وزارت علوم، تحقیقات و فناوری

دانشکده فنی و مهندسی

گروه مهندسی عمران

اثر مؤلفه قائم زلزله بر رفتار مخازن استوانه ای بتنی

پایان‌نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد در رشته‌ی مهندسی عمران

گرایش سازه

محمد الاورفلی

استاد راهنما:

دکتر رمضانعلی ایزدی فرد

دی ۱۳۹۰

بسم الله الرحمن الرحيم

خدای بزرگ تو را به خاطر نعمات فراوان و بی پایانت شکر می گویم.

برخود واجب می دانم از زحمات آقای دکتر رمضانعلی ایزدی فرد که با صبر وحوصله خود مرا در انجام این پایان نامه یاری دادند کمال تشکر و قدردانی را به عمل آورم.

دانشگاه بین المللی امام خمینی(ره)

معاونت آموزشی – مدیریت تحصیلات تکمیلی

فرم شماره ۳۰

فرم تأییدیه‌ی هیأت داوران جلسه‌ی دفاع از پایان‌نامه/رساله

بدین وسیله گواهی میشود جلسه دفاعیه از پایان نامه کارشناسی ارشد/ دکتری .....

دانشجوی رشته ...عمران..... گرایش ...سازه.....تحت عنوان..بررسی لغزه تاثیر زلزله در خاک ماسه‌ای.....

در تاریخ ۱۳۹۰/۱۰/۱۶ در دانشگاه برگزار گردید و این پایان نامه با نمره ...۱۹/۵..... و درجه ..عالی.. مورد تایید هیئت داوران قرار گرفت.

ردیف	سمت	نام و نام خانوادگی	مرتبه‌ی دانشگاهی	دانشگاه یا مؤسسه	امضا
۱	استاد راهنما	رضا نعمی انزابی نژاد	استادیار	امام خمینی (ره)	
۲	استاد مشاور	—	—	—	—
۳	داور خارج	حاتم رحمانی اشکذری	استادیار	ضمنی مالک اشتر	
۴	داور داخل	محمد ابراهیمی	استادیار	امام خمینی (ره)	
۵	نماینده تحصیلات تکمیلی	محمد حسین رضایی	هیئت علمی	" "	

بسمه تعالی

دانشگاه بین المللی امام خمینی(ره)

معاونت آموزشی دانشگاه- مدیریت تحصیلات تکمیلی

(فرم شماره ۲۶)

تعهد نامه اصالت پایان نامه

اینجانب محمد الادرفلی دانشجوی رشته مهندسی عمران مقطع تحصیلی کارشناسی ارشد بدین وسیله اصالت کلیه مطالب موجود در مباحث مطروحه در پایان نامه / رساله تحصیلی خود، با عنوان اثر حوله قائم زلزله بر رفتار مخازن استوانه‌ای بتنی را تأیید کرده، اعلام می نمایم که تمامی محتوی آن حاصل مطالعه ، پژوهش و تدوین خودم بوده و به هیچ وجه رونویسی از پایان نامه و یا هیچ اثر یا منبع دیگری، اعم از داخلی، خارجی و یا بین المللی، نبوده و تعهد می نمایم در صورت اثبات عدم اصالت آن و یا احراز عدم صحت مفاد و یا لوازم این تعهد نامه در هر مرحله از مراحل منتهی به فارغ التحصیلی و یا پس از آن و یا تحصیل در مقاطع دیگر و یا اشتغال و ... دانشگاه حق دارد ضمن رد پایان نامه نسبت به لغو و ابطال مدرک تحصیلی مربوطه اقدام نماید. مضافاً اینکه کلیه مسئولیت ها و پیامدهای قانونی و یا خسارت وارده از هر حیث متوجه اینجانب می باشد.

نام و نام خانوادگی دانشجو محمد الادرفلی

امضاء و تاریخ

۱۳۹۰ - ۱۲ - ۷

مجوز بهره برداری از پایان نامه/ رساله

کلیه حقوق اعم از چاپ، تکثیر، نسخه برداری، ترجمه، اقتباس و ... از نتایج این پایان نامه برای دانشگاه بین المللی امام خمینی(ره) قزوین محفوظ است. بهره برداری از این پایان نامه/ رساله در چهارچوب مقررات کتابخانه و با توجه به محدودیتی که توسط استاد راهنما به شرح زیر تعیین می شود، بلامانع است:

☐ بهره برداری از این پایان نامه/ رساله برای همگان بلامانع است.

☑ بهره برداری از این پایان نامه/ رساله با اخذ مجوز از استاد راهنما، بلا مانع است.

☐ بهره برداری از این پایان نامه/ رساله تا تاریخ ..... ممنوع است.

استاد راهنما می تواند یکی از گزینه های بالا را انتخاب کند و مسئولین کتابخانه موظف به رعایت موارد تعیین شده می باشد.

نام استاد و یا اساتید راهنما: رضا نسلی انزابی نژاد

تاریخ:

امضاء:

چکیده

مخازن ذخیره مایعات یک عنصر مهم در سیستمهای شریانهای حیاتی مانند سیستم آبرسانی، تاسیسات نفتی و صنایع ذخیره مایعات سمی محسوب می شوند. زلزله های بزرگ سالهای گذشته خرابیهای زیادی در مخازن ذخیره پالایشگاه ها ایجاد کرده و همیشه قطعی خدمات آبرسانی و تصفییه آب و فاضلاب را به دنبال داشته است. تحقیقات گذشته ارزیابی رفتار دینامیکی مخازن ذخیره تحت ارتعاشات نا متقارن محوری ناشی از بار افقی زلزله پرداخته و ارتعاشات متقارن محوری ناشی از بار قائم زلزله را نادیده گرفته اند. از طرفی دیگر آیین نامه های طراحی لرزه ای مخازن ذخیره موجود مقدار طیف شتاب عمودی V را $\frac{۲}{۳}$ مقدارطیف شتاب افقی در نظر می گیرند. این در حالی است که تحقیقات نشان داده که نسبت مؤلفه قائم به مؤلفه افقی زلزله به فاصله ساختگاه از چشمه لرزه بستگی دارد و این نسبت در حوزه نزدیک افزایش پیدا می کند. در این پژوهش رفتار مخازن ذخیره استوانه ای بتنی در معرض حرکت قائم زمین بررسی شده و اهمیت درنظر گرفتن مؤلفه قائم زلزله در تحلیل لرزه ای آنها ارزیابی شده است. در این راستا از نرم افزار ANSYS که توانایی شبیه سازی سازه و سیال را دارد برای تحلیل مودال و تحلیل دینامیکی گذرا استفاده شده است. قبل از تحلیل عددی مدل مورد نظر و گرفتن نتایج، ابتدا صحت رفتار مدل با استفاده از مدلهای تحلیلی ارائه شده توسط محققان دیگر سنجیده شد. در گام بعدی، تحقیقات عددی روی مخزن استوانه ای بتنی در معرض بار افقی و عمودی زلزله انجام شد. نتایج به این شکل بوده که بار قائم زلزله در حوزه دور تاثیری چندانی روی مقدار لمبر زدن مایع ندارد اما در حوزه نزدیک مقدار آن را دو برابر می کند. در بررسی تنشهای مماسی ایجاد شده در بدنه دیده شده که در حوزه دور مقدار این تنشها با اعمال بار قائم زلزله ۲ برابر شده اما در حوزه نزدیک مقدارشان با اعمال بار قائم زلزله به ۹ برابر رسید.

کلید واژه ها : مخازن ذخیره، مؤلفه قائم زلزله، حوزه نزدیک، تحلیل دینامیکی گذرا، لمبر زدن مایع

فهرست

۱- کلیات ۲

۱-۱- معرفی موضوع پژوهش ۲

۱-۲ - لزوم انجام تحقیق ۷

۱-۳- اهداف تحقیق ۸

۱-۴ - روش تحقیق ۹

۱-۵- ساختار پایان‌نامه ۱۰

۲- تاریخچه ۱۲

۲-۱ – مقدمه ۱۲

۲-۲ - تاریخچه مطالعات و بررسی ها ۱۲

۲-۳ - مروری بر آیین نامه های معتبر تحلیل مخازن ذخیره ۱۷

۲-۴ - اثرات مؤلفه قائم زلزله در آیین نامه های مختلف ۲۰

۲-۵ - نتیجه گیری ۲۲

۳- روش پژوهش ۲۴

۳-۱- مقدمه ۲۴

فهرست

۳-۲ - زلزله های حوزه نزدیک و حوزه دور ۲۴

۳-۳- مؤلفه قائم زلزله ۲۶

۳-۴- مروری بر چند روش محاسبه نیروهای داخلی بدنه مخزن ۲۷

۳- ۴-۱ - توزیع فشار هیدرودینامیکی ۲۷

۳-۴-۲- تعیین نیروهای داخلی ۲۸

۳-۵- اندرکنش سازه – سیال ۳۱

۳-۶- نرم افزار ANSYS ۳۴

۳-۶-۱-گام های شبیه سازی..... ۳۴

۳-۶-۲- مش بندی..... ۳۵

۳-۶-۳- الگوریتم های مش بندی ۳۶

۳-۶-۴ - مش بندی مقاطع دایروی ۳۷

۳-۶-۵ - دستگاه های مختصات ۳۷

۳-۶-۶- آنالیز کوپله ۳۹

۳-۶-۷- خطی یا غیر خطی بودن آنالیز ۴۰

۳-۶-۸- برنامه نویسی در ANSYS ۴۰

۳-۶-۹- تحلیل مودال ۴۱

۳-۶-۱۰- تحلیل دینامیکی گذرا ۴۲

۳-۶-۱۱- بارگذاری..... ۴۴

۳-۶-۱۲- اعمال میرایی ۴۴

۴- مدلسازی ۴۷

فهرست

۴-۱- مقدمه ۴۷

۴-۲- ضوابط مدلسازی یک مخزن ذخیره ۴۷

۴-۲-۱- تغییر اسم مدل ۴۸

۴-۲-۲- تعیین نوع آنالیز ۴۸

۴-۲-۳- انتخاب سیستم واحدها ۴۹

۴-۲-۴- انتخاب المانها ۴۹

۴-۲-۵- تعیین ثوابت هندسی المانها ۵۰

۴-۲-۶- تعیین خصوصیات مواد ۵۱

۴-۲-۷- مدلسازی هندسه ۵۲

۴-۳- المان Fluid 80 ..... ۵۲

۴-۴- المان Shell63 ..... ۵۳

۴-۵- مش بندی سازه و سیال ۵۴

۴-۶-تنظیم شرایط مرزی ۵۵

۴-۶-۱- چرخش محور مختصات گره ها ۵۵

۴-۶-۲- کوپل ۵۶

۴-۷- اعمال بار زلزله ۵۷

۴-۸- راست آزمایی ۵۷

۴-۸-۱- تحلیل مودال ۵۸

۴-۸-۲- تحلیل دینامیکی گذرا ۶۰

۴-۹- حساسیت مش ۶۱

فهرست

۵- بررسی و تحلیل نتایج ۶۸

۵-۱- مقدمه ۶۸

۵-۲ - اثر مؤلفه قائم زلزله بر میزان لمبر زدن آب ۷۱

۵-۲-۱- زلزله حوزه دور ۷۲

۵-۲-۲- زلزله حوزه نزدیک ۷۷

۵-۳ - مقایسه لمبر زدن آب در حوزه های متفاوت ۸۲

۵-۳-۱- مؤلفه افقی زلزله ۸۲

۵-۳-۲- ترکیب مؤلفه افقی و قائم زلزله ۸۳

۵-۴ - اثر مؤلفه قائم زلزله روی تنشهای مماسی دیواره ۸۶

۵-۴-۱- حوزه دور ۸۷

۵-۴-۲- حوزه نزدیک ۹۲

۵-۵ - مقایسه تنش مماسی دیواره در حوزه های متفاوت ۹۸

۵-۵-۱- مؤلفه افقی زلزله ۹۸

۵-۵-۲- ترکیب مؤلفه افقی و قائم زلزله ۱۰۰

۶- نتیجه گیری و پیشنهادات ۱۰۳

۶-۱- نتیجه گیری ۱۰۳

۶-۲ – پیشنهادات ۱۰۴

فهرست

مراجع ۱۰۶

فهرست شکل ها

شکل(۱-۱) مخزن آب هوایی ۳

شکل(۱-۲) مخزن فولادی ۴

شکل(۱-۳) مخزن کروی ۴

شکل(۱-۴) مخازن تصفیه فاضلاب ۴

شکل(۱-۵) مخازن دوجداره ۵

شکل(۱-۶) مخازن غلیظ کننده ۵

شکل(۲-۱) توزیع فشار هیدرودینامیکی روی دیواره مخزن ارایه شده توسط هاوسنر ۱۴

شکل(۲-۲) مدل مکانیکی ارایه شده توسط هوسنر ۱۴

شکل(۲-۳) مدل مالهوترا،مخازن انعطاف پذیر..... ۱۵

شکل(۲-۴) نیروهای دینامیکی وارد به مخزن..... ۱۸

شکل(۳-۱) نمودار تاریخچه زمانی مولفه افقی و قائم زلزله های نورثردج و امپریال والی ۲۶

شکل (۳-۲) توزیع عمودی فشار جانبی سیال..... ۲۸

شکل ۳ – ۳ توزیع افقی فشار جانبی سیال..... ۲۸

شکل(۳-۴) نیروی کششی حلقوی ناشی از فشار هیدوراستاتیک(SAP ۲۰۰۰) ۳۰

شکل(۳-۵) نیروی کششی حلقوی ناشی از کل بار زلزله(SAP ۲۰۰۰) ۳۰

شکل(۳-۶) بخش جرم آب روی بدنه به روش متوالی..... ۳۲

شکل(۳-۷) اندرکنش سازه – سیال(کوپل) ۳۲

شکل(۳-۸): روند کامل روش متوالی..... ۳۳

شکل(۳-۹) مش بندی مقاطح دایروی ۳۷

شکل(۳-۱۰): دستگاه های مختصات..... ۳۸

فهرست شکل ها

شکل(۳-۱۱) انواع محورهای محلی گره ها..... ۳۸

شکل(۳-۱۲) مقدار α و β برای نسبت میرایی مودال مشخص..... ۴۵

شکل(۴-۱) تعیین نوع آنالیز ۴۸

شکل(۴-۲) بعضی المانهای تعریف شده در برنامه..... ۴۹

شکل(۴-۳): انتخاب المان پوسته ۵۰

شکل(۴-۴) انتخاب المان مایع ۵۰

شکل(۴-۵): تعیین ضخامت المان پوسته ای ۵۱

شکل(۴-۶) تعیین خصوصیات مواد ۵۱

شکل(۴-۷) هندسه مدل ۵۲

شکل(۴-۸) هندسه المان مایع مورد استفاده در تحلیل اجزاء محدود..... ۵۳

شکل(۴-۹) : هندسه المان پوسته مورد استفاده در تحلیل اجزاء محدود..... ۵۴

شکل(۴-۱۰) مخزن ذخیره مش بندی شده ۵۵

شکل(۴-۱۱) مخزن ذخیره کوپل شده ۵۶

شکل(۴-۱۲) مقایسه شکل مودی اول ۵۹

شکل(۴-۱۳) مقایسه شکل مودی دوم ۵۹

شکل۴-۱۴: تاریخچه زمانی ارتفاع لمبر زدن آب در کنار دیواره(متر) ۶۰

شکل(۴-۱۵) مخزن با مش بندی حالت الف ۶۲

شکل(۴-۱۶) مخزن با مش بندی حالت ب ۶۲

شکل(۴-۱۷) مخزن با مش بندی حالت ج ۶۳

شکل(۴-۱۸) تاریخچه زمانی لمبر زدن آب (متر) در سه حالت مختلف مش بندی ۶۳

فهرست شکل ها

شکل(۴-۱۹) تاریخچه زمانی تنش مماسی در سه حالت مختلف مش بندی ۶۴

شکل(۴-۲۰) تاریخچه زمانی حد اکثر لمبر زدن آب (متر) در سه حالت مختلف

مش بندی در بازه زمانی بین ۲ تا ۴/۵ ثانیه ۶۴

شکل(۴-۲۱) تاریخچه زمانی حد اکثر تنش مماسی (پاسکال) در سه حالت مختلف

مش بندی در بازه زمانی بین ۳/۵ تا ۶/۵ ثانیه ۶۵

شکل(۵-۱) تاریخچه زمانی جابجایی مؤلفه افقی زلزله حوزه دور زلزله ۱۹۹۴نورثردج ۶۹

شکل(۵-۲) تاریخچه زمانی جابجایی مؤلفه قائم زلزله حوزه دور زلزله ۱۹۹۴ نورثردج ۶۹

شکل(۵-۳) تاریخچه زمانی جابجایی مؤلفه افقی زلزله حوزه نزدیک زلزله ۱۹۹۴ نورثردج ۷۰

شکل(۵-۴) تاریخچه زمانی جابجایی مؤلفه قائم زلزله حوزه نزدیک زلزله ۱۹۹۴ نورثردج ۷۰

شکل(۵-۵) گره های مایع که لمبر زدن آنها مورد بررسی قرار گرفته ۷۱

شکل(۵-۶) تاریخچه زمانی لمبر زدن آب (متر) در گره ۱۶۲۱در حوزه دور..... ۷۲

شکل(۵-۷) تاریخچه زمانی لمبر زدن آب (متر) در گره ۱۷۰۱در حوزه دور..... ۷۲

شکل(۵-۸) تاریخچه زمانی لمبر زدن آب (متر) در گره ۱۷۰۲در حوزه دور..... ۷۳

شکل(۵-۹) تاریخچه زمانی لمبر زدن آب (متر) در گره ۱۷۰۳در حوزه دور..... ۷۳

شکل(۵-۱۰) تاریخچه زمانی لمبر زدن آب (متر) در گره ۱۷۰۴در حوزه دور..... ۷۳

شکل(۵-۱۱) تاریخچه زمانی لمبر زدن آب (متر) در گره ۱۷۰۵در حوزه دور..... ۷۴

شکل(۵-۱۲) تاریخچه زمانی لمبر زدن آب (متر) در گره ۱۷۰۶در حوزه دور..... ۷۴

شکل(۵-۱۳) تاریخچه زمانی لمبر زدن آب (متر) در گره ۱۷۰۷در حوزه دور..... ۷۴

شکل(۵-۱۴) تاریخچه زمانی لمبر زدن آب (متر) در گره ۱۷۰۸در حوزه دور..... ۷۵

شکل(۵-۱۵) تاریخچه زمانی لمبر زدن آب (متر) در گره ۱۷۰۹در حوزه دور..... ۷۵

فهرست شکل ها

شکل(۵-۱۶) تغییرات حداکثر لمبر زدن آب در گره های سطح در حوزه دور ۷۷

شکل(۵-۱۷) تاریخچه زمانی لمبر زدن آب (متر) در گره ۱۶۲۱در حوزه نزدیک ۷۷

شکل(۵-۱۸) تاریخچه زمانی لمبر زدن آب (متر) در گره ۱۷۰۱در حوزه نزدیک..... ۷۸

شکل(۵-۱۹) تاریخچه زمانی لمبر زدن آب (متر) در گره ۱۷۰۲در حوزه نزدیک..... ۷۸

شکل(۵-۲۰) تاریخچه زمانی لمبر زدن آب (متر) در گره ۱۷۰۳در حوزه نزدیک..... ۷۸

شکل(۵-۲۱) تاریخچه زمانی لمبر زدن آب (متر) در گره ۱۷۰۴در حوزه نزدیک..... ۷۹

شکل(۵-۲۲) تاریخچه زمانی لمبر زدن آب (متر) در گره ۱۷۰۵در حوزه نزدیک..... ۷۹

شکل(۵-۲۳) تاریخچه زمانی لمبر زدن آب (متر) در گره ۱۷۰۶در حوزه نزدیک..... ۷۹

شکل(۵-۲۴) تاریخچه زمانی لمبر زدن آب (متر) در گره ۱۷۰۷در حوزه نزدیک..... ۸۰

شکل(۵-۲۵) تاریخچه زمانی لمبر زدن آب (متر) در گره ۱۷۰۸در حوزه نزدیک..... ۸۰

شکل(۵-۲۶) تاریخچه زمانی لمبر زدن آب (متر) در گره ۱۷۰۹در حوزه نزدیک..... ۸۰

شکل(۵-۲۷) تغییرات حداکثر لمبر زدن آب در گره های سطح در حوزه دور..... ۸۲

شکل(۵-۲۸) تغییرات حداکثر لمبر زدن آب در گره های سطح با اعمال بار افقی.

در دو حوزه دور و نزدیک ۸۴

شکل(۵-۲۹) تغییرات حداکثر لمبر زدن آب در گره های سطح با اعمال ترکیب بار افقی

و قائم در دو حوزه دور و نزدیک ۸۴

شکل(۵-۳۰) گره های دیواره که تنش آنها مورد بررسی قرار گرفته ۸۶

شکل(۵-۳۱) تاریخچه زمانی تنش مماسی کششی (پاسکال) در گره ۳۶۲در حوزه دور ۸۷

شکل(۵-۳۲) تاریخچه زمانی تنش مماسی کششی (پاسکال) در گره ۳۶۳در حوزه دور..... ۸۷

شکل(۵-۳۳) تاریخچه زمانی تنش مماسی کششی (پاسکال) در گره ۲۸۲در حوزه دور..... ۸۸

فهرست شکل ها

شکل(۵-۳۴) تاریخچه زمانی تنش مماسی کششی (پاسکال) در گره ۲۸۹در حوزه دور..... ۸۸

شکل(۵-۳۵) تاریخچه زمانی تنش مماسی کششی (پاسکال) در گره ۲۸۸در حوزه دور..... ۸۸

شکل(۵-۳۶) تاریخچه زمانی تنش مماسی کششی (پاسکال) در گره ۲۸۷در حوزه دور..... ۸۹

شکل(۵-۳۷) تاریخچه زمانی تنش مماسی کششی (پاسکال) در گره ۲۸۶در حوزه دور..... ۸۹

شکل(۵-۳۸) تاریخچه زمانی تنش مماسی کششی (پاسکال) در گره ۲۸۵در حوزه دور..... ۸۹

شکل(۵-۳۹) : تاریخچه زمانی تنش مماسی کششی (پاسکال) در گره ۲۸۴در حوزه دور..... ۹۰

شکل(۵-۴۰) تاریخچه زمانی تنش مماسی کششی (پاسکال) در گره ۲۸۳در حوزه دور..... ۹۰

شکل(۵-۴۱) تاریخچه زمانی تنش مماسی کششی (پاسکال) در گره ۲۰۲در حوزه دور..... ۹۰

شکل(۵-۴۲) تغییرات حداکثر تنش مماسی کششی در گره های دیواره با اعمال ترکیب

بار افقی و قائم در حوزه دور ۹۲

شکل(۵-۴۳) تاریخچه زمانی تنش مماسی کششی (پاسکال) در گره ۳۶۲در حوزه نزدیک ۹۲

شکل(۵-۴۴) تاریخچه زمانی تنش مماسی کششی (پاسکال) در گره ۳۶۳در حوزه نزدیک..... ۹۳

شکل(۵-۴۵) تاریخچه زمانی تنش مماسی کششی (پاسکال) در گره ۲۸۲در حوزه نزدیک..... ۹۳

شکل(۵-۴۶) تاریخچه زمانی تنش مماسی کششی (پاسکال) در گره ۲۸۹در حوزه نزدیک..... ۹۳

شکل(۵-۴۷) تاریخچه زمانی تنش مماسی کششی (پاسکال) در گره ۲۸۸در حوزه نزدیک..... ۹۴

شکل(۵-۴۸) تاریخچه زمانی تنش مماسی کششی (پاسکال) در گره ۲۸۷در حوزه نزدیک..... ۹۴

شکل(۵-۴۹) تاریخچه زمانی تنش مماسی کششی (پاسکال) در گره ۲۸۶در حوزه نزدیک..... ۹۴

شکل(۵-۵۰) تاریخچه زمانی تنش مماسی کششی (پاسکال) در گره ۲۸۵در حوزه نزدیک..... ۹۵

شکل(۵-۵۱) تاریخچه زمانی تنش مماسی کششی (پاسکال) در گره ۲۸۴در حوزه نزدیک..... ۹۵

شکل(۵-۵۲) تاریخچه زمانی تنش مماسی کششی (پاسکال) در گره ۲۸۳در حوزه نزدیک..... ۹۵

فهرست شکل ها

شکل(۵-۵۳) تاریخچه زمانی تنش مماسی کششی (پاسکال) در گره ۲۰۲در حوزه نزدیک ۹۶

شکل(۵-۵۴) تغییرات حداکثر تنش در گره های دیواره با اعمال ترکیب بار افقی و قائم

در حوزه نزدیک ۹۶

شکل(۵-۵۵) تغییرات حد اکثر تنش مماسی در دیواره با اعمال بار افقی زلزله و نسبت

افزایش آن در دو حوزه متفاوت. ۹۹

شکل(۵-۵۶) تغییرات حد اکثر تنش مماسی در دیواره با اعمال ترکیب بار افقی و قائم

زلزله و نسبت افزایش آن در دو حوزه متفاوت ۹۹

فهرست جداول

جدول(۱-۱) طبقه بندی مخازن بر اساس فشار سیال داخل آن ۶

جدول (۱-۲) طبقه بندی کلی مخازن ۶

جدول(۲-۳) دوره تناوب مود اول عمودی در آیین نامه های مختلف ۲۱

جدول(۲-۲) آیین نامه های که از روش ویلیتسوس و یانگ۱۹۷۷استفاده می کنند

و انواع مخازن که تحلیل می کنند ۱۹

جدول(۲-۱) آیین نامه هایی که از روش هاوسنر ۱۹۶۳ استفاده می کنند و انواع

مخازن که تحلیل می کنند ۱۹

جدول ۴-۱: مشخصات مخزن مدلسازی شده ۴۷

جدول(۴-۲) مقایسه دوره های تناوب طبیعی مخزن ۵۸

جدول(۴-۳) خصوصیات مخزن مورد بحث ۶۱

جدول(۴-۴) فاصله گره ها در دیواره و کف مخزن در حالتهای مختلف مش بندی ۶۱

جدول(۴-۵) مقدار بهینه لمبرزدن آب در حالتهای مختلف مش بندی ۶۵

جدول(۴-۶) مقدار بهینه تنشهای مماسی دیواره در حالتهای مختلف مش بندی ۶۵

جدول(۵-۱) مشخصات رکورد زلزله ۱۹۹۴ نورثردج در دو حوزه دور و حوزه نزدیک ۶۸

جدول(۵-۲) فاصله گره های مایع مورد بررسی از دیواره مخزن (متر) ۷۱

جدول (۵-۳) حد اکثر لمبر زدن آب در حوزه دور و نسبت افزایش آن با اعمال بار قائم زلزله ۷۶

جدول(۵-۴) حد اکثر لمبر زدن آب در حوزه نزدیک و نسبت افزایش آن با اعمال بار قائم زلزله ۸۱

جدول(۵-۵) حد اکثر لمبر زدن آب با اعمال بار افقی و نسبت افزایش آن در دو حوزه متفاوت ۸۳

جدول(۵-۶) : حد اکثر لمبر زدن آب با اعمال ترکیب بار افقی و قائم زلزله و نسبت افزایش

آن در دو حوزه متفاوت ۸۵

فهرست جداول

جدول(۵-۷) فاصله گره های دیواره مورد بررسی از کف مخزن (متر) ۸۶

جدول(۵-۸) حد اکثر تنش مماسی کششی ایجاد شده در گره ها و نسبت افزایش

آنها با اعمال بار قائم زلزله در حوزه دور ۹۱

جدول(۵-۹) حد اکثر تنش ایجاد شده در گره ها و نسبت افزایش آنها با اعمال

بار قائم زلزله در حوزه نزدیک ۹۷

جدول(۵-۹) حد اکثر تنش مماسی در دیواره با اعمال بار افقی زلزله و نسبت

افزایش آن در دو حوزه متفاوت ۹۷

جدول(۵-۱۰) حد اکثر تنش مماسی در دیواره با اعمال ترکیب بار افقی و قائم زلزله

و نسبت افزایش آن در دو حوزه متفاوت ۱۰۰