

اللَّهُ الرَّحْمَنُ الرَّحِيمُ

بسمه تعالی

دانشگاه بین‌المللی امام خمینی



IMAM KHOMEINI
INTERNATIONAL UNIVERSITY

دانشگاه بین‌المللی امام خمینی (ره)

معاونت آموزشی دانشگاه-مدیریت تحصیلات تکمیلی

تعهد نامه اصالت پایان نامه

اینجانب احسان موبدی دانشجوی رشته عمران-گرایش سازه مقطع تحصیلی کارشناسی ارشد بدین وسیله اصالت کلیه مطالب موجود در مباحث مطروحه در پایان نامه/ تز تحصیلی خود، با عنوان اثرات حرکت غلتشی پای ستون‌ها بر روی پاسخ لرزه‌ای سازه‌ها را تایید کرده، اعلام می‌نمایم که تمامی محتوی آن حاصل مطالعه، پژوهش و تدوین خودم بوده و به هیچ وجه رونویسی از پایان نامه و یا هیچ اثر و یا منبع دیگری، اعم از داخلی، خارجی و یا بین‌المللی، نبوده و تعهد می‌نمایم 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 فارغ‌التحصیلی 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 مسئولیت‌ها و پیامدهای قانونی و یا خسارت وارده از هر حیث متوجه اینجانب می‌باشد.

نام و نام خانوادگی دانشجو: احسان موبدی

امضاء و تاریخ: ۱۳۹۰/۰۷/۱۲



دانشگاه بین المللی امام خمینی (ره)
 معاونت آموزشی - مدیریت تحصیلات تکمیلی

فرم شماره ۳۰

فرم تأییدیه هیأت داوران جلسه دفاع از پایان نامه / رساله

بدین وسیله گواهی میشود جلسه دفاعیه از پایان نامه کارشناسی ارشد **احسان موبدی**
 دانشجوی رشته **عمران** گرایش **سازه** تحت عنوان **اثرات حرکت غلتشی پای ستون**
ها بر روی پاسخ لرزه ای سازه ها در تاریخ ۱۲ / ۰۷ / ۱۳۹۰ در دانشگاه برگزار گردید و این
 پایان نامه با نمره **بیست** و درجه **عالی** مورد تأیید هیئت داوران قرار گرفت.

ردیف	سمت	نام و نام خانوادگی	مرتبه دانشگاهی	دانشگاه یا مؤسسه	امضا
۱	استاد راهنما	فرزانه حامدی	استادیار	بین المللی امام خمینی (ره) قزوین	
۲	استاد مشاور	علیرضا رضائیان	استادیار	آزاد اسلامی واحد کرج	
۳	داور خارج	فرهنگ فرخی	استادیار	زنجان	
۴	داور داخل	رمضانعلی ایزدی فرد	استادیار	بین المللی امام خمینی (ره) قزوین	
۵	نماینده تحصیلات تکمیلی	محمد جباری	مربی	بین المللی امام خمینی (ره) قزوین	



به نام یکتای بی‌همتا

حمد و ساس بی‌پایان، یگانه بزرگی را که موهبت محبتش، اطمینان بخش‌ترین پناهگاه زندگی ام است. خدایا، سکر گزاریم را پذیرا باش که در سخت‌ترین زمان‌های زندگی ام هرگاه از تو مدد جسم در بهترین زمان و مکان یاری ام دادی.

تقدیم به زیباترین واژه‌های زندگی ام

پدر و مادر عزیزم

آنانکه همواره جرعه نوش جام محبتشان بوده‌ام

تقدیم به خواهران عزیزم

که با گل وجودشان، همواره موجب دلگرمی من بودند



باشکر از:

استاد راہنمای کراتقدر سرکار خانم دکتر حامدی، کہ با صبر و بردباری بسیار، تجربیات
ارزنده شان را در اختیارم نهادند. زحمات بی دریغشان را ہلکشای نگارش این پایان
نامہ بودہ، بیچ واثرہ امی کو یای تقدیر از زحمت ہامی ایشان نیست.

اساتید عزیزم آقایان دکتر ایزدی فردو و دکتر رضائیان کہ زحمات بسیاری در نگارش
این پروژہ متحمل گردیدند آراش ایشان، ہموارہ ماہ د لکرمی ام بود.

بر خود لازم می دانم کہ از جناب آقای دکتر فرخی بہ عنوان داور خارجی کہ با
دایت تمام و خلوص نیت مرایاری رسانند نہایت شکر و سپاسگزاری را

داشتہ باشم.

چکیده

حرکت گهواره ای یکی از مهمترین مسائلی است که امروزه مهندسين خاک - پی - سازه را به خود درگیر کرده است. تا کنون در بسیاری از آيين نامه های معمول، طراحی و آناليز سازه ها بر اساس فرض پی صلب انجام می پذیرفت و به عبارتی با این فرض سختی خاک را نامحدود در نظر می گرفتند.

در بسیاری مواقع لنگر واژگونی ناشی از نیروهای جانبی از لنگر مقاوم در برابر واژگونی فراتر رفته و امکان جدا شدن پی از روی خاک وجود دارد زیرا سختی خاک محدود بوده و سازه فقط تحت نیروهای گرانشی روی آن قرار می گیرد. به چنین رفتاری از سازه یعنی بلند شدن پی از روی خاک و برخورد مکرر با آن، حرکت گهواره ای فونداسیون اطلاق می شود.

در این مطالعه به بررسی اثر حرکت گهواره ای توسط کف ستون ها بر روی پاسخ سازه های فولادی پرداخته شده است. بدین منظور اثر تعداد طبقات، و ضخامت کف ستون ها مورد ارزیابی قرار گرفته است. سازه های مورد مطالعه دارای تعداد طبقات ۳ و ۵ و ۷ با شکل پذیری متوسط و در نرم افزار ETABS طراحی شده اند و سپس در نرم افزار اجزاء محدود ABAQUS در دو حالت BPR (سازه با فرض کف ستون صلب) و BFY (طراحی سازه با فرض کف ستون انعطاف پذیر و ایجاد حرکت گهواره ای) آنالیز شده اند.

نتایج مؤید آن است که حرکت گهواره ای در حالت کلی موجب کاهش پاسخ سازه از جمله کاهش برش پایه ، کاهش نیروی محوری ستون، کاهش انرژی کرنشی و افزایش پرلود نوسانی سازه می شود، که این مشاهدات در سازه های بلندتر دارای اهمیت بیشتری است.

کلمات کلیدی: حرکت گهواره ای، سازه های فولادی ، اجزاء محدود

فهرست مطالب

فصل اول

- ۱-۱- مقدمه ۱
- ۱-۱-۱- اهداف پروژه ۲
- ۱-۲-۱- رئوس مطالب پایان نامه ۳

فصل دوم

- ۱-۲- مروری بر کارهای انجام یافته ۴
- ۲-۲- بررسی اثرات حرکت گهواره ای در آیین نامه FEMA ۴۵۰ ۲۶
- ۲-۳- تخمین دوران سازه های گهواره ای در راهنمایی FEMA ۳۵۶ ۲۷

فصل سوم

- ۱-۳- مقدمه ۳۰
- ۲-۳- تایید آزمایشگاهی ۳۱
- ۱-۲-۳- مدل مورد بررسی ، مدل آزمایشگاهی ۳۱
- ۳-۳- مدل سازی رفتار فولاد ۳۴
- ۱-۳-۳- Mises Yield Surface ۳۴
- ۲-۳-۳- Hill yield surface ۳۵
- ۳-۳-۳- سخت شوندگی کینماتیک ۳۵
- ۴-۳-۳- سخت شوندگی کینماتیک خطی ۳۶

۳۶	..... کینماتیک غیر خطی / ایزوتروپیک / ۵-۳-۳
۳۸	..... تعیین رشد سطح تسلیم / ۶-۳-۳
۳۸	..... تعیین حرکت سطح تسلیم / ۷-۳-۳
۴۰	..... روش آنالیز / ۴-۳
۴۰	..... روش نیوتن - رافسون / ۱-۴-۳
۴۲	..... همگرایی / ۲-۴-۳
۴۳	..... بارگذاری / ۳-۴-۳
۴۳	..... استهلاک رایلی / ۴-۴-۳
۴۵	..... مش بندی / ۵-۴-۳
۴۵	..... نمودارها و نتایج خروجی / ۵-۳

فصل چهارم

۴۸	..... مقدمه / ۱-۴
۴۸	..... سیستم مورد توجه / ۲-۴
۴۸	..... شرح مدل اصلی / ۱-۲-۴
۵۶	..... آزمون های حساسیت انجام شده / ۲-۲-۴
۵۶	..... میانی آنالیز مدل در نرم افزار ABAQUS / ۳-۲-۴
۵۷	..... بررسی پدیده بلند شدگی کف ستونها در مدل های ساخته شده / ۳-۴
۵۷	..... بررسی بلندشدگی یا U_y / ۱-۳-۴
۶۰	..... تغییر مکان جانبی / ۲-۳-۴
۶۳	..... برش پایه / ۳-۳-۴
۶۸	..... نیروهای داخلی اعضاء / ۴-۳-۴
۷۳	..... انرژی کرنشی / ۵-۳-۴
۷۶	..... مقایسه سیستم های ساختمانی / ۶-۳-۴

فصل پنجم

- ۵-۱- نتیجه گیری و پیشنهادات..... ۷۷
- ۵-۱-۱- نتایج..... ۷۷
- ۵-۱-۲- پیشنهادات..... ۷۸

پیوست اول

- پیوست ۱ : مروری بر نرم افزار آباکوس..... ۷۹

پیوست دوم

- پیوست ۲ طراحی انواع سازه های فولادی..... ۱۰۷

منابع و ماخذ

- منابع و ماخذ..... ۱۳۲
- چکیده..... ۱۳۶

فصل سوم

- جدول (۱-۳) مشخصات هندسی مقاطع مورد استفاده در قاب مورد آزمایش ۳۲
- جدول (۲-۳) مشخصات فیزیکی مقاطع مورد استفاده در قاب مورد آزمایش ۳۲
- جدول (۳-۳) مقایسه مقادیر ماکسیمم تغییرمکان و بلندشدگی ۴۷

فصل چهارم

- جدول (۱-۴) تفاوت نیروی محوری در سازه های فولادی همگرا ۷۰
- جدول (۲-۴) تفاوت نیروی محوری با افزایش ضخامت کف ستون ۷۲
- جدول (۳-۴) تفاوت نیروی محوری در سازه های فولادی خمشی ۷۳
- جدول (۴-۴) تفاوت نیروی محوری در سازه های فولادی خمشی با افزایش ضخامت کف ستون ۷۳

پیوست اول

- جدول (پ-۱-۱) مولفه های تنش ۸۱

پیوست دوم

- جدول (پ-۲-۱) مشخصات مصالح مورد استفاده ۱۰۷
- جدول (پ-۲-۲) بار مرده سقف تیرچه و بلوک ۱۰۹
- جدول (پ-۲-۲) بار مرده سقف تیرچه و بلوک در بام ۱۰۹
- جدول (پ-۲-۳) وزن واحد سطح تیغه ها ۱۱۰

فصل اول

شکل (۱-۱) تصویر شماتیک SSI در ارزیابی مهندسی..... ۱

فصل دوم

- شکل (۱-۲) سیستم یک درجه آزادی YIM..... ۵
- شکل (۲-۲) سیستم چند درجه آزادی YIM..... ۶
- شکل (۳-۲) دو نوع سیستم یک درجه آزادی به روش Priestley, Makris..... ۸
- شکل (۴-۲) سه حالت غیر خطی شدن خاک را نشان می دهد..... ۹
- شکل (۵-۲) منحنی ممان - انحنای به روش Winkler..... ۱۰
- شکل (۶-۲) مقایسه بین یک سیستم سازه ای به لحاظ سخت یا انعطاف پذیر فونداسیون ۱۲
- شکل (۷-۲) شکل شماتیک نوسانگر یک درجه آزادی و بلوک ایستاده-آزاد در حال حرکت گهواره ای ۱۴
- شکل (۸-۲) طیف یک نوسانگر با استهلاک ویسکوس خطی و طیف یک بلوک لاغر صلب ۱۶
- شکل (۹-۲) استهلاک ویسکوس یک بلوک گهواره ای توسط پریستلی و همکاران (۱۹۷۸) ۱۷
- شکل (۱۰-۲) مقایسه طیف بلند شدگی واقعی و تقریبی با طیف پاسخ واقعی جابه جایی..... ۱۹
- شکل (۱۱-۲) مقایسه طیف بلند شدگی طراحی واقعی محاسبه شده از روش پریستلی و همکاران ۲۹

فصل سوم

- شکل (۱-۳) طرح کلی از قاب مورد آزمایش توسط میز لرزان..... ۳۱
- شکل (۲-۳) جزئیات کف ستون تسلیم شونده مورد مطالعه..... ۳۲
- شکل (۳-۳) مدل فیزیکی قاب در جهت طولی..... ۳۳
- شکل (۴-۳) جزئیات اتصال المان پوسته و تیر به صورت صلب..... ۳۴
- شکل (۵-۳) حرکت سطح تسلیم در $\pi - plane$ بر اساس مدل غیر خطی Chaboche..... ۳۷
- شکل (۶-۳) آزمایش تجربی کشش - فشار در محدوده کرنش $\epsilon_c^{pl} - \epsilon_1^{pl}$ ۳۸
- شکل (۷-۳) نیم سیکل نخست آزمون کشش یک بعدی..... ۳۹

- شکل (۸-۳) منحنی تنش- کرنش برای یک سیکل پایدار ۳۹
- شکل (۹-۳) روش نیوتن رافسون ۴۱
- شکل (۱۰-۳) روش نیوتن رافسون ۴۱
- شکل (۱۱-۳) رکورد زلزله EI Centro NS ۱۹۴۰ ۴۳
- شکل (۱۲-۳) استهلاک رایلی ۴۴
- شکل (۱۳-۳) نمودار بلند شدگی بر حسب زمان (میز لرزان) ۴۶
- شکل (۱۴-۳) نمودار بلند شدگی (Uplift) بر حسب زمان (مدل سازی) ۴۶
- شکل (۱۵-۳) نمودار تغییر مکان (Displacement) بر حسب زمان (میز لرزان) ۴۶
- شکل (۱۶-۳) نمودار تغییر مکان (Displacement) بر حسب زمان (مدل سازی) ۴۶

فصل چهارم

- شکل (۱-۴) قاب فلزی سه طبقه خمشی ۴۹
- شکل (۲-۴) قاب فلزی پنج طبقه خمشی ۴۹
- شکل (۳-۴) قاب فلزی هفت طبقه خمشی ۵۰
- شکل (۴-۴) قاب فلزی سه طبقه همگرا (مهاربند ضربدری) ۵۰
- شکل (۵-۴) قاب فلزی پنج طبقه همگرا (مهاربند ضربدری) ۵۱
- شکل (۶-۴) قاب فلزی هفت طبقه همگرا (مهاربند ضربدری) ۵۱
- شکل (۷-۴) قاب فلزی سه طبقه همگرا (CBF) ۵۲
- شکل (۸-۴) قاب فلزی پنج طبقه همگرا (CBF) ۵۲
- شکل (۹-۴) قاب فلزی هفت طبقه همگرا (CBF) ۵۳
- شکل (۱۰-۴) قاب فلزی سه طبقه واگرا (EBF) ۵۳
- شکل (۱۱-۴) قاب فلزی پنج طبقه واگرا (EBF) ۵۴
- شکل (۱۲-۴) قاب فلزی هفت طبقه واگرا (EBF) ۵۴
- شکل (۱۳-۴) مدل دو خطی در نظر گرفته شده برای فولاد ۵۵
- شکل (۱۴-۴) تاریخچه زمانی تغییرات U_y در لبه راست راست سازه ۵۸
- شکل (۱۵-۴) میزان بلند شدگی کف ستون با ضخامت ۹ و ۲۰ میلیمتر ۵۸

- شکل (۱۶-۴) میزان بلند شدگی کف ستون در سیستم مهار جانبی و قاب خمشی ۵۹
- شکل (۱۷-۴) میزان بلند شدگی با افزایش تعداد طبقات در سازه فلزی هفت طبقه همگرا ۵۹
- شکل (۱۸-۴) تغییر مکان های جانبی ناشی از چرخش فونداسیون $h\theta$ در گوشه های سازه ۶۰
- شکل (۱۹-۴) مقایسه تغییر مکان خمشی حداکثر، در طبقات مختلف سازه ۶۱
- شکل (۲۰-۴) مقایسه حداکثر تغییر مکان مجموع در طبقات مختلف سازه ۶۱
- شکل (۲۱-۴) مقایسه حداکثر تغییر مکان مجموع، با و بدون بلندشدگی در سازه پنج طبقه ۶۲
- شکل (۲۲-۴) مقایسه حداکثر تغییر مکان مجموع، در سازه هفت طبقه با ضخامتهای ۹ و ۲۰ میلیمتر ۶۲
- شکل (۲۳-۴) مقایسه حداکثر تغییر مکان مجموع، بین دو سازه پنج طبقه خمشی و بادبندی ۶۳
- شکل (۲۴-۴) مقایسه برش حداکثر طبقات، در سازه همگرا در حالت با و بدون بلندشدگی کف ستون ۶۴
- شکل (۲۵-۴) مقایسه برش پایه ، در حالت با و بدون بلندشدگی کف ستون ۶۴
- شکل (۲۶-۴) مقایسه برش پایه ، کف ستون های به ضخامت ۹ و ۲۰ میلیمتر ۶۵
- شکل (۲۷-۴) مقایسه برش پایه ، با کف ستون های به ضخامت ۲۰ میلیمتر و فیکس شده ۶۶
- شکل (۲۸-۴) مقایسه برش پایه ، بین دو سازه همگرا و خمشی ۶۶
- شکل (۲۹-۴) مقایسه برش پایه ، در سازه با کف ستون های به ضخامت ۹ میلیمتر و فیکس شده ۶۷
- شکل (۳۰-۴) مقایسه برش پایه ، در سازه فلزی سه طبقه خمشی ۶۷
- شکل (۳۱-۴) مقایسه نیروی محوری در سازه ۷ طبقه همگرا ۶۸
- شکل (۳۲-۴) مقایسه نیروی محوری در سازه ۵ طبقه همگرا ۶۹
- شکل (۳۳-۴) مقایسه نیروی محوری در سازه فولادی ۳ طبقه همگرا ۶۹
- شکل (۳۴-۴) مقایسه نیروی محوری در سازه ۷ طبقه همگرا ۷۰
- شکل (۳۵-۴) مقایسه نیروی محوری در سازه ۳ طبقه همگرا با ضخامت ۹ و ۲۰ میلیمتر ۷۱
- شکل (۳۶-۴) مقایسه نیروی محوری در سازه ۷ طبقه همگرا (مهاربند ضربدری) با ضخامت ۹ و ۲۰ میلیمتر ۷۱
- شکل (۳۷-۴) مقایسه نیروی محوری در سازه ۷ طبقه همگرا با ضخامت ۲۰ میلیمتر ۷۲
- شکل (۳۸-۴) مقایسه انرژی کرنشی در سازه فولادی همگرا ۷۴
- شکل (۳۹-۴) مقایسه انرژی کرنشی بین حالات با و بدون بلندشدگی در سازه فولادی همگرا ۷۴
- شکل (۴۰-۴) مقایسه انرژی کرنشی بین دوسازه فولادی با ضخامت ۹ و ۲۰ میلیمتر ۷۵

شکل (۴-۴۱) مقایسه انرژی کرنشی بین حالات با و بدون بلندشدگی ضخامت ۲۰ میلیمتر..... ۷۵

پیوست ۱

- شکل (پ-۱-۱) المان های محیط پیوسته..... ۸۰
- شکل (پ-۱-۲) انواع المان پیوسته ای (Shell)..... ۸۲
- شکل (پ-۱-۳) المان های خرپایی (Truss)..... ۸۳
- شکل (پ-۱-۴) نمایش قید Tie..... ۸۷
- شکل (پ-۱-۵) نمایش عملکرد قید Shell-to-Solid coupling..... ۸۸
- شکل (پ-۱-۶) المان Quad..... ۱۰۱
- شکل (پ-۱-۷) المان Quad-dominated..... ۱۰۱
- شکل (پ-۱-۸) المان Tri..... ۱۰۲
- شکل (پ-۱-۹) المان Hex..... ۱۰۲
- شکل (پ-۱-۱۰) المان Hex-dominated..... ۱۰۲
- شکل (پ-۱-۱۱) المان Tet..... ۱۰۳
- شکل (پ-۱-۱۲) مربوط به Wedge..... ۱۰۳
- شکل (پ-۱-۱۳) مش بندی مربوط به حالت Structured..... ۱۰۴

پیوست دوم

- شکل (پ-۲-۱) پلان طبقات سازه ۳ طبقه خمشی..... ۱۱۲
- شکل (پ-۲-۲) المان های سازه ۳ طبقه خمشی..... ۱۱۲
- شکل (پ-۲-۳) پلان طبقات سازه ۳ طبقه مهاربندی شده..... ۱۱۳
- شکل (پ-۲-۴) المان های سازه ۳ طبقه مهاربندی شده..... ۱۱۳
- شکل (پ-۲-۵) پلان طبقات سازه ۳ طبقه مهاربندی شده..... ۱۱۴
- شکل (پ-۲-۶) المان های سازه ۳ طبقه مهاربندی شده..... ۱۱۴
- شکل (پ-۲-۷) پلان طبقات سازه ۳ طبقه مهاربندی شده..... ۱۱۵
- شکل (پ-۲-۸) المان های سازه ۳ طبقه مهاربندی شده..... ۱۱۵
- شکل (پ-۲-۹) پلان طبقات سازه ۵ طبقه خمشی..... ۱۱۶

- شکل (پ-۲-۱۰) المان های سازه ۵ طبقه خمشی ۱۱۷
- شکل (پ-۲-۱۱) پلان طبقات سازه ۵ طبقه مهاربندی ۱۱۸
- شکل (پ-۲-۱۲) المان های سازه ۵ طبقه مهاربندی شده ۱۱۹
- شکل (پ-۲-۱۳) پلان طبقات سازه ۵ طبقه مهاربندی ۱۲۰
- شکل (پ-۲-۱۴) المان های سازه ۵ طبقه مهاربندی شده ۱۲۱
- شکل (پ-۲-۱۵) پلان طبقات سازه ۵ طبقه مهاربندی ۱۲۲
- شکل (پ-۲-۱۶) المان های سازه ۵ طبقه مهاربندی شده ۱۲۳
- شکل (پ-۲-۱۷) پلان طبقات سازه ۷ طبقه خمشی ۱۲۴
- شکل (پ-۲-۱۸) المان های سازه ۷ طبقه خمشی ۱۲۵
- شکل (پ-۲-۱۹) پلان طبقات سازه ۷ طبقه مهاربندی شده ۱۲۶
- شکل (پ-۲-۲۰) المان های سازه ۷ طبقه مهاربندی شده ۱۲۷
- شکل (پ-۲-۲۱) پلان طبقات سازه ۷ طبقه مهاربندی شده ۱۲۸
- شکل (پ-۲-۲۲) المان های سازه ۷ طبقه مهاربندی شده ۱۲۹
- شکل (پ-۲-۲۳) پلان طبقات سازه ۷ طبقه مهاربندی شده ۱۳۰
- شکل (پ-۲-۲۴) المان های سازه ۷ طبقه مهاربندی شده ۱۳۱

گفتار اول

● مقدمه

فهرست مطالب

● مقدمه

● اهداف پروژه

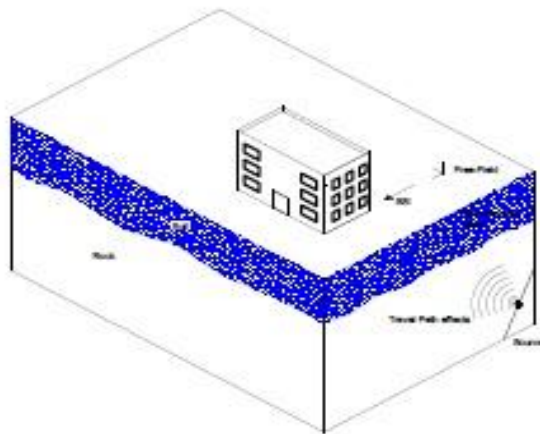
● رئیس مطالب پایان نامه



۱-۱- مقدمه

اندرکنش بین خاک و سازه از مهمترین مسائلی است که در طراحی لرزه ای مطرح می باشد و در سالهای اخیر توجه خاصی به این امر مبذول داشته شده است. در بسیاری از طراحی های معمول که بر اساس آئین نامه های موجود انجام می پذیرد فرض بر این است که پی صلب بوده و امکان جدا شدن آن از روی خاک وجود ندارد، این در حالی است که سختی خاک محدود بوده و امکان ایجاد حرکت گهواره ای در فونداسیون وجود دارد.

حرکت گهواره ای تأثیر بسزائی در پاسخ سازه های مقید در برابر بار جانبی دارد. حتی زمانی که واژگونی در سازه ای مطرح باشد به عنوان فاکتور تعیین کننده خواهد بود. اندرکنش سینماتیکی خاک و سازه، انعطاف پذیری شالوده و وجود میرایی تشعشعی می تواند منجر به کاهش نیروی زلزله اعمالی بر سازه به خصوص در محدوده سازه های با پرپود پایین شود. (FEMA ۴۴۰) [۱]



شکل (۱-۱) تصویر شماتیک SSI در ارزیابی مهندسی

در اکثر آئین نامه هایی که اقدام به بررسی اثر اندرکنش خاک و سازه کرده اند، برای در نظرگیری اندرکنش بین خاک و سازه به اصلاح پرپود نوسانی و نسبت میرایی سازه پرداخته اند. طبق طراحی لرزه ای بر اساس عملکرد سازه، که مستلزم استفاده از مدل های ساده و منحنی سیکلی بار - تغییر مکان برای المانهای مختلف سازه می باشد، استفاده از چنین روش های ساده ای در آئین نامه های گذشته برای در نظر گیری اثرات SSI را مجاز نمی داند. لذا ملزم به استفاده از مدل های فونداسیون با اهم مشخصات آن در رفتار بار - تغییر مکان می کند.

در سالهای اخیر آئین نامه ها چندین روش را برای لحاظ نمودن اثر انعطاف پذیری پی و کاهش سختی سیستم سازه و خاک با کاهش برش پایه و افزایش میزان حرکت جانبی سازه ارائه نموده اند FEMA ۴۵۰ [۲]. روش های ارائه شده در این آئین نامه ها مبتنی بر در نظر گرفتن اندرکنش کلی خاک و سازه بوده و در برگیرنده اثر حرکت گهواره ای (بلند شدن فونداسیون از روی خاک) و یا انهدام موضعی خاک زیر فونداسیون نمی باشد. بنابراین در روش های طراحی لرزه ای بر اساس آئین نامه های موجود FEMA ۲۷۴, FEMA ۲۷۵, [۳] ATC ۴۰ [۴] نیاز به مدل های صریحی از المانهای فونداسیون برای هر دو رفتار غیر خطی و خطی سازه می باشد. عموماً برای مدل کردن فونداسیون و خاک زیرین آن از مدل Winkler استفاده می شود که در این مدل پی توسط تیری که بر روی فونداسیون غیر خطی وینکلر (BNWF) قرار می گیرد، مدل می شود. علت استفاده از این روش سادگی و قابلیت آن در مدل کردن رفتار غیر خطی خاک می باشد. آنالیز سازه با در نظر گیری اندرکنش خاک و سازه، منجر به غیر خطی شدن آنالیز نمی شود در صورتی که حرکت گهواره ای خود باعث غیر خطی شدن آنالیز می شود و این در حالیست که در بسیاری از مطالعات قبلی بر روی حرکت گهواره ای فرض بر این بوده است که رفتار سازه الاستیک می باشد.

حرکت گهواره ای فونداسیون باعث بلند شدن فونداسیون در یک طرف و غیر خطی شدن خاک در طرف مقابل می شود و با غیر خطی شدن میزان جذب انرژی افزایش یافته و مقدار نیروها کاهش می یابد ولی در مقابل این امر تغییر شکل های ماندگاری چون دوران و نشست های دائمی نیز در سازه ایجاد می شود.

با توجه به اهمیت اندرکنش خاک - سازه - فونداسیون و اثرات حرکت گهواره ای روی رفتار غیر خطی سازه ها، و با توجه به اینکه مطالعات اندکی در این زمینه انجام گرفته است، تأثیر حرکت گهواره ای در رفتار غیر خطی بسیاری از سازه ها ناشناخته باقی مانده است، این مطالعه در صدد بررسی تأثیر حرکت گهواره ای انواع سازه های فولادی و اثرات آن بر روی پاسخ سازه ها می باشد.

۱-۱-۱- اهداف پروژه

در این مطالعه برای در نظر گرفتن تعداد طبقات و نوع سیستم باربر جانبی، ابتدا سازه هایی با تعداد طبقات ۳ و ۵ و ۷ با شکل پذیری متوسط با فرض دو حالت (۱) کف ستون صلب، (۲) کف ستون انعطاف

پذیر و ایجاد حرکت گهواره ای در نرم افزار ETABS [۵] طراحی شده اند و سپس در نرم افزار اجزا محدود ABAQUS [۶] آنالیز شده اند.

۱-۲-۱- رئوس مطالب پایان نامه

مطالب پایان نامه در ۵ فصل آورده شده است. در فصل اول به معرفی اندرکنش بین خاک - پی - سازه، اهمیت بررسی اثر حرکت گهواره ای روی رفتار غیر خطی سازه ها به صورت مختصر پرداخته شده است.

در فصل دوم به مرور مطالعات پیشین و کارهای انجام یافته در زمینه حرکت گهواره ای پرداخته شده است و برخی از کارهای انجام شده توسط محققین که جنبه های مختلفی از حرکت گهواره ای را در بر می گیرد با تفصیل بیشتری بیان شده است.

در فصل سوم به صحت سنجی و نحوه مدل سازی و نوع المان های مورد استفاده در نرم افزار اجزاء محدود آباکوس (ABAQUS) [۶] پرداخته شده است.

در فصل چهارم مدل‌هایی ارائه شده و بر روی این مدل ها آنالیز های دینامیکی انجام گرفته است. مطالعه به سه گروه تقسیم شده که عبارتند از:

مطالعه موردی شماره ۱: شامل آنالیز سازه های ۳ و ۵ و ۷ طبقه در حالت کف ستون های صلب.

مطالعه موردی شماره ۲: شامل آنالیز سازه های ۳ و ۵ و ۷ طبقه در حالت کف ستون های انعطاف پذیر و بررسی کلی اثر حرکت گهواره ای روی رفتار غیر خطی سازه ها.

مطالعه موردی شماره ۳: بررسی اثر تغییر ضخامت کف ستون در دو حال ذکر شده در بالا بر روی پاسخ سازه.

در فصل پنجم نتایج حاصل از آنالیز و تأثیر این حرکت گهواره ای روی پاسخ غیر خطی سازه های فولادی آورده شده است و در نهایت پیشنهاداتی برای بررسی اثر حرکت گهواره ای در زمینه های مختلف ارائه شده است.

گفتار دوم

• مروری بر کارهای انجام شده

فهرست مطالب

- مروری بر کارهای انجام یافته
- بررسی اثرات حرکت گهواره ای در آیین نامه FEMA ۴۵۰
- تخمین دوران سازه های گهواره ای در راهنمایی FEMA ۳۵۶

