‌تواند معیارهای مختلفی از قبیل سرعت، جا به جایی، زمان یا مصرف انرژی و غیره باشد.

دو عامل اساسی در کنترل دامنه و فرکانس ارتعاشی در یک سازه نوع تحریک اعمال شده و پاسخ سازه به آن می‌باشد. تغییر هر یک از خصوصیات دینامیکی سازه و تحریک اعمالی، نوع رفتار پاسخ ارتعاشی سازه را تغییر خواهد داد. در واقع هدف از کنترل سازه تغییر خصوصیات دینامیکی سازه و تحت کنترل و فرمان در آوردن ارتعاشات سازه می‌باشد. افزودن وسائل مستهلک کننده انرژی سازه، عموماً به عنوان راهکارهای کنترل سازه شناخته می‌شوند. همچنین باید به این نکته اشاره داشت که تاثیر انرژی تحریکات بر روی سازه به چندین عامل بستگی دارد که برخی از آنها با مشخصات تحریک خارجی مانند دامنه محتوای فرکانس‌های غالب، نوع اغتشاش و ... یا خصوصیات سازه مثل پربود طبیعی میرائی، خواص مقاومت و ... مرتبط می‌باشد.

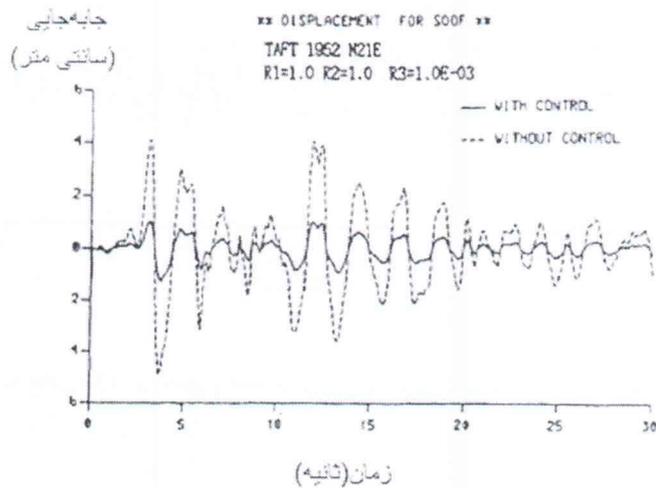
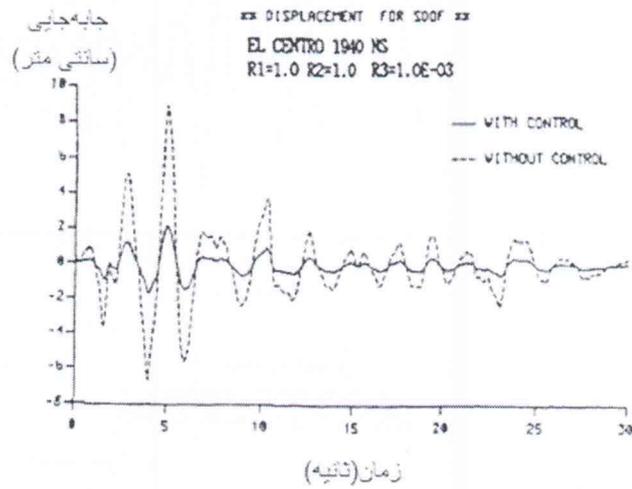
زلزله اغتشاش

۴-۲- مستهلک کننده های انرژی

نقش اصلی وسائل مستهلک کننده انرژی، جذب بخشی از انرژی اغتشاش (ناشی از بارگذاری دینامیکی وارده بر سازه) می‌باشد [۵۴]. به طوری که نیاز به استهلاک انرژی توسط اعضای سازه کاهش یابد و لذا از صدمات احتمالی سازه جلوگیری نماید. این مقدار در بررسی‌های صورت گرفته در مطالعه دکتر موهان و شارادچاندرا در حدود ۸,۶ تا ۲۷,۶ درصد کاهش در میزان فرکانس ساختمان‌ها تحت اثر نیروهای اعمالی از زمین یاد شده و در بررسی انجام شده توسط کوی فروکواوا بر روی استفاده از میراگر جرمی و کنترل کننده‌های اکتیو در کاهش لرزه‌های سازه‌های دریایی مطابق

با شکل ۴-۱ و شکل ۴-۲ می‌باشد [۵۵]

انرژی لرزه‌ها



?

شکل - ۴-۲: استفاده از کنترل کننده فعال در کاهش جابه‌جایی سازه برای زلزله‌های مختلف [۵۵]

همچنین پیرو مقاله ای از سید مهدی میرزایی و سید فرید هاشمی [۵۶] کنترل ارتعاشات لرزه ای قاب‌های فولادی متعارف به کمک میراگر جرمی، در نتایج آن بدین شکل ذکر شده است: (میزان کاهش جا به جایی حداکثر در سازه با میراگر های با نسبت جرمی ۰.۳٪ و ۰.۵٪ و ۱.۰٪ درصد نسبت به سازه تنها (بدون میراگر) تحت زلزله السنترو به ترتیب ۴۱٪، ۵۱٪ و ۶۰٪ و تحت زلزله منجیل به ترتیب ۵۲٪، ۵۹٪ و ۷۰٪ بود.) [۵۶]

۳-۴- طراحی میراگر جرم تنظیم شونده

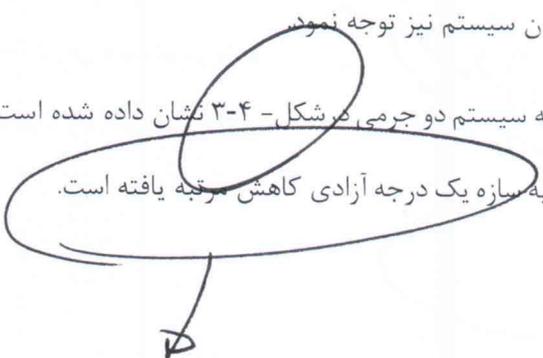
هدف از اضافه کردن میراگر وزنی، محدود کردن حرکت سازه تحت یک تحریک مشخص می باشد. طراحی میراگر وزنی شامل تعیین جرم، سختی و ضریب میرایی است. شاید بتوان نسبت تنظیم سیستم را پیچیده ترین پارامتر در طراحی میراگر جرمی نامید. نسبت میرایی میراگر جرم تنظیم شونده متأثر از نسبت تنظیم میراگر جرم تنظیم شونده کنترل شده توسط سیستم میراگر می باشد. همچنین می توان گفت طراحی میراگرهای جرمی به طراحی اولیه سازه (ذات سیستم اولیه، سختی و جرم سازه)، نوع اغتشاش اعمالی و مشخصه های اهداف طراحی وابسته می باشد.

در طراحی سیستم میراگرهای جرمی جهت محاسبات باید با تعیین جرم، سختی و ضریب میرایی، مناسبترین سیستم میراگر را با توجه به وزن کل سازه طراحی نمود تا با یک نسبت ساده بتوان به میزان تأثیر سیستم میراگر طراحی شده پی برد. با فرض برابر بودن فرکانس سازه در راستای نزدیکی مقدار بهینه برای فرکانس میراگر، این کار پیرو میراگر را با پیرو غالب سازه برابر می کند. پا سخ جرم تنظیم شده با پا سخ جرم اولیه اختلاف فازی دارد. این اختلاف فاز، اتلاف انرژی را توسط نیروی اینرسی میراگر موجب می شود. افزایش نسبت جرم، افزایش میرایی را به دنبال دارد، اما باید توجه نمود که یک حد عملی برای افزایش جرم وجود دارد، همچنین با کاهش ضریب میرایی نیز میتوان میرایی را افزایش داد که برای این پارامتر نیز محدودیت وجود دارد. طرح نهایی با توجه به ترکیب این دو مقدر با توجه به اعمال محدودیت ها صورت می گیرد. همچنین باید به محل قرارگیری میراگر و فنر در تکیه گاه ثابت

نوع جرم

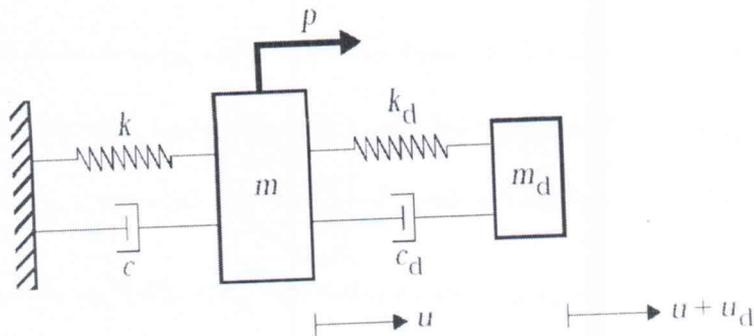
در سازه و مکانیسم دوجته بودن سیستم نیز توجه نمود.

میراگر جرمی تنظیم شده بوسیله سیستم دو جرمی در شکل ۳-۴ نشان داده شده است. زیر نویس d به میراگر جرمی تنظیم شده اشاره میکند و سازه به سازه یک درجه آزادی کاهش مرتبه یافته است.



برابر P

میراگر جرمی تنظیم شده بوسیله سیستم دو جرمی در شکل ۳-۴ نشان داده شده است. زیر نویس d به میراگر جرمی تنظیم شده اشاره میکند و سازه به سازه یک درجه آزادی کاهش مرتبه یافته است.



شکل ۱-۴

شکل ۳-۴: میراگر جرمی تنظیم شده با یک درجه آزادی

در این شکل، پارامتر C سختی، W فرکانس و پارامترهای دارای اندیس d مقادیر مربوط به میراگر جرمی تنظیم شده می باشند.

$$w^2 = \frac{k}{m}$$

$$c = 2\xi w m$$

$$w_d^2 = \frac{k_d}{m_d}$$

$$C_d = 2\xi_d w_d m_d$$

$$\bar{w} = \frac{m_d}{m}$$

۱-۴

۲-۴

۳-۴

۴-۴

۵-۴

رابطه ۵-۴ نشان دهنده نسبت جرمی سیستم می باشد.

در نتیجه معادله حرکت به صورت زیر خواهد بود:

جرم اصلی:

۶-۴

جرم تنظیم شده:

۷-۴

$$(1 + \bar{m})\ddot{u} + 2\xi w\dot{u} + w^2u = \frac{p}{m} - \bar{m}\ddot{u}_d$$

$$\ddot{u}_d + 2\xi_d w_d \dot{u}_d + w_d^2 u_d = -\ddot{u}$$

هدف از اضافه کردن میراگر وزنی، محدود کردن حرکت سازه تحت یک تحریک مشخص م باشد. طراحی میراگر وزنی شامل تعیین جرم، سختی و ضریب میرایی است. در این نمونه، مقدار تخمینی نزدیک به مقدار بهینه برای فرکانس میراگر، فرکانسی برابر فرکانس سازه می باشد.

$$w_d = w$$

۸-۴

این مقدار برای نشان دادن مراحل طراحی انتخاب شده است. سختی متناظر با این فرکانس به صورت زیر است:

$$k_d = \bar{m}k$$

۹-۴

رابطه ۸-۴ پیروی میراگر را با پیروی غالب سازه، هماهنگ می کند.

با اعمال یک بار تناوبی:

$$p = \hat{p} \sin \Omega t$$

۱۰-۴

که پاسخ سیستم به وسیله روابط زیر بدست خواهد آمد:

$$u = \hat{u} (\sin \Omega t + \delta_1)$$

۱۱-۴

$$u_d = \hat{u}_d (\sin \Omega t + \delta_1 = \delta_2)$$

۱۲-۴

که مقدار \hat{u} و δ مقادیر بزرگنمایی دامنه و جابجائی فاز را مشخص می کنند. مقدار بار بحرانی حالتی است که پدیده

تشدید اتفاق بیفتد $w = \Omega$. حل این حالت به فرم زیر می باشد:

$$\hat{u} = \frac{\hat{p}}{k\bar{m}} \sqrt{\frac{1}{1 + \left(\frac{2\xi}{\bar{m}} + \frac{1}{2\xi_d}\right)^2}}$$

۱۳-۴

$$\hat{u}_d = \frac{1}{2\xi_d} \hat{u}$$

۱۴-۴

$$\tan \delta_1 = -\left[\frac{2\xi}{\bar{m}} + \frac{1}{2\xi_d}\right]$$

۱۵-۴

$$\tan \delta_2 = -\frac{\pi}{2}$$

۱۶-۴

توجه نمایید که پاسخ جرم تنظیم شده ۹۰ درجه با فاز پاسخ جرم اصلی تفاوت دارد. این تفاوت فاز باعث کاهش انرژی

بوسیله جرم میراگر میگردد. پاسخ برای حالت بدون میرائی بصورت زیر است:

$$\hat{u} = \frac{\hat{p}}{k} \left(\frac{1}{2\xi}\right)$$

۱۷-۴

$$\delta_1 = -\frac{\pi}{2}$$

۱۸-۴

که برای مقایسه این دو حالت، میتوان رابطه ۱۳-۴ را به صورت میرائی معادل نوشت:

$$\hat{u} = \frac{\hat{p}}{k} \left(\frac{1}{2\xi_e}\right)$$

۱۹-۴

که در آن:

$$\xi_e = \frac{\bar{m}}{2} \sqrt{1 + \left(\frac{2\xi}{m} + \frac{1}{2\xi_d}\right)^2}$$

رابطه ۲۰-۴ توزیع پارامترهای میرائی به میرائی کل را نشان میدهد. با افزایش نسبت جرم میرائی افزایش می‌دهد. هر حال از آنجا که اضافه کردن جرم میرائی را نیز افزایش می‌دهد، یک حد عملی برای m وجود دارد. کاهش ضریب میرائی برای میراگر نیز، میرائی را افزایش می‌دهد، که در این حالت نیز همانند جرم، محدودیتی عملی بر جابجائی نسبی میراگر وجود دارد. انتخاب طرح نهایی، نیازمند ترکیب بین این دو محدودیت است.

لزوم طراحی برای یک سیستم میراگر جرمی تنظیم شده در طرح یک درجه آزادی بالا قابل مشاهده است و می‌توان با بسط معادلات حاضر برای درجات آزادی دیگر، سیستم میراگر جرمی تنظیم شده طراحی نمود. با در نظر گرفتن این مسئله که طراحی سیستم میراگر جرمی تنظیم شده و محاسبات مربوط به معادلات حرکت سیستم کفایت تا ۱ درجه آزادی به جرم، سختی و میرایی سیستم اضافه گردد. در این صورت ماتریس جرم و سختی سازه دارای میراگر جرمی تنظیم شده به شکل زیر تعریف می‌شود:

$$[K]_{(n+1)(n+1)} = \begin{bmatrix} k_{1,1} & \dots & k_{1,n} & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ k_{n,1} & \dots & k_{n,n} & 0 \\ 0 & \dots & 0 & K_T \end{bmatrix} \quad ۲۱-۴$$

$$[m]_{(n+1)(n+1)} = \begin{bmatrix} m_{1,1} & \dots & m_{1,n} & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ m_{n,1} & \dots & m_{n,n} & 0 \\ 0 & \dots & 0 & M_T \end{bmatrix} \quad ۲۲-۴$$

که در رابطه بالا به ترتیب K_T و M_T سختی و جرم میراگر جرمی تنظیم شده است.

بدین ترتیب پس از محاسبه ماتریس جرم و سختی و میرایی، معادله دینامیکی حرکت سازه، دارای میراگر جرمی تنظیم شده به صورت زیر نوشته می‌شود:

$$[m]\{\ddot{u}\} + [c]\{\dot{u}\} + [k]\{u\} = -[m]\{r\}\ddot{u}_g(t) \quad ۲۳-۴$$

پس از بررسی لزوم استفاده از کنترل کننده‌ها و معرفی انواع آن‌ها و با انتخاب پایدار ساز میراگر جرمی تنظیم شده با استناد به تحقیق صورت گرفته توسط آقای خدادادی و همکاران [۴۶]، ادامه به پایدار سازی عملکردی سکو شهید مدرس تحت حرکات شدید زمین خواهیم پرداخت.

در این بخش طرح

۱-۳-۴- کاهش مرتبه سیستم

برای این منظور طبق مقاله کنترل ارتعاشات سکو دریایی با میراگر ترکیبی آقای علی اکبر گل افشانی و همکاران [۴۷]، که از میراگر وزنی برای پایدارسازی سکوی مورد مطالعه استفاده کرده‌اند الهام گرفته و با در نظر گرفتن اینکه در این تحقیق یک مدل ۳ درجه آزادی ساده شده از سکو را برای طراحی میراگر جرمی تنظیم شده استفاده نموده‌اند با ساده سازی در این پایان نامه بر این اساس به طراحی میراگر جرمی تنظیم شده پرداخته شده است.

با استناد به کارهای صورت گرفته توسط آقای خمیس آبادی و همکاران [۴۸] در زمینه کاهش مرتبه، مدلی در سیمولینک متلب برای سکو مورد نظر ساخته شده است. که با اعمال زلزله های مختلف به آن و دریافت جا به جایی سازه و مقایسه آن به مقدار به دست آمده توسط نرم افزار SACS جهت بررسی درستی اقدام گردیده.

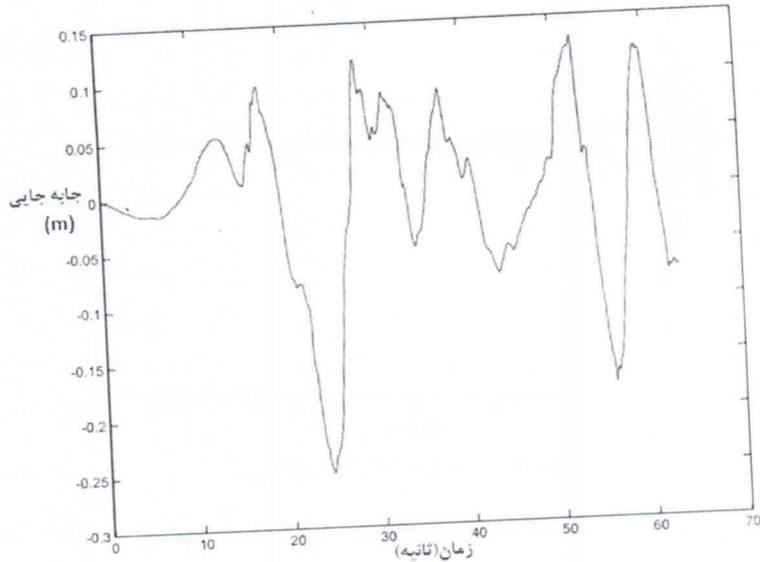
در این پایان نامه داده های زلزله های مختلفی گرفته شده است که شتاب های گرانج مختلفی را دارا می باشند، برای این منظور که شتاب زلزله در منطقه خلیج فارس در حدود ۰.۱۵ تا ۰.۲ شتاب گرانج می باشد با وارد کردن ضریبی در هنگام شبیه سازی مقدار شتاب را به مقدار مورد نیاز کاهش می دهیم تا نتیجه درستی را بدست آورده و در ادامه بتوانیم از مدل بهتری برای بدست آوردن جرم و سختی میراگر تنظیم شده استفاده نماییم.

زلزله هایی که در این پایان نامه مورد بررسی قرار گرفته اند به ترتیب در زیر آمده اند:

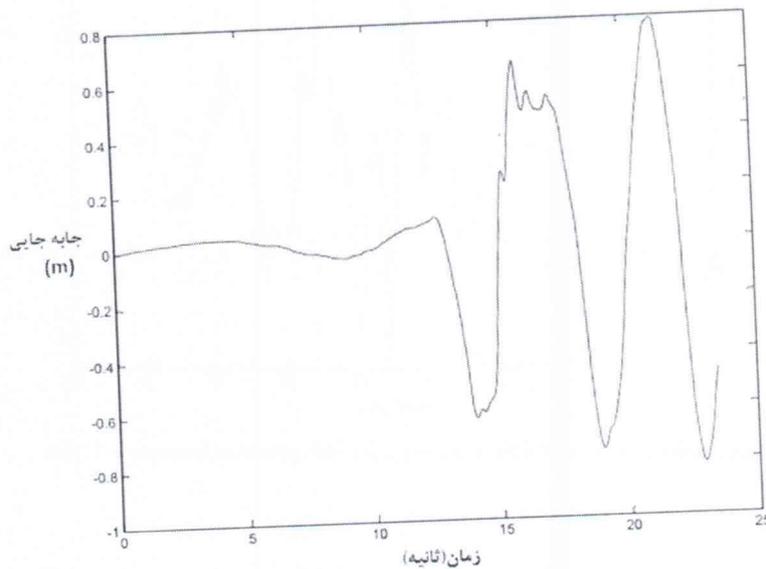
لیست زلزله های بابت ۲

۱- زلزله کرمان
۲- زلزله ۱۱۵۰

۱۹
۳- زلزله مسقط
۴- زلزله ۱۱۵۰



شکل ۴-۸: پاسخ سازه مدل‌سازی شده پس از وارد نمودن زلزله منجیل با شتاب تنظیم شده ۰.۱۵g.



شکل ۴-۹: پاسخ سازه مدل‌سازی شده پس از وارد نمودن زلزله نورتریج با شتاب تنظیم شده ۰.۱۵g.

با توجه به زلزله‌های اعمالی بالا و همچنین جا به جایی‌های مشابه با جابه‌جایی سازه تحت مدل‌سازی انجام شده در SACS می‌توان درستی این مدل را نتیجه‌گیری نمود. سکو مدل‌سازی شده در نرم افزار SACS که ۲۷ درجه آزادی داشته را با تقریب ۹۰ درصد به کمک روش کاهش مرتبه در برنامه متلب به ۳ درجه آزادی تبدیل نموده‌ایم.

محل نصب TAD برای اسکلت‌های خم‌دار
 سبک‌سازی کاغذی در اسکلت‌های سازه فرضی

پس از رسیدن به درستی مدل، ماتریس سختی (۲۵-۴) و جرم (۲۴-۴) سازه کاهش مرتبه یافته را که در زیر آمده را برای طراحی میراگر جرمی تنظیم شده استفاده می‌نماییم.

ماتریس جرم کاهش مرتبه یافته:

$$m = \begin{bmatrix} 15489 & 0 & 0 \\ 0 & 17793 & 0 \\ 0 & 0 & 86669 \end{bmatrix} \quad ۲۴-۴$$

ماتریس سختی کاهش مرتبه یافته:

$$k = \begin{bmatrix} 587346990 & -585967310 & 0 \\ -585967310 & 585967310 & -19310 \\ 0 & -19310 & 19310 \end{bmatrix} \quad ۲۵-۴$$

۴-۳-۲ میراگر جرمی تنظیم شده

نسبت جرم، نسبت میرایی و نسبت تنظیم میراگر سه پارامتر اصلی در طرح میراگرهای جرمی غیرفعال محسوب می‌شود. نسبت جرم (نسبت جرم میراگر به جرم مؤثر سازه)، تابعی از فضای موجود جهت اجرای سیستم کنترل و حداکثر وزن قابل تحمل توسط سازه می‌باشد. نسبت تنظیم سیستم در واقع با مقدار نسبت فرکانس میراگر به نسبت فرکانس هدف شناخته می‌شود. شاید بتوان نسبت تنظیم سیستم را پیچیده‌ترین پارامتر در طراحی میراگر جرمی نامید.

طراحی میراگرهای جرمی تنظیم شده جرمی به طراحی اولیه سازه (ذات سیستم اولیه، سختی و جرم سازه)، نوع اغتشاش اعمالی و مشخصه‌های اهداف طراحی وابسته می‌باشند.

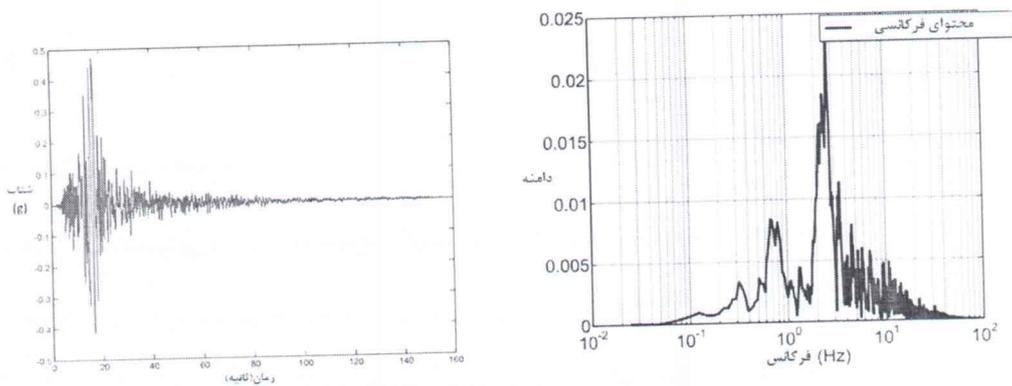
برای طراحی بهینه میراگر جرمی تنظیم شده عملیات بهینه‌سازی باید در جهت حداقل نمودن مقدار اختلاف بین حداکثر جابه‌جایی و مقدار هدف که در این پروژه حداکثر مجاز جابه‌جایی می‌باشد و مقدار آن ۲۰ سانتی‌متر است صورت گیرد و برای این منظور الگوریتم بهینه‌سازی ژنتیک استفاده نموده تا این اختلاف را به حداقل ممکن برسانیم که این عمل در این پروژه استفاده از جبهه ابزار ژنتیک متلب در کد میراگر جرمی تنظیم شده با هدف یافتن سختی و فرکانس بهینه صورت گرفته است.

م. فرزین

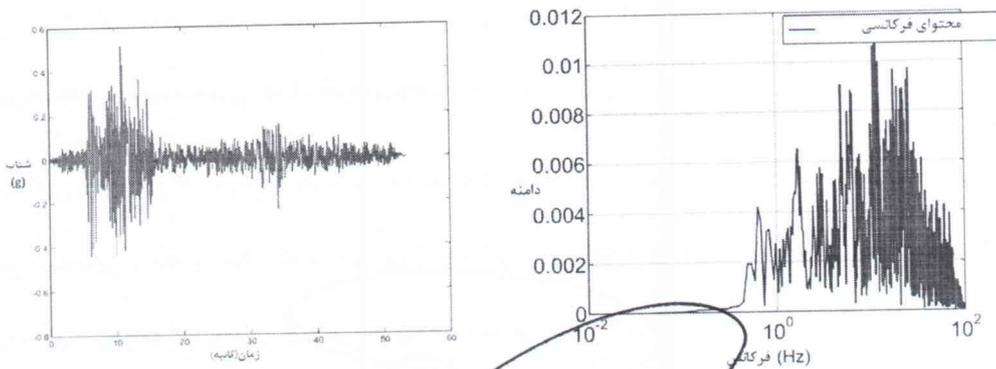
م. فرزین

صبر

در جهت انجام کنترل به صورت غیر فعال توسط میراگرهای طراحی شده، لازم است فرکانس‌های غالب زلزله را به سازه مدلسازی شده اعمال نماییم. بدین منظور برای تبدیل از حوزه زمان به حوزه فرکانس از شتاب زلزله نورتریج، منجیل و طیس استفاده نموده و منحنی طیفی آن همانند شکل‌های زیر ترسیم گردیده است.

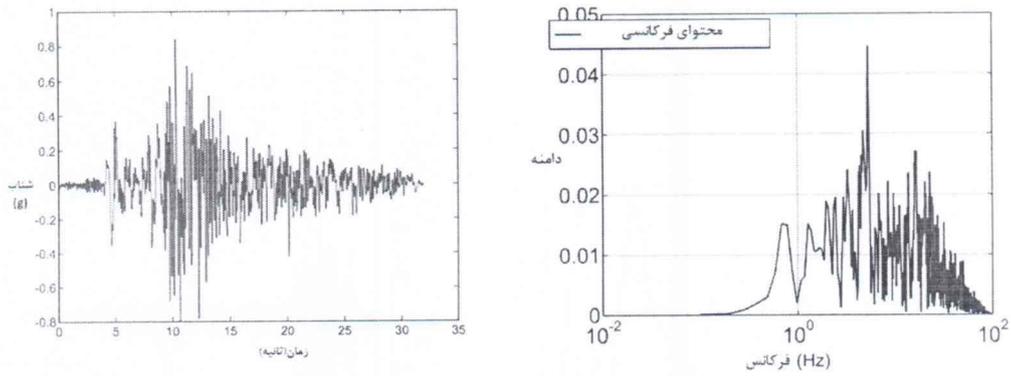


شکل ۴-۱۰: اغتشاشات زلزله نورتریج در حوزه فرکانس



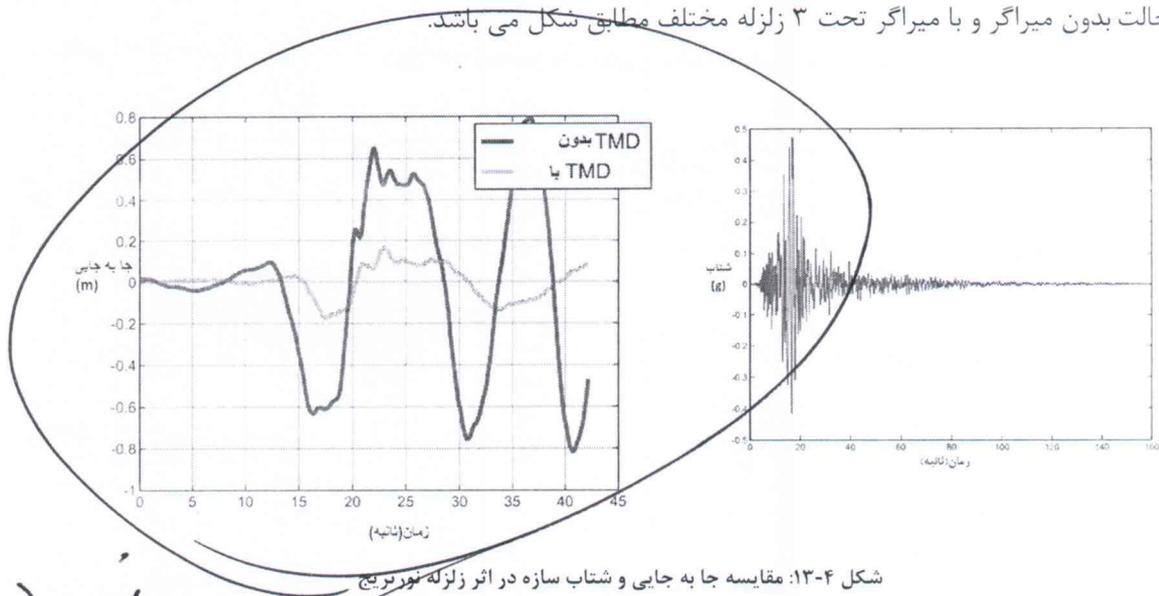
شکل ۴-۱۱: اغتشاشات زلزله منجیل در حوزه فرکانس

زلزله منجیل



شکل ۴-۱۲: اغتشاشات زلزله طیس در حوزه فرکانس

حال با بکارگیری میراگر طراحی شده و حل معادلات دینامیکی در فضای حالت با استفاده از سیمولینک متلب عملکرد آنها در خلال تحریک خارجی مورد بررسی قرار داده می شود. به همین منظور نمودارهایی از جابجایی و شتاب مدل در دو حالت بدون میراگر و با میراگر تحت ۳ زلزله مختلف مطابق شکل می باشد.



شکل ۴-۱۳: مقایسه جا به جایی و شتاب سازه در اثر زلزله نور تبریز

خط
 زلزله‌ها باید در دسترس
 در دسترس نیست
 Train
 Test
 ۹۵

۵- منابع

مناسب بود است در قسم راجع
حکایت فریب روح دوزخی
مؤلف: سید محمد باقر
محل: کربلا

[41] Zribi, M., Almutairi, N., Abdel-Rohman, M., and Terro, M., "Nonlinear and robust control schemes for offshore steel jacket platforms," Nonlinear Dynamics, Vol. 35, No.1, pp. 61-80, January 2004.

[42] Patil, K.C., and Jangid, R.S., "Passive Control of Offshore Jacket Platforms," Ocean Engineering, Vol. 32, pp. 1933-1949, 2005.

[43] Ou, j., Long, X., Li, Q.S., and Xiao, Y.Q., "Vibration Control of Steel Jacket Offshore Platform Structures with Damping Isolation Systems," Engineering Structure, Vol. 29, No. 7, pp. 1525-1538, 2006.

[44] Mualla, I.H., and Belev, B., "Performance of steel frames with a new friction damper device under earthquake excitation," Engineering Structure, Vol. 24, pp. 365-71, 2002.

[45] قلی زاده، امین، امکان سنجی کاربرد و ارزیابی الگوریتم های کنترل ارتعاشات بر روی سکوه های دریایی، رساله دکتری به راهنمایی دکتر علی اکبر گل فشانی، دانشکده عمران، دانشگاه صنعتی شریف.

[46] خدادادی، مسعود، کنترل فعال یک ساختمان بلند با استفاده از میراکننده جرمی تنظیم شده فعال، رساله کارشناسی ارشد به راهنمایی دکتر موسوی، دانشکده عمران، دانشگاه اراک

[47] علی اکبر گل افشانی، کنترل ارتعاشات سکوی دریایی با میراگر ترکیبی، مقاله دوازدهمین همایش دریایی

[48] مهدی وجودی، سیستم های میراگر جرمی تنظیم شده، ص. ۱-۱۳

[49] مهدی میرزایی، بررسی پایداری و تعادل سکوه های حفاری دریایی خود بالا بر سیستم مت ساپورت

[50] Tsunami in Makran Region and Its Effect on the Persian Gulf - InTech

[51] California Polytechnic State University, Modal frequencies and mode shapes - Cal Poly

[52] Jamal A. Abdalla, Azm Al-Homoud, "Earthquake Hazard Zonation Of Eastern Arabia", Vol. 9, No. 3, pp. 6 , 2004

[53] Per Vabø Vatsvåg, "Evaluation of Jack-up units in deeper water in the North Sea.", Vol. 8, No. 5, pp. 50 , 2014

[54] Dr. Mohan M. Murudi, Mr. Sharadchandra M. Mane, "Seismic Effectiveness Of Tuned Mass Damper (Tmd) For Different Ground Motion Parameters.", Vol. 8, pp. 4-5 , 2004

[55] Kenji Kawano & K. Venkataramana & Kuhei Furukawa , "Seismic Response Of Offshore Platform With TMD", Vol. 6, pp. 3-6 , 1992

۱۰۳
رفرنس نویسی السبانه

اکبر الله
 به این روش در سامان سوافین
 ضمیمه (الف): ماتریس جرم و سختی سازه

ضمیمه ها

- | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
- 1 4.567391D+04
 - 2 1.027823D+04 3.886770D+04
 - 3 6.136079D+03 3.761042D+03 1.850357D+04
 - 4 -1.914553D+04 -2.229751D+03 -6.673612D+03 5.222399D+04
 - 5 -2.896849D+03 -1.027354D+04 -3.725562D+03 9.857329D+03 4.799348D+04
 - 6 5.917806D+03 3.246886D+03 1.414125D+04 -6.930964D+03 -4.128479D+03 1.965413D+04
 - 7 1.221426D+03 -2.164666D+03 3.070338D+03 -1.906378D+03 -4.747307D+03 3.278878D+03 4.462761D+04
 - 8 2.036016D+03 1.289465D+02 -5.791708D+03 4.759558D+03 8.573016D+03 -5.938968D+03 -9.420421D+03 3.879529D+04
 - 9 3.106421D+03 5.883249D+03 4.995134D+03 -2.557298D+03 -5.637503D+03 4.967490D+03 5.346486D+03 -4.087658D+03
 - 10 3.760275D+03 3.248038D+03 4.092439D+03 4.071103D+03 -5.078789D+03 4.466156D+03 2.164498D+03 -2.197739D+03
 - 11 3.480085D+03 4.071983D+03 -4.304415D+03 -1.018948D+04 -4.485988D+03 -4.709242D+03 -2.685200D+03 3.215942D+03
 - 12 -4.874718D+03 -2.647732D+03 7.332419D+02 5.124150D+03 2.631424D+03 7.569036D+02 -3.669020D+03 2.017197D+03
 - 13 -1.937966D+03 -4.786129D+03 -2.561081D+03 1.386249D+03 -1.493995D+03 -2.297509D+03 -1.790790D+04 2.152296D+03
 - 14 4.760392D+03 8.562004D+03 5.593090D+03 1.450173D+03 4.750347D+00 5.341981D+03 2.676287D+03 -9.774892D+03
 - 15 3.306537D+03 6.026740D+03 4.966181D+03 -2.298510D+03 -5.378530D+03 4.917831D+03 5.159937D+03 -3.565732D+03