پایان نامه کارشناسی ارشد –گرایش خاک وپی

عنوان پایان نامه

بررسی اثر مولفه قائم زلزله

در تحلیل فشار جانبی وارد بر دیوارهای حائل

استاد راهنما :

آقای دکتر محمود قضاوی

دانشجو :

معصومه فقیهی نیا

۸۸۰۰۸۹۴

زمستان ۱۳۹۰

بسم الله الرحمن الرحیم

K. N. Toosi University of Technology
Facultyof Civil Engineering
Department of Geotechnical Engineering

Investigation of Effect of Vertical Component of Earthquake on Lateral Earth Pressure on Retaining Walls

ThesisSubmitted in Partial Fulfillment of the
Requirements for the Degree of Master of Science (M.Sc.)
in Geotechnical Engineering

Supervisor:

Mahmoud Ghazavi

By:

Masoomeh Faghihinia

Winter 2012

Abstract

Computation of seismic earth pressures on retaining walls is an important task to consider the devastating effect of earthquake hazard. The well-known pseudo-static Mononobe-Okabe solution is widely used to compute the seismic earth pressure, which replaces dynamic effects of earthquake shakings with two pseudo static forces in horizontal and vertical direction. Alternatively, development of pseudo-dynamic approach is also used takes into account the dynamic influence of earthquake. This thesis develops an analytical solution for calculation of seismic active earth pressure due to granular backfill using the pseudo-dynamic approach, which considers the effect of time and phase difference due to P-wave propagating within the backfill. Based on the concept of Biot's theory of two-phase media, a simple model is analyzed to theoretically investigate the effects of saturation on seismic pressure and thrust on the wall. It's observed that incomplete saturation of near surface soils results in large seismic active thrust on the wall, which causes substantial amplification of P-waves but doesn't affect the propagation of S-waves.

Keywords: Retaining wall, seismic earth pressure, earthquake vertical component, incomplete saturation, pseudo-dynamic method.

تقدیم به

پدر و مادر مهربانم

که شمع وجودشان را چراغ راه زندگانیم کردند

و

همراه و مشوق همیشگی‌ام

مجتبی

تقدیر و تشکر

باسپاس و شکر برلطف حق، که راه نه چندان هموار، اما بس شیرین دانستن را بر من گشود و اسباب طی آن را بر من ارزانی داشت.

ازجناب آقای **دکتر محمود قضاوی**، استاد راهنمای گرامی به خاطر راهنمایی‌های ارزشمند و زحمات بی‌دریغشان که بی‌شک بدون وجود ایشان این مهم محقق نمی‌شد، کمال تشکر و قدردانی را دارم.

از اساتید محترم هیات داوران، جناب آقای **دکتر علی پاک و دکتر فرزین کلانتری** که اینجانب را از نظرات و راهنمایی‌های ارزشمندشان بی‌نصیب نگذاشتند و همچنین به خاطر قبول زحمت داوری، تقدیر و تشکر می‌نمایم.

چکیده

محاسبه فشار جانبی لرزه‌ای وارد بر دیوارهای حائل یکی از مسائل مهم در جلوگیری از آثار زیانبار زلزله به شمار می‌رود. روش شناخته شده شبه استاتیکی مونونوبه- اکابه به صورت گسترده‌ای برای محاسبه فشار جانبی لرزه‌ای به کار می‌رود. این روش اثر دینامیکی و گذرای ضربات زلزله را با دو نیروی شبه استاتیکی در جهت‌های افقی و قائم جایگزین می‌کند. روش شبه دینامیکی به عنوان یک جایگزین برای روش‌های شبه استاتیکی به منظور در نظر گرفتن اثر دینامیکی زلزله بسط داده شده و مورد استفاده قرار می‌گیرد. در این پایان نامه یک روش تحلیلی برای محاسبه فشار جانبی فعال لرزه‌ای ناشی از خاکریز دانه‌ای با استفاده از روش شبه دینامیکی ارائه شده است که تاثیر اختلاف فاز و زمان ناشی از انتشار امواج فشاری در خاکریز را در نظر می‌گیرد. در این روش بر اساس مفهوم تئوری بایوت در محیط دو بعدی یک مدل ساده برای ارزیابی تئوریک آثار درجه اشباع روی فشار لرزه‌ای و نیروی برآیند وارد بر دیوار مورد بحث قرار گرفته است. مطابق نتایج به دست آمده اشباع ناقص لایه‌های سطحی خاک، منجر به افزایش قابل توجه نیروی برآیند وارد بر دیوار ناشی از تقویت قابل توجه امواج فشاری می‌گردد اما تاثیری بر انتشار امواج برشی در خاکریز ندارد.

کلید واژه‌ها: دیوار حائل، فشار جانبی لرزه‌ای، شتاب قائم زلزله، غیر اشباع جزئی، روش شبه دینامیکی.

فهرست مطالب

فصل اول: مقدمه

۱-۱- مقدمه ۰

۱-۲- ضرورت تحقیق ۲

۱-۳- اهداف تحقیق ۳

۱-۴- قلمرو و محدودیت تحقیق ۳

۱-۵- ساختار پایان نامه ۴

فصل دوم: مروری بر کارهای گذشته

۲-۱- پیشگفتار ۶

۲-۲- روشهای شبه استاتیکی ۱۱

۲-۲-۱- روش مونونوبه- اکابه ۱۲

۲-۲-۲- توزیع فشار غیر خطی براساس معادلات پلاستیسیته ۱۵

۲-۲-۳- روش قضاوی و مشفق ۲۱

۲-۲-۴- روش قطعات افقی ۲۵

۲-۲-۴-۱- روش قطعات افقی در حالت فعال ۲۵

۲-۲-۴-۲- روش قطعات افقی در حالت مقاوم ۳۰

۲-۳- روشهای شبه دینامیکی ۳۵

۲-۳-۱- روش شبه دینامیکی استیدمن و زنگ ۳۶

۲-۳-۲- روش چودهاری و نیمبالکار ۴۰

۲-۴- جمع بندی و نتیجه گیری ۴۳

فصل سوم:

محاسبه نیروی برآیند شبه دینامیکی وارد بر دیوار حائل با در نظر گرفتن اثر درجه اشباع

۳-۱- پیشگفتار ۴۷

۳-۲- معادلات حاکم بر حرکت در محیط های متخلخل اشباع ۴۸

۳-۳- بررسی تحلیلی معادلات حاکم بر حرکت برای یک مدل خاک اشباع ۵۲

۳-۴- محاسبه نیروی جانبی لرزه ای با استفاده از معادلات حرکت یانگ و ساتو ۵۷

۳-۴-۱- روش گام به گام برای محاسبه P_{ae} ۶۰

۳-۵- توزیع فشار لرزه ای بر روی دیوار حائل ۶۱

۳-۶- ارتفاع نقطه اثر نیروی جانبی وارد بر دیوار ۶۱

۳-۷- بحث در مورد نتایج به دست آمده ۶۲

۳-۷-۱- اثر درجه اشباع بر سرعت موج فشاری ۶۴

۳-۷-۲- تاثیر درجه اشباع بر نیروی برآیند لرزه ای ۶۵

۳-۷-۳- تاثیر درجه اشباع بر توزیع فشار لرزه ای وارد بر دیوار ۷۲

۳-۷-۴- تاثیر درجه اشباع و فرکانس بر ارتفاع نقطه اثر نیروی برآیند لرزه ای ۷۴

۳-۷-۵- تاثیر درجه اشباع خاک و فرکانس بر ممان لرزه ای وارد بر دیوار ۷۶

۳-۶- خلاصه و نتیجه گیری ۷۹

فصل چهارم:

روش قطعات افقی با استفاده از شتاب هارمونیک سینوسی

۴-۱- پیشگفتار ۸۲

۴-۲- معادلات پایه ۸۳

۴-۲-۱- ارتفاع نقطه اثر نیروی برآیند دینامیکی ۸۷

۴-۲-۲- بررسی اثر تقویت ارتعاشات ۸۸

۴-۳- بحث در مورد نتایج به دست آمده ۸۹

۴-۳-۱- نیروی برآیند وارد بر دیوار ۹۰

۴-۳-۲- توزیع فشار در پشت دیوار حائل ۹۴

۴-۳-۳- ارتفاع نقطه اثر نیروی برآیند ۹۵
۴-۳-۴- لنگر واژگونی وارد بر پای دیوار ۹۷
۴-۳-۵- تقویت ارتعاشات ۹۹
۴-۴- خلاصه و نتیجه گیری ۱۰۱

فصل پنجم: روش قطعات افقی با در نظر گرفتن اثر درجه اشباع

۵-۱- پیشگفتار ۱۰۳
۵-۲-- معادلات پایه ۱۰۴
۵-۲-۱- ارتفاع نقطه اثر نیروی برآیند دینامیکی ۱۰۶
۵-۲-۲- بررسی اثر تقویت ارتعاشات ۱۰۷
۵-۳- بحث در مورد نتایج به دست آمده ۱۰۷
۵-۳-۱- نیروی برآیند وارد بر دیوار ۱۰۸
۵-۳-۲- توزیع فشار در پشت دیوار حائل ۱۱۱
۵-۳-۳- ارتفاع نقطه اثر نیروی وارد بر دیوار ۱۱۳
۵-۳-۴- ممان چرخشی ۱۱۵
۵-۳-۵- تقویت ارتعاشات ۱۱۷

فصل ششم: نتیجه گیری و پیشنهادات

۶-۱- جمع بندی ۱۲۰
۶-۲- نتیجه گیری ۱۲۱
۶-۳- پیشنهادات ۱۲۳

فهرست منابع ۱۲۴

فهرست اشکال

شکل۲-۱: نمودار درختی روش های تحلیل فشار وارد بر دیوار های حائل ۷

شکل۲-۲: نمودار درختی بعضی از روشهای محاسبه فشار در حالت لرزهای ۹

شکل ۲-۳: نیرو های موثر بر گوه گسیختگی در روش مونونوبه-اکابه ۱۳

شکل۲-۴: هندسه گوه گسیختگی ABC درحالت مقاوم ۱۶

شکل۲-۵: نیروی عکس العمل وارد بر سطوح منحنی شکل طبق معادلات کوتر برای حالت فعال و مقاوم ۱۶

شکل۲-۶: دیاگرام آزاد نیروهای وارد بر گوه گسیختگی ABC درحالت مقاوم ۱۸

شکل۲-۷: دیاگرام نیروهای وارد بر گوه گسیختگی ABC درحالت فعال ۲۰

شکل۲-۸: شکل دیوار و گوه لغزنده در نظر گرفته شده در تحلیل ۲۵

شکل۲-۹: نیروهای وارد بر المان افقی دیوار ۲۶

شکل۲-۱۰: چگونگی توزیع فشار جانبی و تغییرات توزیع فشار جانبی در برابر ضریب فشار جانبی خاک K ۲۸

شکل۲-۱۱: الف) مدل در نظر گرفته شده در تحلیل ب) دیاگرام آزاد نیروهای وارد بر قطعه ۳۰

شکل۲-۱۲: توزیع فشار مقاوم لرزه ای ۳۴

شکل۲-۱۳: مدل تحلیلی در نظرگرفته شده برای حرکت موج در معادلات استیدمن و زنگ ۳۶

شکل۲-۱۴: منحنی توزیع فشار جانبی بدست آمده در روش شبه دینامیکی استیدمن و زنگ ۳۸

شکل۲-۱۵: مقایسه نتایج آزمایش سانتریفوژ و روش شبه دینامیکی و روش مونوبه اکابه ۳۹

شکل ۲-۱۶: مدل تحلیلی در نظرگرفته شده برای حرکت موج در معادلات ۴۰

شکل۲-۱۷: مقایسه توزیع فشار جانبی پشت دیوار حائل در روش چودهاری و نیمبالکار با روش مونونوبه–اکابه ۴۲

شکل۲-۱۸: نحوه تغییر توزیع فشار پیشنهادی با روش شبه دینامیکی با افزایش شتاب زلزله ۴۲

شکل۳-۱: تغییرات مدول بالک با درجه اشباع ۵۱

شکل ۳-۲: مدل فیزیکی مورد استفاده یانگ و ساتو ۵۳

شکل۳-۳: هندسه دیوار و گوه گسیختگی در نظر گرفته شده ۵۸
شکل۳-۴: تغییرات سرعت موج فشاری با درجه اشباع ۶۴
شکل۳-۵: تاریخچه زمانی نیروی برآیند لرزه ای در درجه اشباع های مختلف ۶۶
شکل۳-۶: تغییرات نیروی فعال لرزه ای با فرکانس در درجه اشباع های مختلف ۶۷
شکل۳-۷: تاثیر ضریب نفوذپذیری بر نیروی فعال لرزه ای در درجه اشباع های مختلف ۶۸
شکل۳-۸: تغییرات نیروی فعال لرزه ای وارد بر دیوار بر حسب درجه اشباع برای فرکانس های مختلف ۶۹
شکل۳-۹: تغییرات نیروی فعال لرزه ای وارد بر دیوار بر حسب درجه اشباع برای انواع مختلف خاک ۷۰
شکل۳-۱۰: تغییرات نیروی جانبی لرزه ای وارد بر دیوار با درجه اشباع برای دیوارهای با ارتفاع مختلف ۷۱
شکل۳-۱۱: تغییرات نیروی جانبی لرزه ای وارد بر دیوار با درجه اشباع برای دیوارهای با زوایای اصطکاک مختلف ۷۲
شکل۳-۱۲: مقایسه توزیع فشار لرزه ای فعال وارد بر دیوار مطابق معادله (۳-۵۱) با روش مونونوبه- اکابه ۷۳
شکل۳-۱۳: مقایسه توزیع فشار لرزه ای فعال وارد بر دیوار مطابق معادله (۳-۵۱) با روش مونونوبه- اکابه ۷۴
شکل۳-۱۴: تغییرات ارتفاع نقطه اثر نیروی جانبی لرزه ای با درجه اشباع برای فرکانس های مختلف ۷۵
شکل۳-۱۵: تغییرات ارتفاع نقطه اثر نیروی جانبی لرزه ای با فرکانس برای درجه اشباع های مختلف ۷۶
شکل۳-۱۶: تغییرات ممان لرزه ای با درجه اشباع برای فرکانس های مختلف ۷۷
شکل۳-۱۷: تغییرات ممان لرزه ای با فرکانس برای درجه اشباع های مختلف ۷۸
شکل۳-۱۸: تغییرات ممان لرزه ای با فرکانس برای درجه اشباع های مختلف در فرکانسهای کمتر از ده هرتز ۷۹
شکل۴-۱: هندسه دیوار و گوه لغزنده در نظر گرفته شده در تحلیل ۸۴
شکل۴-۲:نیروهای وارد بر المان افقی دیوار ۸۴
شکل۴-۳: تغییرات نیروی برآیند وارد بر دیوار با زمان در فرکانس های مختلف ۹۰
شکل۴-۴: تغییرات ماکزیمم نیروی وارد بر دیوار با زاویه اصطکاک دیوار برای ضرایب فشار جانبی مختلف ۹۱
شکل۴-۵: تغییرات بیشینه نیروی وارد بر دیوار با فرکانس برای ضرایب فشار خاک و زبری دیوارهای مختلف ۹۴

شکل۴-۶: توزیع فشار وارد بر دیوار برای زاویه اصطکاک دیوار و ضرایب فشار جانبی مختلف ۹۵
شکل۴-۷: تغییرات ارتفاع نقطه اثر نیرو با زبری دیوار برای خاکهای با ضرایب فشار مختلف ۹۶
شکل۴-۸: تغییرات نقطه اثر نیرو با فرکانس برای ضرایب فشار خاک و زبری دیوارهای مختلف ۹۷
شکل۴-۹: تغییرات ممان خمشی با زبری دیوار با خاکهای با ضرایب فشار افقی مختلف ۹۸
شکل۴-۱۰: تغییرات ممان خمشی با فرکانس برای ضرایب فشار خاک و زبری دیوارهای مختلف ۹۹
شکل۴-۱۱: تغییرات نیروی برآیند وارد بر دیوار با ضریب بزرگنمایی ۱۰۰
شکل۴-۱۲: توزیع فشار وارد بر دیوار در ضرایب بزرگنمایی مختلف ۱۰۱
شکل۵-۱: تغییرات نیروی برآیند وارد بر دیوار با فرکانس در درجه اشباع های مختلف ۱۰۹
شکل۵-۲: تغییرات نیروی بیشینه وارد بر دیوار با درجه اشباع در فرکانس های مختلف ۱۱۰
شکل۵-۳: مقایسه توزیع فشار وارد بر دیوار در زاویه های اصطکاک دیوار مختلف با توزیع فشار مونونوبه- اکابه ۱۱۱
شکل۵-۴: مقایسه توزیع فشار وارد بر دیوار در درجه اشباع های مختلف با توزیع فشار مونونوبه- اکابه ۱۱۲
شکل۵-۵: مقایسه توزیع فشار وارد بر دیوار در درجه اشباع های مختلف در دو فرکانس ۵ و ۱۰ هرتز ۱۱۲
شکل۵-۶: تغییرات ارتفاع نقطه اثر نیروی وارد بر دیوار با درجه اشباع در فرکانس های مختلف ۱۱۴
شکل۵-۷: تغییرات ارتفاع نقطه اثر نیروی وارد بر دیوار با فرکانس در درجه اشباع های مختلف ۱۱۵
شکل۵-۸: تغییرات ممان خمشی وارد بر دیوار با درجه اشباع در فرکانس های مختلف ۱۱۶
شکل۵-۹: تغییرات ممان خمشی با فرکانس در درجه اشباع های مختلف ۱۱۷
شکل۵-۱۰: تغییرات نیروی برآیند وارد بر دیوار با ضریب تقویت ۱۱۸
شکل۵-۱۱: توزیع فشار وارد بر دیوار در ضرایب تقویت مختلف ۱۱۸

فهرست جداول

جدول۲-۱: مقایسه ارتفاع نقطه اثر نیروی منتجه بدست آمده از روشهای مختلف ۲۱

جدول ۲-۲: مقایسه نیروی جانبی لرزه ای محاسبه شده از روش قضاوی و مشفق (۲۰۱۱) و روشهای دیگر ۲۴

جدول ۲-۳: مقایسه نقطه اثر نیروی وارد بر دیوار محاسبه شده از روشهای مختلف ۲۴

جدول۲-۴ : مقادیر بحرانی زاویه صفحه گسیختگی نسبت به راستای افق ۳۲

جدول۲-۵: ضرایب فشار لرزه ای در حالت مقاوم ۳۳

جدول۲-۶: نقطه اعمال نیروی مقاوم لرزه ای ۳۵

جدول۳-۱: مشخصات در نظر گرفته شده در حل مسئله ۶۳

جدول۴-۱: مشخصات در نظر گرفته شده برای حل مسئله ۸۹

جدول۴-۲: تغییرات ماکزیمم نیروی وارد بر دیوار با زاویه اصطکاک دیوار برای ضرایب فشار جانبی مختلف ۹۲

جدول۴-۳: تغییرات نیروی برآیند وارد بر دیوار و زاویه سطح گسیختگی با افق با ضریب بزرگنمایی ۱۰۰

فصل اول

مقدمه

۱-۱-مقدمه

طراحی سازه‌هایی که با خاک اندرکنش دارند مانند دیوارهای حائل، سدهای خاکی، پایه پلها، پی‌ها و ... یکی از مهمترین مسایل مهندسی ژئوتکنیک است. در طرح و تحلیل این گونه سازه‌ها ممکن است شرایط پیچیده‌ای حاکم باشد که عدم وجود آگاهی کافی از این شرایط باعث عدم طراحی دقیق شود که یا عدم اطمینان حاکم می‌شود و یا افزایش هزینه را به دنبال دارد. از مهمترین این وضعیت‌ها زمانی است که بارهای دینامیکی به سازه وارد می‌شود. برای اجتناب از بروز مشکلات و افزایش هزینه‌ها و یا کاهش ضرایب اطمینان باید با دید علمی و مهندسی با این مسائل برخورد کرد تا این توانایی به وجود آید که در همه حالات یک طراحی بهینه به دست آید.

به دلیل مطرح شدن مسئله اندرکنش خاک-پی-سازه در پروژه‌های ذکر شده در بالا، شناخت دقیق رفتار خاک‌ها از اهمیت ویژه‌ایی برخوردار است. این رفتار تحت تاثیر میدان‌های استاتیکی نیروها و تنش‌ها از دیرباز مورد مطالعه بوده و اغلب موضوعات و مسائل این مبحث که تحت عنوان مکانیک خاک مطرح است، در حد قابل قبول و چشم‌گیری پیشرفت نموده و به‌صورت روشن تبیین گردیده است. به گونه‌ای که امروزه در بیشتر کتب و مراجع این موضوعات به صورت روش‌های کلاسیک طراحی و ارزیابی ارائه شده است. در رابطه با رفتار خاک‌ها و رفتار سازه‌هایی که با خاک در اندرکنش هستند، به دلیل پیچیدگی مسائل و گستردگی موضوعات علیرغم مطالعات، تحقیقات

و کارهای مختلفی که تا به حال صورت گرفته و به یقین دستاوردهای ارزشمند و راه‌گشایی نیز در برداشته، هنوز زمینه‌های بسط مطالعات، تبیین روش‌ها و گسترش تحقیقات به منظور طراحی دقیق‌تر و منطبق با رفتار واقعی خاک‌ها و سازه‌های خاکی کاملا احساس می‌شود و قطعا با مرور زمان شناخت و اطلاعات دقیق‌تری در این زمینه به دست خواهد آمد.

از سوی دیگر وقتی بارهای دینامیکی به سازه‌ها وارد می‌شود، ممکن است پایداری آن‌ها را به مخاطره بیاندازد. این بارهای دینامیکی که بر پی‌ها و سازه‌های خاکی اثر می‌کنند ممکن است در اثر عوامل مختلفی از قبیل زلزله، انفجار بمب، بارگذاری دینامیکی ناشی از چکش‌ها و ماشین آلات پیستونی، شمع کوب‌ها، ترافیک وسائل نقلیه سریع (مانند فرود و برخاست هواپیما)، باد و امواج دریا ایجاد گردند. طبیعت این بارها به طور کلی با یکدیگر متفاوت است، بنابراین تاثیرات متفاوتی را بر روی سازه‌ها می‌گذارند.

زلزله یکی از مهمترین منابع تولید بار دینامیکی می‌باشد و منظور از آن ارتعاشات زمین است که به وسیله امواج تنش تولید شده از یک منبع تحریک در داخل زمین ایجاد می‌شود. یک زلزله ممکن است به وسیله انفجارات آتش‌فشان و یا افزایش تغییر شکل در توده زمین ایجاد شود. در حالت اخیر هنگامی که امکان ذخیره انرژی در توده زمین به علت افزایش تغییر شکل‌ها میسر نباشد این انرژی رها شده، لغزش و شکست در توده زمین اتفاق می‌افتد. وقوع هر زلزله به همراه رها شدن میزان معینی انرژی خواهد بود که بسته به شدت آن ممکن است بزرگی زلزله کم یا زیاد باشد. زلزله باعث به وجود آمدن حرکاتی در جهات قائم و افقی می‌شود، بنابراین شتاب حرکتی زلزله اغلب در سه جهت اندازه‌گیری می‌شود که یک جهت قائم و دو جهت افقی می‌باشد. جهات افقی در جهات جغرافیایی مانند شمال – جنوب و غرب – شرق می‌باشد. زلزله از مهمترین پدیده‌های طبیعی است که بشر همواره با آن در ارتباط بوده و تلاش زیادی را در جهت شناخت کامل این پدیده انجام داده است. بنابراین باید سازه‌ها برای تحمل بار زلزله طراحی شوند تا بتوانند در مواقع بحرانی زلزله پایداری خود را حفظ کنند.

۱-۲-ضرورت تحقیق

با توجه به آثار مخرب زلزله بر سازه‌ها، پژوهش‌های بسیاری در مورد شناخت رفتار سازه‌ها در هنگام بارگذاری زلزله صورت گرفته است. اما به دلیل بیشتر بودن شتاب افقی زلزله از شتاب قائم آن، بیشتر این پژوهش‌ها تنها با در نظر گرفتن شتاب افقی زلزله انجام شده است. از طرف دیگر از آنجایی که سازه‌ها برای تحمل بارهای قائم طراحی می‌شوند در نتیجه اکثر آیین‌نامه‌ها از اثر شتاب قائم در طراحی‌ها صرف‌نظر می‌کنند. در مورد شتاب قائم زلزله باید به این نکته اشاره کرد که آیین‌نامه‌های مختلف زلزله در مورد آن به شکل محافظه‌کارانه عمل می‌کنند و هیچ رابطه مشخصی برای طراحی سازه‌ها در مقابل آن ارائه نمی‌دهند. بر اساس نظر جی[۱] و پک[۲] (۱۹۹۶) مسئله شتاب قائم زلزله به طور کامل تبیین نشده است [۲]. اما با توجه به تحقیقات پاپازوگلو[۳] و الناشی[۴] (۱۹۹۶) در زلزله‌هایی که اخیرا صورت گرفته مانند زلزله کوبه[۵] در سال ۱۹۹۵ در ژاپن، زلزله نورتریج[۶] و همچنین زلزله بم در سال ۲۰۰۳ در ایران شواهدی به دست آمده که نشان می‌دهد حرکت‌های قائم زمین نیز می‌تواند بر خرابی وسیع سازه موثر باشد [۳].

بر اساس اطلاعات ثبت شده در زلزله ۱۹۹۵ کوبه ژاپن شتاب قائم زلزله در سطح زمین حدود ۰/۶g می‌باشد، در حالی‌که شتاب افقی در دو جهت مقدار ۰/۳g و ۰/۳۵g را دارا می‌باشد [۴]. همچنین می‌توان به زلزله سال ۲۰۰۳ بم که مقدار شتاب در جهت قائم ۱/۰۱g و در دو جهت افقی ۰/۸۲g و ۰/۶۵g بوده است و زلزله کریس‌چرچ[۷] در فوریه سال ۲۰۱۱ که در آن ماکزیمم شتاب افقی ۱/۷g در مقابل شتاب قائم ۲/۲g بوده است اشاره کرد.

1 Ji
2 Pak
3 Papazoglou
4 Elnashi
5 Kobe
6 Northridge
7 Christchurch

توجه به نکات ذکر شده اهمیت شناخت شتاب قائم زلزله را برای بررسی عملکرد آن روی سازه‌های مختلف روشن می‌کند.

۱-۳-اهداف تحقیق

هدف از تهیه این مجموعه، بررسی رفتار لرزه‌ای دیوار حائل با در نظر گرفتن تاثیر مولفه قائم زلزله می‌باشد که این مهم در تحلیل‌ها کمتر در نظر گرفته شده است و در بسیاری از آیین نامه‌های دنیا فراموش و صرف نظر شده است. همچنین در محاسبه فشار و نیروی لرزه‌ای وارد بر دیوار مشخصات کاملی از خاک و نیروی زلزله در نظر گرفته می‌شود که منجر به بررسی دقیق‌تر رفتار لرزه‌ای دیوار حائل می‌شود. همچنین اثر درجه اشباع خاک به عنوان یکی از ویژگی‌های مهم آن که می‌تواند بر تغییر شکل خاک و به تبع آن بر توزیع فشار و نیروی برآیند وارد بر دیوار تاثیر داشته باشد بررسی شده است.

۱-۴-قلمرو و محدودیت تحقیق

روش اصلی به کار رفته در این مجموعه برای به دست آوردن نیروی برآیند و توزیع فشار وارد بر دیوار روش تعادل حدی است که در آن فرضیات کولمب و مونونوبه- اکابه حاکم می‌باشد. اساس کارهای انجام شده ارائه یک روش تحلیلی بر اساس نوشتن معادلات دیفرانسیل وارد بر یک قطعه افقی از المان خاک است و علاوه بر این یک روش دیگر با استفاده از معادلات پلاستیسیته برای به‌دست آوردن نیروی برآیند وارد بر دیوار در حالت شبه دینامیکی ارائه شده است.

در همه‌ی تحلیل‌های انجام شده در این پایان نامه خاکریز از نوع دانه‌ای و فاقد چسبندگی می‌باشد. باید به این مسئله توجه داشت که استفاده از خاک‌های دانه‌ای به عنوان خاکریز در ساخت و اجرای دیوارهای حائل به دلیل خواص مطلوب این نوع مصالح از قبیل مقاومت برشی و قابلیت

تراکم بالا، نشست و زهکشی مناسب امریست معمول و رایج. بنابراین فرض غیرچسبنده بودن مصالح خاکی در روش‌های تحلیل به دلیل تطبیق با واقعیت دارای اشکال نمی‌باشد.

فرض اساسی دیگر در تحلیل‌ها این است که نفوذپذیری در نظر گرفته شده برای مصالح خاکی در حدی است که در اثر بارگذاری زلزله فشار آب منفذی اضافی به سرعت محو شود و امکان وقوع روانگرایی در خاکریز وجود نداشته باشد.

به منظور ساده سازی، دیوار حائل و گوه لغزنده پشت دیوار صلب در نظر گرفته شده و فرضیات ساده کننده هندسی و رفتاری مصالح و بارگذاری نظیر بی تاثیر بودن وقوع زلزله بر پارامترهای خاک نظیر زاویه اصطکاک داخلی و وزن مخصوص خاکریز در تحلیل‌ها اعمال شده است. همچنین در همه تحلیل‌ها سطح گسیختگی به صورت خطی فرض گردیده است.

۱-۵-ساختار پایان نامه

مجموعه حاضر در هفت فصل به شرح زیر تنظیم گردیده است:

فصل اول به مقدمات و توضیح اهداف و ضرورت تهیه این مجموعه اختصاص یافته است.

در فصل دوم خلاصه‌ایی از کارهای انجام شده توسط محققان قبلی آورده شده است.

فصل سوم به محاسبه نیروی فعال لرزه‌ای وارد بر دیوار حائل با استفاده از معادلات حرکت زمین در اثر لرزش قائم زلزله و با در نظر گرفتن اثر درجه اشباع خاک می‌پردازد.

فصل چهارم به محاسبه توزیع فشار و نیروی برآیند فعال شبه دینامیکی وارد بر دیوار حائل با استفاده از روش قطعات افقی و با در نظر گرفتن شتاب هارمونیک سینوسی اختصاص یافته است.

در فصل پنجم با استفاده از شتاب شبه دینامیکی به دست آمده از معادلات حرکت زمین که اثر غیر اشباع بودن خاک را در نظر می‌گیرد و با روندی مشابه روش قطعات افقی به محاسبه توزیع فشار و نیروی برآیند وارد بر دیوار حائل پرداخته شده است.

فصل ششم به جمع بندی و نتیجه‌گیری مسائل مطرح شده و پیشنهادات برای ادامه کار در پژوهش‌های آتی اختصاص یافته است.