

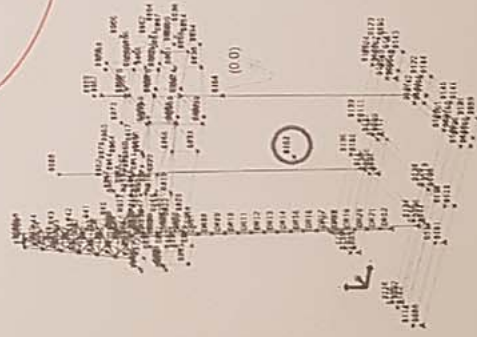
استخراج می نماییم سپس با تنظیمات نرم افزار تعداد مودها را مشخص نموده و در ادامه در پاسخ بعدی نرم افزار که شامل همه مشخصات سکو است مودهای سکو نیز قابل مشاهده است.

جدول زیر شامل اطلاعاتی از جمله نیروهای وزنی اجزای مختلف سازه و مراکز جرم آنها است.

جدول ۲-۳: وزن و مراکز جرم سازه

اجزا	وزن			مركز جرم		
	X KN	Y KN	Z KN	X m	Y m	Z m
جرم اجزای مختلف سازه	۱۵۲۸۸.۹۱۷	۱۵۲۸۸.۹۱۷	۱۵۲۸۸.۹۱۷	-۲۳.۸۵	۰.۰۰۰	-۶.۹۷۹
وزن آب درون ستون ها	۲۰۳۰۱.۰۷	۲۰۳۰۱.۰۷	۰.۰۰۰	-۲۱.۳۱۹	۰.۰۰۰	-۳۴.۳۹۱
وزن اعمالی از جریان آب	۱۷۷۹۳.۳۰۶	۱۷۷۹۳.۳۰۶	۱۷۷۹۳.۳۰۶	-۳۱.۱۳۲	۰.۰۰۰	-۲۴.۳۳۹
وزن مت و هال	۸۶۶۶۹.۵۶۲	۸۶۶۶۹.۵۶۲	۸۶۶۶۹.۵۶۲	-۱۸.۰۱۸	-۱.۳۵۷	-۲۸.۵۷۸
کل	۱۴۰۲۵۲.۶۹۱	۱۴۰۲۵۲.۶۹۱	۱۱۹۹۵۱.۶۸۵	-۱۹.۵۲۲	-۰.۷۷۷	-۲۵.۱۵۴

نقطه (۰،۰) سازه روی پایه در سطح آب تعریف شده است.



مركز جرم سازه

شکل ۲-۶: محل مرکز جرم سازه و نمایش نقطه صفر مختصات

بدنه سازه در ۳ بخش LG1.L1.B1، مدل سازی شده است که به ترتیب (بدنه، پایه، وزن آب بین پایه و بدنه) و نقاط تحت زیر گروه های زیر با وزن و مرکز جرمی زیر مدل شده اند.

تحلیل زلزله سازه با زیر برنامه پاسخ دینامیکی به اطلاعات زیر نیاز دارد.

- مودهای سازه‌ای بدون بارگذاری
- ماتریس جرم دینامیکی
- مودهای دینامیکی

• فایل dymap

• ماتریس سختی خطی میل فونداسیون

و فایل‌های خروجی این تحلیل شامل موارد زیر است:

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

### ۳-۴- نتایج تحلیل زلزله

آیین‌نامه‌های قدیمی، زلزله را تنها یک نیرو در نظر می‌گرفتند و ضوابط و مقرراتی را تعیین می‌کردند که سازه بتواند

در برابر این نیرو مقاومت کند (طراحی بر اساس نیرو) اما نسل جدید آیین‌نامه‌ها، فلسفه جدیدی به نام طراحی بر

اساس عملکرد را مطرح می‌کنند.

هر چه بر این طرح است، هر چه کم‌تر این طرح دارد؟

بدین معنا که طراحی سازه متناسب با عملکردی که از آن انتظار داریم انجام می‌شود. در این نسل مطرح می‌گردد که

سازه مقاوم در برابر نیروی زلزله باید در برابر مقدار مشخصی نیرو مقاومت کرده و بتواند مقدار تغییرمان تعیین شده‌ای

را بدهد. (طراحی بر اساس نیرو و تغییرمکان) مقدار تغییرمکان و نیروی مذکور با توجه به سطح عملکرد سازه تعیین

می‌گردد.

و اگر تغییرمان

جدول ۱-۳: پاسخ مودال از روش CQC در راستای X

ردیف	فرکانس	شکل	سرعت	جابجایی	برش پایه	مومنوم پایه	بار عمودی	نسبت
	(CPS)	(G)	(CM/SEC)	(CM)	(KN)	(KN-M)	(KN)	RATIO
1	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	5.000
2	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	5.000
3	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	5.000
4	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	5.000
5	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	5.000
6	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	5.000
7	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	5.000
8	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	5.000
9	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	5.000
10	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	5.000
X برش پایه در راستای							KN 0.000000	
Y برش پایه در راستای							KN 0.000000	
مومنوم چرخشی در راستای							KN-M 0.000000	
مومنوم چرخشی در راستای							KN-M 0.000000	
بار عمودی در راستای							KN 0.000000	

جدول ۲-۳: پاسخ مودال از روش CQC در راستای Y

ردیف	فرکانس	شکل	سرعت	جابجایی	برش پایه	مومنوم پایه	بار عمودی	نسبت
	(CPS)	(G)	(CM/SEC)	(CM)	(KN)	(KN-M)	(KN)	RATIO
1	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	5.000
2	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	5.000
3	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	5.000
4	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	5.000
5	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	5.000
6	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	5.000
7	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	5.000
8	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	5.000
9	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	5.000
10	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	5.000
X برش پایه در راستای							KN 0.000000	
Y برش پایه در راستای							KN 0.000000	
مومنوم چرخشی در راستای							KN-M 0.000000	
مومنوم چرخشی در راستای							KN-M 0.000000	
بار عمودی در راستای							KN 0.000000	

جدول ۳-۳: پاسخ مودال از روش CQC در راستای Z

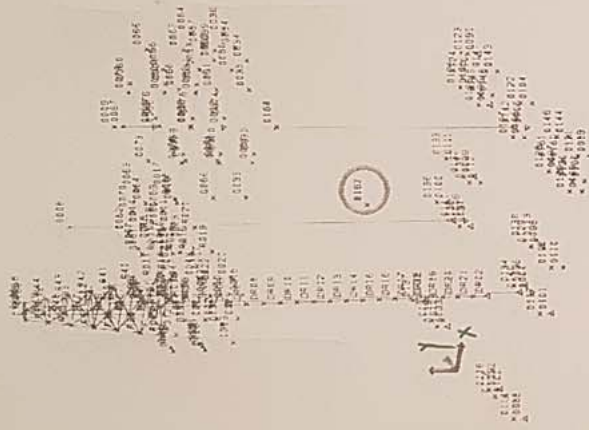
ردیف	فرکانس	شکل	سرعت	جابجایی	برش پایه	مومنوم پایه	بار عمودی	نسبت
	(CPS)	(G)	(CM/SEC)	(CM)	(KN)	(KN-M)	(KN)	RATIO
1	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	5.000
2	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	5.000
3	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	5.000
4	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	5.000
5	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	5.000
6	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	5.000
7	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	5.000
8	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	5.000
9	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	5.000
10	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	5.000
X برش پایه در راستای							KN 0.000000	
Y برش پایه در راستای							KN 0.000000	
مومنوم چرخشی در راستای							KN-M 0.000000	
مومنوم چرخشی در راستای							KN-M 0.000000	
بار عمودی در راستای							KN 0.000000	

برش پایه در راستای X  
 $0.8 \times 10^6 \rightarrow 0.8 \times 10^6 \times 1.185$   
 در راستای Y برش پایه در راستای X

نسبت  $0.8 \times 10^6 = 0.8 \times 10^6$   
 در راستای Y برش پایه در راستای X

استاده از این نسبت در جدول CQC اعمال می شود  
 برش پایه در راستای X

در جدول CQC نسبت استفاده است



شکل ۳-۶: مرکز جرم سازه

تفصیلی  
در کف

Joint A: 0161

Joint B: 0110

Selected joints: 0161, 0110

Results (m):

Distance	44.05108
dx	-1.44
dy	-26.71
dz	-35

Status: Distances are being displayed

Buttons: Apply, Close

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

نمایان با جدول ۲-۲ زلزله زمین لرزه

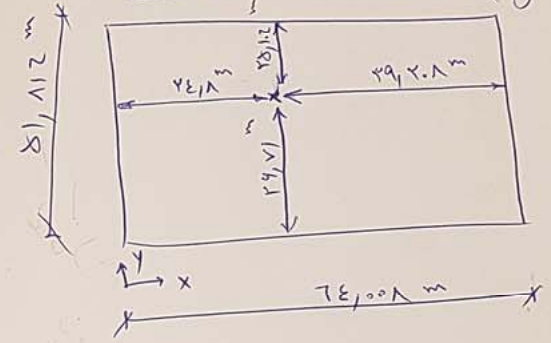
شکل ۸-۳: فاصله مرکز جرم تا کف در راستای X  
جدول ۴-۳: تحلیل تعادل سازه در راستای X

در راستای X		
ممان	بازو گردش نیروی مخرب حول Z	برش پایه در راستای X
TON/M	M	TON
۵۰۷۵۰	۳۵	۱۴۵۵,۲۳
بازوی مقاوم	بازو گردش نیروی مقاوم حول X	وزن سازه در راستای X
TON/M	M	TON
۲۷۲۸۰۰	۲۴,۸	۱۴۰۷۵
نسبت نیروی مقاوم به نیروی ناشی از زلزله		
۹,۶		

برای درک بهتر موضوع جایجایی 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 به دلیل 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 همین طور 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.

در این صورت پس باید استاتیکی معیار لنگر؟

شکل پلان (از اسکات فضا ۳) و فرض شده از ابعاد بر ۷۰ متر مربع است



$$Z_{cm} = 35$$

دلیل

تحقق

دوخت x

$$V_x = 1455 \text{ ton}$$

$$W_{total} = 10112 \text{ ton}$$

دوخت y

$$V_y = 1130 \text{ ton}$$

$$W_{total} = 10112 \text{ ton}$$

$$SF_y = \frac{10112 \times 25.106}{1130 \times 35} = 6.42$$

$$SF_x = \frac{10112 \times 24.8}{1455 \times 35} = 4.92$$

در سکو ۹,۶ سبب شده! محاسبه  
فرد سازه را از یک عمر به ابتدای دردی است می آید  
در سکو پس از ۳ بار زلزله هم در سازه یک فرسایش طولی و عرضی مشاهده می شود.

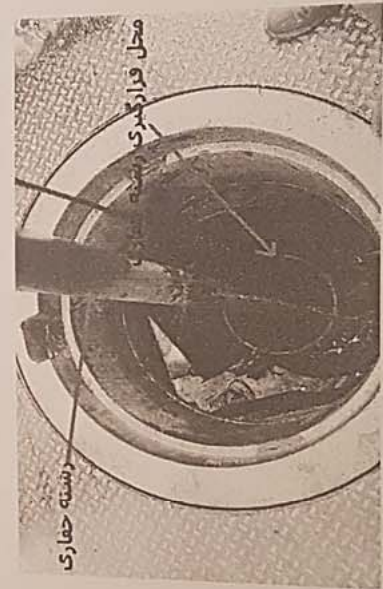
تخلیه از خاکریز

حال با توجه به این مسئله برای بررسی تعادل سازه می‌بایست 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 حد ۱.۶۶ بوده و ضریب ایمنی مناسبی در پاسخ به حفظ تعادل زلزله در زمان زلزله دارا است.

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

### ۳-۶- تحلیل پایداری سازه در عملیات حفاری در زمان زلزله

با مشاهده نتایج به‌دست‌آمده از شبیه‌سازی‌های دینامیکی و فرکانسی این سازه می‌آید که آیا سکو در اثر جابجایی‌های ایجادشده ناشی از بارگذاری در شرایط بحرانی پایدار خواهد بود یا نه در حالت حفاری مته (رشته حفاری) از داخل لوله‌ای که سر چاه بر بستر دریا قرار گرفته عبور کرده و به چاه می‌رسد. (شکل ۳-۹). حال اگر جابه‌جایی ایجادشده ناشی از زلزله باعث برخورد این رشته با لوله شود در کار حفاری اختلال به وجود می‌آید. با توجه به قطر لوله سر چاهی ۲۰ اینچ و رشته حفاری ۱۵ اینچ و مقدار فاصله‌ای که بین این دو وجود دارد ۱۵ اینچ، یعنی از هر طرف تقریباً ۷.۵ اینچ (تقریباً ۲۰ سانتی‌متر) با توجه به اطلاعات خروجی از نرم‌افزار میزان این جابه‌جایی تحت زلزله می‌بایست در بالاترین نقطه سکو محاسبه‌شده 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 خود بالا بر مت ساپورت

برای انجام این کار در نرم‌افزار نقطای با پسوند DR-01 تا DR-21 روی مته مشخص گردیده‌اند (جدول ۲-۳ و میزان این جابه‌جایی در راستای XYZ استخراج نموده و حداکثر مقدار جابه‌جایی را در زلزله به دست می‌آوریم.

جدول آلودگی مقدار کمترین جابه جایی است  
 حاشیاتی و جابه جایی

نقاط	جابه جایی (X) (cm)	جابه جایی (Y) (cm)	جابه جایی (Z) (cm)	برآیند (X, Y) (cm)	ارتفاع (m)
DR01	۷۵.۷	۸۲.۴	۱.۶	۱۱۱.۹	۱.۹۱
DR03	۷۵.۲	۸۱.۹	۱.۶	۱۱۱.۲	۱.۵۱۵
DR04	۷۴.۲	۸۰.۸	۱.۷	۱۱۰.۷	۱.۱۱۹
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	۱۰۱.۲	-۰.۶۷
DR08	۶۵.۶	۷۱.۶	۱.۴	۹۷.۱	-۴.۶۳
DR09	۶۲.۵	۶۸.۲	۱.۳	۹۳.۵	-۸.۵۸
DR10	۵۹	۶۴.۴	۱.۲	۸۷.۴	-۱۳.۵۴
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	-۳۶.۲۷
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	.	.	.	.	-۶۰

این جدول نشان می دهد که جابه جایی در هر نقطه چقدر است و ارتفاع آن چقدر است. این جابه جایی ها در هر نقطه متفاوت است و ارتفاع آن هم متفاوت است.

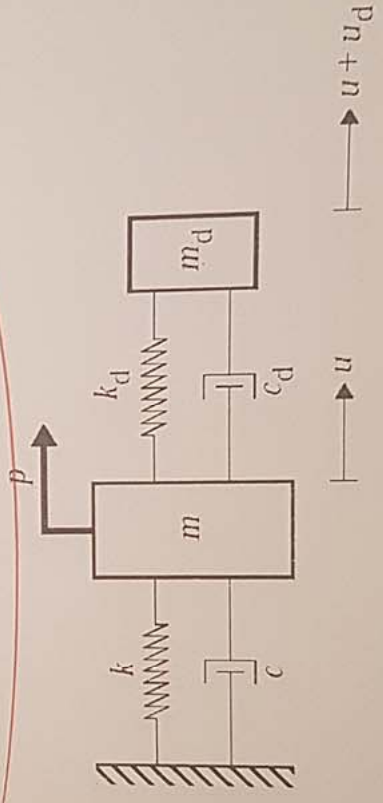
کنترل شده توسط سیستم میراگر است. همچنین می توان گفت طراحی میراگرهای جرمی به طراحی اولیه سازه (دات سیستم اولیه، سختی و جرم سازه)، نوع زلزله اعمالی و مشخصه های اهداف طراحی وابسته می باشند.

در طراحی سیستم میراگرهای جرمی جهت محاسبات باید با تعیین جرم، سختی و ضریب میرایی، مناسب ترین 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 پیروی میراگر را با پیروی غالب سازه برابر می کند. پاسخ جرم تنظیم شده با پاسخ 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 می توان میرایی را افزایش داد که برای این پارامتر نیز محدودیت وجود دارد. طرح نهایی با توجه به ترکیب این دو مقدار با توجه به اعمال محدودیت ها صورت می گیرد. همچنین باید به محل قرارگیری میراگر و فتر در تکیه گاه ثابت در سازه و مکانیسم دو جهتی بودن سیستم نیز توجه نمود.

بله جی. طراحی سازه

به عنوان مثال میراگر جرمی تنظیم شده به وسیله سیستم دو جرمی که در شکل ۳-۴ نشان داده شده است. (زیر نویس  $d$ )

این فرکانس طراحی  
جمله اول



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 ۸-۴ نشان دهنده نسبت جرمی سیستم است.

در نتیجه معادله حرکت به صورت زیر خواهد بود:

جرم اصلی:

$$۶-۴$$

جرم تنظیم شده:

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

$$۷-۴$$

هدف از اضافه کردن میراگر وزنی، محدود کردن حرکت سازه تحت یک تحریک مشخص است. 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 است.

$$۸-۴$$

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

$$w_d = w$$

$$۹-۴$$

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

*فرکانس برابر*

با اعمال یکبار تناوبی:

$$۱۰-۴$$

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

که پاسخ سیستم به وسیله روابط زیر به دست خواهد آمد:

$$۱۱-۴$$

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

$$۱۲-۴$$

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

*۸۸*

که مقدار  $\delta$  و  $\delta$  مقادیر بزرگمائی دامنه و جابه‌جائی فاز را مشخص می‌کند. مقدار بار چرایی حالتی است که بدیده تشدید اتفاق بیفتد  $\delta = 90^\circ$ . حل این حالت به‌فرم زیر است:

$$13-4$$

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

$$14-4$$

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

$$15-4$$

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

$$16-4$$

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

توجه نمایید که پاسخ جرم تنظیم‌شده  $90^\circ$  درجه با فاز پاسخ جرم اصلی تفاوت دارد. این تفاوت فاز باعث کاهش انرژی به‌وسیله جرم میراگر می‌گردد. پاسخ برای حالت بدون میرایی به‌صورت زیر است:

$$17-4$$

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

$$18-4$$

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

که برای مقایسه این دو حالت، می‌توان رابطه ۱۳-۴ را به‌صورت میرایی معادل نوشت:

$$19-4$$

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

که در آن:

$$20-4$$

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

علاقه

رابطه ۲۰-۴ توزیع پارامترهای میرایی به میرایی کل را نشان می‌دهد. با افزایش نسبت جرم میرایی افزایش می‌دهد.

به‌هر حال از آنجا که اضافه کردن جرم میرایی را نیز افزایش می‌دهد، یک حد عملی برای  $m$  وجود دارد. کاهش ضریب

میرایی برای میراگر نیز، میرایی را افزایش می‌دهد که در این حالت نیز همانند جرم، محدودیتی عملی بر جابه‌جائی

نسبی میراگر وجود دارد. انتخاب طرح نهایی، نیازمند ترکیب بین این دو محدودیت است.

الزامات طراحی برای یک سیستم میراگر جرمی تنظیم‌شده در طرح یک درجه آزادی بالا قابل مشاهده است و می‌توان

با بسط معادلات حاضر برای درجات آزادی دیگر، سیستم میراگر جرمی تنظیم‌شده طراحی نمود. با در نظر گرفتن این

مسئله که طراحی سیستم میراگر جرمی تنظیم‌شده و محاسبات مربوط به معادلات حرکت سیستم کافی است 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 می شود:

۲۱-۴

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

۲۲-۴

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

که در رابطه بالا به ترتیب  $M_T$  و  $K_T$  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 می شود:

۲۳-۴

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

پس از بررسی لزوم استفاده از کنترل کننده ها و معرفی انواع آن ها و با انتخاب پایدارساز میراگر جرمی تنظیم شده با استفاده از نتایج به دست آمده توسط آقای خدادادی و همکاران [۴۶] در رابطه با استفاده از میراگر جرمی تنظیم شده برای پایدارسازی سازه در ادامه به پایدارسازی عملکردی سکوی شهید مدرس تحت حرکات شدید زمین خواهیم پرداخت.

میراگر جرمی در سازه

۴-۳-۱- 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 کرده اند 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 نموده اند با ساده سازی در این پایان نامه بر این اساس به طراحی میراگر جرمی تنظیم شده پرداخته شده است.

در زمینه سازه ها هدف نمی کنیم. محل نصب ۳ HP کبروی سکوتش همگی مللر. نبرانی  
 کامپی دور کابلها را به سازه زلزله مقاوم می کنند.

با استناد به کارهای صورت گرفته توسط آقای تخصصی آبادی و همکاران (۱۳۸۱) منته کاهش مرتبه مدلی در

شبه سازه سازی متلب برای سکو مورد نظر ساخته شد که با اعمال زلزله های مختلف به آن و دریافت جابه جایی سازه و

مقایسه آن به مقدار به دست آمده توسط نرم افزار SACS جهت بررسی درستی اقدام شد و پس از دستیابی به درستی از

آن به عنوان مدل سکو برای یادساز سازی مورد استفاده قرار گرفت.

*A new phrase!*

در این پژوهش داده های زلزله های مختلفی گرفته شده است که شتاب های گرانجی مختلفی را دارا هستند. برای این

منظور که شتاب زلزله در منطقه خلیج فارس در حدود ۰.۱۵ شتاب گرانجی با دوره بازگشت ۳۰۰۰ ساله است که یا

وارد کردن ضریبی در هنگام شبه سازه سازی مقدار شتاب زلزله منجیل به مقدار مورد نیاز تنظیم گردیده تا نتیجه درستی

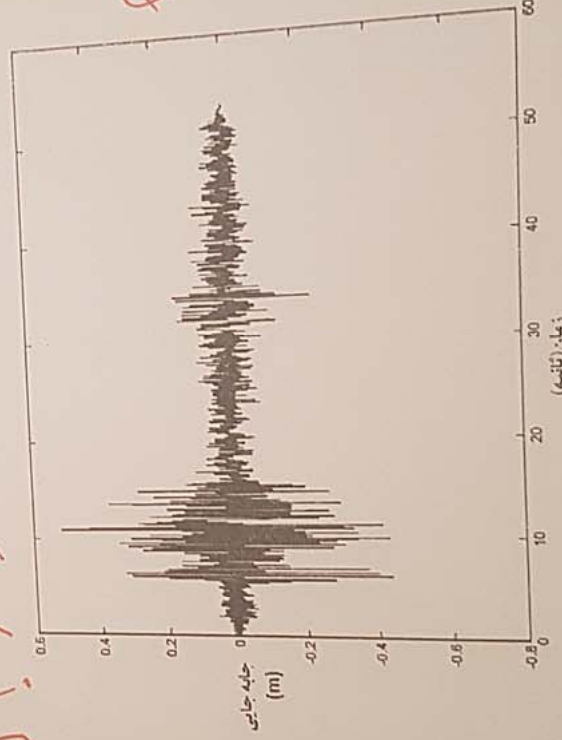
را به دست آید و در ادامه بتوان از مدل بهتری برای به دست آوردن جرم و سختی میراگر تنظیم شده استفاده نمود.

زلزله منجیل با شتاب ۰.۵g در این پایان نامه مورد بررسی قرار گرفته است که در ادامه طیف زلزله آن قابل مشاهده

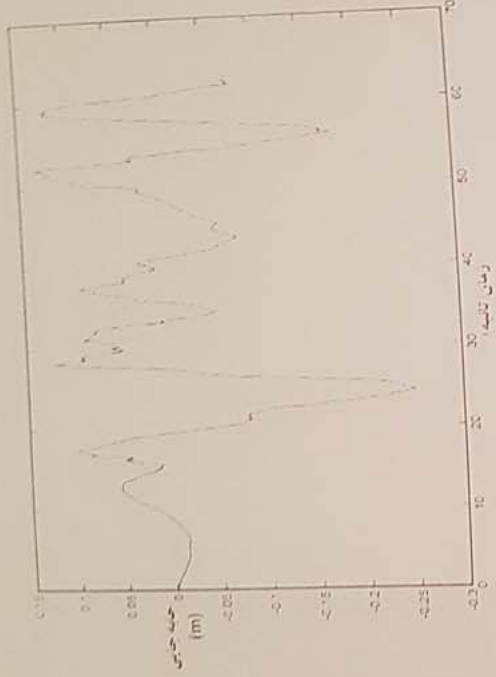
است.

با توجه به ۰.۱۵ و ۰.۵g کراج ۲

هدرا زمین  
 کف دریا ۲



شکل ۴-۴: زلزله منجیل با شتاب ۰.۵g



شکل ۴-۵: پاسخ سازه مدال‌سازی شده پس از وارد نمودن زلزله منجیل با شتاب تنظیم شده  $g = 0.15$ .

با توجه به زلزله اعمالی بالا و همچنین جابه‌جایی‌های مشابه با جابه‌جایی سازه تحت مدل‌سازی انجام‌شده در SACS می‌توان درستی این مدل را نتیجه‌گیری نمود. سکو مدل‌سازی شده در نرم‌افزار SACS که ۲۷ درجه آزادی داشته را با تقریب ۹۰ درصد به کمک روش کاهش مرتبه در برنامه متلب به ۳ درجه آزادی تبدیل شده است.

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

ماتریس جرم کاهش مرتبه یافته:

$$m = \begin{bmatrix} 15489 & 0 & 0 \\ 0 & 17793 & 0 \\ 0 & 0 & 86669 \end{bmatrix}$$

ماتریس سختی کاهش مرتبه یافته:

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

۲-۳-۴ میراگر جرمی تنظیم‌شده

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

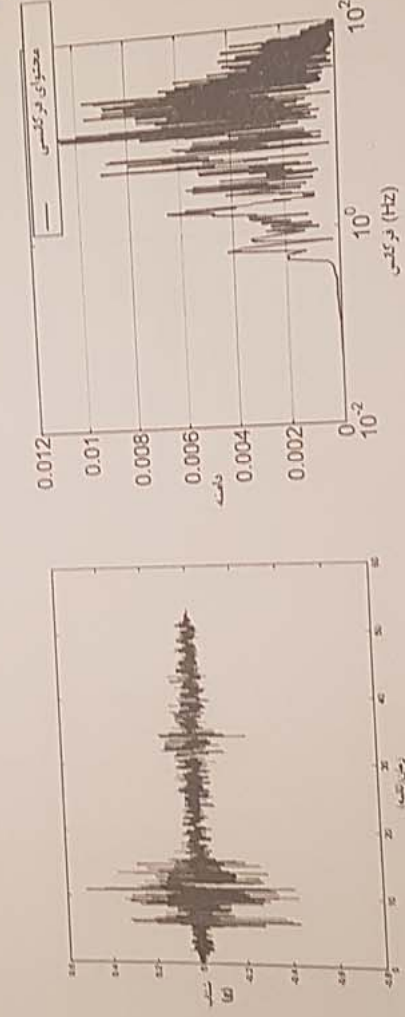
قابل تحمل توسط سازه است. نسبت تنظیم سیستم در واقع با مقدار نسبت فرکانس میراگر به نسبت فرکانس هدف

شناخته می‌شود. شاید بتوان نسبت تنظیم سیستم را پیچیده‌ترین پارامتر در طراحی میراگر جرمی نامید.

طراحی میراگرهای جرمی تنظیم‌شده جرمی به طراحی اولیه سازه (ذات سیستم اولیه، سختی و جرم سازه)، نوع شناسایی عملی و مشخصه‌های اهداف طراحی وابسته می‌باشند.

برای طراحی بهینه میراگر جرمی تنظیم‌شده عملیات بهینه‌سازی باید در جهت حداقل نمودن مقدار اختلاف بین حداکثر جابه‌جایی و مقدار هدف که در این پروژه حداکثر جابه‌جایی است و مقدار آن ۲۰ سانتی‌متر است صورت گیرد و برای این منظور از الگوریتم بهینه‌سازی ژنتیک استفاده نموده تا این اختلاف را به حداقل ممکن برسد که این عمل در این پروژه استفاده از جمع‌باز ژنتیک مناسب بود که میراگر جرمی تنظیم‌شده باهدف یافتن سختی و فرکانس بهینه صورت گرفته است.

در جهت انجام کنترل به‌صورت غیرفعال توسط میراگرهای طراحی شده لازم است فرکانس‌های غالب زلزله به سازه مدل‌سازی شده اعمال گردد. بدین منظور برای تبدیل از حوزه زمان به حوزه فرکانس از شتاب زلزله منجیل استفاده نموده و منحنی طیفی آن به شکل زیر ترسیم گردیده است.



شکل ۴-۶: زلزله منجیل در حوزه فرکانس

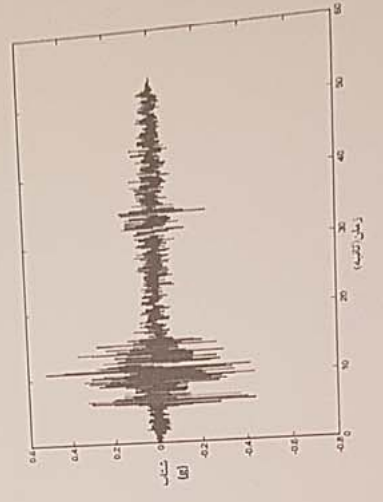
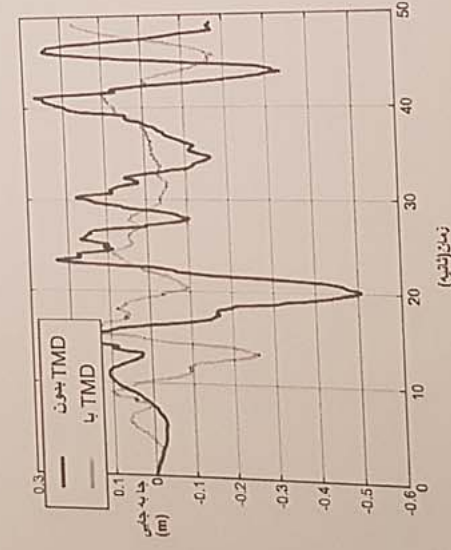
حال با به کارگیری میراگر طراحی شده و حل معادلات دینامیکی در فضای حالت با استفاده از شبیه‌سازی متلب عملکرد آن‌ها در خلال تحریک خارجی مورد بررسی قرار خواهد گرفت.

سیستم میراگر جرمی علیرغم استفاده روز افزون در طی سالیان گذشته در دنیا و عملکرد بسیار مناسب و موثر همچنان در موارد ناشناخته بسیار دارد اما تحقیقات نشان می‌دهد که این میراگرها می‌توانند تا ۵۰ درصد ارتعاش ناشی از باد و زلزله را مستهلک کنند [۵۵]، [۵۶] و [۵۸] که البته این میزان در همه مقالات یکسان نبوده و بسته به

نوع سازه، ارتفاع آن همچنین شتاب زلزله و محتوای فرکانسی آن متغیر بوده و موارد هم استفاده از این میراگر موثر نیز نبوده است. در این یادنامه سعی شده تا با معرفی سیستم های میراگر جرمی و کاربرد آن در سازه ها به نقش و اهمیت آنها در پایداری سازه پرداخته شود.

با استناد به کارهای صورت گرفته در این زمینه برای پایداری سازه از میراگر جرمی تنظیم شده استفاده نموده و با کمک الگوریتم ژنتیک به بهینه سازی جرم و فرکانس سازه با تابع هدف به منظور کاهش جابه جایی به کمتر از ۲۰ سانتی متر پرداخته شده است.

میراگر جرمی با مود اول سازه تنظیم شده و تحلیل تاریخچه زمانی با استفاده از زلزله منجیل بر روی سکوی مورد نظر انجام شده است. نتیجه تحلیل نشان دهنده موثر بودن این نوع میراگر در بهبود نتایج می باشد. با توجه به شکل ۴-۷ می توان مشاهده نمود که جابه جایی سازه تحت اثر زلزله با استفاده از میراگر جرمی تنظیم شده موجب کاهش جابه جایی ماکزیمم سازه تحت زلزله شده است.



شکل ۴-۷: مقایسه جابه جایی و شتاب سازه در اثر زلزله منجیل

زلزله های باید - بدتر است  
 Train  
 Test  
 ریموند  
 ریدرینر همدت همکاران زلزله CIOD

schemes for offshore steel jacket platforms" Nonlinear Dynamics, 2004, Vol. 35, No.1, pp. 61-80.

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

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

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

[45] قلی زاده، امین. "امکان سنجی کاربرد و ارزیابی الگوریتم های کنترل ارتعاشات بر روی سکوهای دریایی". رساله دکتری، دانشگاه صنعتی شریف، تهران، ۱۳۸۷

[46] خدادادی، مسعود. "کنترل فعال یک ساختمان بلند با استفاده از میراکننده جرمی تنظیم شده فعال". پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه اراک، اراک، ۱۳۹۰

[47] گل افشانی، علی اکبر. "کنترل ارتعاشات سکوی دریایی با میراگر ترکیبی". دوازدهمین همایش ملی صنایع دریایی ایران، تهران، ۱۳۸۹

[48] مهدی وجودی، "سیستم های میراگر جرمی تنظیم شده". انتشارات ای ار پی دی اف، ۱۳۸۱

[49] امیرزایی، مهدی. "بررسی پایداری و تعادل سکوهای حفاری دریایی خود بالا بر سیستم مت سایپورت". پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه اراک، اراک، دی ۱۳۹۴.

[50] M Mokhtari, "Tsunami in Makran Region and its effect on the Persian Gulf" In tech, 2011.

[51] www.calpoly.edu

[52] Jamal A. Abdalla, Azm Al-Homoud, "Earthquake Hazard Zonation Of Eastern Arabia", 13th World Conference on Earthquake Engineering, Canada, 2004.

[53] Vatsvag p. V. "Evaluation of Jack-up units in deeper water in the North Sea", Master's thesis, Universitetet i Stavanger, Norway, 2014

[54] Mohan; M. Murudi; Mr. Sharadchandra; M. Mane, "Seismic Effectiveness Of Tuned Mass Damper (Tmd) For Different Ground Motion Parameters.", 13th World Conference on Earthquake Engineering, Canada, 2004

[55] Kawano, Kenji; K. Venkataramana; Kuhei, Furukawa, "Seismic Response Of Offshore Platform With TMD", 10th world conference on earthquake engineering, Rotterdam, Netherlands, 1992

امکان سنجی کاربرد الگوریتم های کنترل ارتعاشات بر روی سکوهای دریایی





تاریخ: ۱۳۹۵/۱۱/۱۷

شماره: ۵/۹۵/۲۴۶۵۰

پیوست:

به : جناب آقای دکتر مرادزاده

موضوع : بررسی تز دانشجوی خانم محسنی کبیر (نوبت سوم)

/ / / /

:

/

/



تاریخ: ۱۳۹۵/۱۱/۱۷

شماره: ۵/۹۵/۲۴۶۵۰

پیوست:

//

علیرضا آذربخت بنکده  
عضو هیات علمی گروه عمران



تاریخ:

شماره:

پیوست:

۶- با درخواست برگزاری جلسه دفاع از پیشنهادیه پایان نامه دکتری خانم سارا مرادی دانشجوی دکتری مهندسی شیمی موافقت گردید. ضمناً اساتید داور ایشان به شرح زیر تعیین گردیدند.

سارا مرادی
دکتر ابوالفضل براتی (استاد راهنما)
دکتر سعید امانی (ممتحن خارجی)
دکتر سید محسن حسینی (عضو کمیته)
دکتر عبدالرضا مقدسی (عضو کمیته)

۷- موضوع پایان نامه خانم مانده محسنی کبیر دانشجوی کارشناسی ارشد میکاترونیک مورد بررسی قرار گرفت. با توجه به اینکه مطابق مستندات موجود، پایان نامه کارشناسی ارشد ایشان به دلیل عدم انجام اصلاحات در موعد مقرر (مطابق ماده ۳۳ آیین نامه اجرایی) و باقی ماندن اشکالات اساسی در نسخه اصلاحی و عدم عودت اصلاحات دستی تحویلی به دانشجو و نهایتاً عدم رضایت داور محترم خارجی مورد قبول نهایی قرار نگرفته بود، شورای تحصیلات تکمیلی با اکثریت آرا رای به احترام به نظر داور محترم و عدم پذیرش پایان نامه دانشجوی مذکور داد.

۸- با گزارش پیشرفت کار نیمسال دوم آقای عین اله پیرا دانشجوی دکتری مهندسی کامپیوتر موافقت گردید

دکتر مهدی سلیمانی مدیر تحصیلات تکمیلی دانشگاه	دکتر علی رضا انزلی معاون آموزشی و پژوهشی دانشگاه	دکتر ابوالفضل براتی رئیس دانشکده
دکتر سید سعید امانی عضو هیات علمی گروه مهندسی مکانیک	دکتر رحیم رافع عضو هیات علمی گروه مهندسی کامپیوتر	دکتر نازنین شاکرمی عضو هیات علمی گروه مهندسی عمران
دکتر علی اصغر فدیمی عضو هیات علمی گروه مهندسی برق	دکتر سید محسن حسینی عضو هیات علمی گروه مهندسی شیمی	دکتر حسن شوری عضو هیات علمی گروه مهندسی مکانیک
دکتر مهدی مدبری فر عضو هیات علمی گروه مهندسی مکانیک	دکتر رضا مویدفر عضو هیات علمی گروه مهندسی عمران	دکتر احسان منصوری عضو هیات علمی گروه مهندسی صنایع

اراک : میدان بسیج (مردشت)  
 پردیس دانشگاه اراک،  
 دانشکده فنی و مهندسی  
 کد پستی: ۳۸۱۵۶-۸-۸۳۴۹  
 تلفن : ۳۴۱۷۳۴۴۶-۹  
 دورنگار: ۳۴۱۷۳۴۵۰