





دانشگاه گیلان

پردیس بین الملل دانشگاه گیلان

پایان نامه کارشناسی ارشد

مطالعه عددی رفتار لرزه ای دیوار های حائل سپری

از

مرجان حاج جعفری قدیمی

استاد راهنما:

دکتر رضا جمشیدی چناری

شهریور ۱۳۹۰

تقدیم

به پدر و مادرم که در تمامی مراحل زندگی حامی من می باشند و
به همسرم که در تمامی لحظات رفیق راه می باشد و
به دختر نازنینیم که وجودش مایه دلگرمی من می باشد.

تقدیر و تشکر

خداوند تبارک و تعالی را سپاس می گویم که با عنایت او توفیق جمع آوری و تنظیم این مجموعه را یافتیم. وظیفه خود می دانم از تمامی عزیزانی که در طی انجام این پایان نامه از یاری و حمایتشان برخوردار شدم، سپاس گذاری و قدردانی نمایم و برای ایشان آرزوی سعادت و پیروزی می نمایم. در ابتدا از استاد راهنمای ارجمندم جناب آقای دکتر رضا جمشیدی چناری که با راهنمایی های ارزشمند و سازنده خود و با سعه صدر و شکیبایی در پیشبرد این پایان نامه کمک فراوانی مبذول داشتند، کمال تشکر را دارم. از اساتید گرامی جناب آقای جناب آقای دکتر مهدی ویس کرمی و دکتر علی قربانی که زحمت بازخوانی و داوری این مجموعه را به قبول فرمودند، صمیمانه تشکر و قدردانی می نمایم. از کلیه اساتید محترم گروه عمران دانشکده فنی دانشگاه گیلان که در دوران تحصیل از محضرشان کسب دانش و معرفت نموده ام تشکر و قدر دانی می نمایم. از همسر و دختر عزیزم که همواره همراه و یاورم بوده اند نهایت سپاس گذاری را دارم. و در نهایت از کلیه دوستان و عزیزانی که در این مدت سبب دلگرمی اینجانب بوده اند، تشکر می نمایم.

مطالعه عددی رفتار لرزه ای دیوار های حائل سپری

مرجان حاج جعفری قدیمی

دیوار های حائل سپری به عنوان عناصر نگهدارنده خاک دارای کاربرد های متنوعی اعم از تثبیت شیب جاده ها، حفاظت از سواحل در برابر فرسایش، کنترل گسترش جانبی در نواحی مستعد روانگرایی، پایدار سازی ترانشه های قائم و حفاظت از گود برداری ها می باشند. این نوع سازه های حائل به عنوان عناصر انعطاف پذیر دارای رفتار بار- تغییر شکل خاص خود می باشند و عملاً" به دلیل ضخامت اندکی که دارند در اثر فشار جانبی خاک می توانند تغییر شکل جانبی زیادی از خود نشان دهند که البته میزان جابجایی جانبی آنها تابع طول گیرداری و همچنین مشخصات خاک پشت آنها می باشد. روشهای تحلیل پایداری سازه های ژئوتکنیکی به طور کلی به سه دسته تقسیم می گردند که عبارتند از : روش حل بسته، روش های ساده و روش های عددی.

در این مقاله به بررسی روش های مختلف بررسی پایداری دینامیکی دیوار های حائل سپری و محاسبه فشار جانبی خاک اعم از تئوری مونونوبه - اوکابه که به عنوان روش تعادل حدی در دسته روش های ساده قرار می گیرند و روش تئوری اجزاء محدود که به عنوان روش های عددی تلقی می گردند، پرداخته می شود و توانایی هر یک از روش ها در تخمین فشار جانبی پشت سپری ها در شرایط دینامیکی و لرزه ای با یکدیگر مقایسه می گردند.

فهرست مطالب

| | |
|---|--------------------|
| ب | تقدیم..... |
| پ | تقدیر و تشکر..... |
| ت | فهرست مطالب..... |
| خ | فهرست شکل ها..... |
| ز | فهرست جدول ها..... |
| ژ | چکیده فارسی..... |
| س | چکیده انگلیسی..... |

فصل ۱: مقدمه ۱

| | |
|---|---|
| ۲ | ۱-۱ مقدمه..... |
| ۳ | ۲-۱ شرح و بیان مساله..... |
| ۴ | ۳-۱ چگونگی انجام تحقیق..... |
| ۴ | ۴-۱ ساختار پایان نامه..... |
| ۵ | ۵-۱ نمونه ای از گسیختگی دیوار های حائل..... |

فصل ۲: کلیات دیوار های حائل..... ۷

| | |
|----|---|
| ۸ | ۱-۲ مقدمه..... |
| ۸ | ۲-۲ انواع دیوار های حائل..... |
| ۹ | ۳-۲ گسیختگی دیوارها..... |
| ۱۳ | ۴-۲ دیوارهای انعطاف پذیر گیردار..... |
| ۱۳ | ۱-۴-۲ انواع و کاربردها..... |
| ۱۴ | ۲-۴-۲ دیوار های حائل سپری..... |
| ۱۵ | ۱-۲-۴-۲ دیوارهای حائل سپری طره ای..... |
| ۱۵ | ۲-۲-۴-۲ دیوارهای حائل سپری مهارى..... |
| ۱۶ | ۳-۲-۴-۲ انواع مهار های دیوار های حائل سپری..... |

۳-۴-۲ دیوار ساحلی.....۱۷

۴-۴-۲ دیوار های با مهارها و تکیه گاه های متعدد.....۱۹

فصل ۳: مروری بر تئوری های فشار جانبی خاک.....۲۱

۱-۳ مقدمه.....۲۲

۲-۳ فشارهای استاتیکی زمین.....۲۳

۱-۲-۳ تئوری کولمب.....۲۴

۲-۲-۳ تئوری رانکین.....۲۷

۳-۲-۳ روش اسپیرال لگاریتمی.....۲۹

۴-۲-۳ روش خطوط لغزشی.....۳۱

۵-۲-۳ روش های تحلیل حدی.....۳۳

۱-۵-۲-۳ روش حد بالا.....۳۳

۲-۵-۲-۳ روش حد پایین.....۳۷

۶-۲-۳ مقایسه روش های مختلف استاتیکی.....۳۹

۳-۳ فشار های لرزه ای دیوار های حائل.....۴۲

۱-۳-۳ تئوری مونونوبه - اوکابه.....۴۲

۲-۳-۳ روش های تحلیل حدی.....۴۹

۱-۲-۳-۳ روش حد بالا.....۴۹

۲-۲-۳-۳ روش حد پایین.....۵۵

۳-۳-۳ مقایسه روش های مختلف دینامیکی.....۵۷

۴-۳ روش های شبه دینامیکی.....۶۰

۵-۳ تحلیل دینامیکی با استفاده از روش های عددی.....۶۳

۶-۳ جمع بندی پژوهش های پیشین.....۶۳

فصل ۴: مطالعه موردی دیوار حائل سپری.....۶۷

۱-۴ مقدمه.....۶۸

| | |
|---------|--|
| ۶۸..... | ۲-۴ بررسی مقاله Callisto,Soccodate (۲۰۱۰)..... |
| ۶۸..... | ۱-۲-۴ مشخصات و مدل رفتاری خاک..... |
| ۶۹..... | ۲-۲-۴ ورودی زلزله..... |
| ۷۰..... | ۳-۲-۴ مدل تفاضل محدود..... |
| ۷۱..... | ۴-۲-۴ مشخصات دیوار حایل سپری..... |

فصل ۵: روش های تحلیل عددی، آشنایی با نرم افزار های PLAXIS و FLAC.....

| | |
|---------|---|
| ۷۳..... | ۱-۵ مقدمه..... |
| ۷۴..... | ۲-۵ معرفی نرم افزار PLAXIS..... |
| ۷۴..... | ۱-۲-۵ ورودی برنامه..... |
| ۷۷..... | ۲-۱-۲-۵ المان ها..... |
| ۷۷..... | ۲-۱-۲-۵ اطلاعات رفتاری مصالح خاکی..... |
| ۷۸..... | ۳-۱-۲-۵ اطلاعات رفتاری مصالح صفحه ای..... |
| ۸۱..... | ۴-۱-۲-۵ منوی Loads..... |
| ۸۵..... | ۲-۲-۵ برنامه محاسبات..... |
| ۸۷..... | ۳-۲-۵ برنامه خروجی..... |
| ۸۸..... | ۴-۲-۵ برنامه رسم منحنی..... |
| ۸۹..... | ۵-۲-۵ تحلیل دینامیکی PLAXIS..... |
| ۸۹..... | ۱-۵-۲-۵ انواع تحلیل های دینامیکی..... |
| ۸۹..... | ۲-۵-۲-۵ بارها و شرایط مرزی..... |
| ۹۱..... | ۵-۲-۵-۲-۵ زمین لرزه ها..... |
| ۹۲..... | ۳-۵-۲-۵ پارامترهای مدل..... |
| ۹۲..... | ۱-۳-۵-۲-۵ سرعت امواج V_p و V_s |
| ۹۳..... | ۲-۳-۵-۲-۵ تعیین ضرایب میرایی رایلی..... |
| ۹۴..... | ۶-۲-۵ معادله اصلی رفتار دینامیکی..... |
| ۹۴..... | ۱-۶-۲-۵ سرعت امواج..... |

| | |
|-----|---|
| ۹۶ | ۳-۵ معرفی نرم افزار FLAC |
| ۹۶ | ۱-۳-۵ تشریح مفاهیم و عبارات |
| ۹۶ | ۵-۳-۱ روش تفاضل محدود |
| ۹۷ | ۵-۳-۱-۲ روش صریح |
| ۹۹ | ۵-۳-۱-۳ آنالیز لاگرانژی |
| ۹۹ | ۵-۳-۱-۴ آنالیز پلاستیک |
| ۱۰۰ | ۵-۳-۲ روابط آنالیز عددی |
| ۱۰۰ | ۵-۳-۱-۲ المان بندی |
| ۱۰۱ | ۵-۳-۲-۲ معادلات تفاضل محدود |
| ۱۰۱ | ۵-۳-۲-۳ روند آنالیز در برنامه $FLAC^{2D}$ |
| ۱۰۳ | ۵-۳-۳ آنالیز تراوش و در نظر گرفتن اثر متقابل مکانیک سیال |
| ۱۰۴ | ۵-۳-۴ تحلیل دینامیکی در FLAC |
| ۱۰۴ | ۵-۳-۴-۱ ویژگی های روش معادل خطی |
| ۱۰۶ | ۵-۳-۴-۲ ویژگی های روش غیر خطی کامل |
| ۱۰۸ | ۵-۴-۴ ملاحظات مدل سازی دینامیکی |
| ۱۰۹ | ۵-۴-۲ شرایط مرزی و بارگذاری دینامیکی |
| ۱۱۰ | ۵-۴-۲-۱ مرزهای آرام (جاذب) |
| ۱۱۲ | ۵-۴-۲-۲ مرزهای میدان-آزاد |
| ۱۱۳ | ۵-۴-۲-۳ اعمال محرک ورودی دینامیکی |
| ۱۱۴ | ۶.۲.۴ تحلیل برگشتی و انتخاب شرایط مرزی دینامیکی [Dawson و Meija (۲۰۰۶)] |
| ۱۱۶ | ۵-۴-۲-۴-۱ آنالیز برگشتی برای یک پی صلب |
| ۱۱۷ | ۵-۴-۲-۴-۲ آنالیز برگشتی برای یک پی انعطاف پذیر |
| ۱۲۰ | ۵-۴-۳ میرایی مکانیکی |
| ۱۲۲ | ۵-۴-۴ انتشار امواج |
| ۱۲۴ | فصل ۶ : مدل سازی عددی |

| | |
|----------|---|
| ۱۲۵..... | ۱-۶ مقدمه..... |
| ۱۲۵..... | ۲-۶ مدل سازی عددی PLAXIS..... |
| ۱۲۷..... | ۱-۲-۶ نتایج تحلیل..... |
| ۱۳۳..... | ۲-۲-۶ نقطه اثر نیروی وارد به دیوار..... |
| ۱۳۴..... | ۳-۶ مدل سازی عددی FLAC..... |
| ۱۳۴..... | ۱-۳-۶ تحلیل پارامتریک..... |
| ۱۳۸..... | ۲-۳-۶ نتایج تحلیل..... |
| ۱۳۹..... | ۱-۲-۳-۶ تغییر شکل افقی دیوار حائل سپری..... |
| ۱۴۱..... | ۲-۲-۳-۶ ممان خمشی دیوار حائل سپری..... |
| ۱۴۴..... | ۳-۲-۳-۶ فشار جانبی دیوار حائل سپری..... |
| ۱۴۹..... | فصل ۷: نتیجه گیری، محدودیت و پیشنهاد..... |
| ۱۵۰..... | ۱-۷ نتیجه گیری..... |
| ۱۵۲..... | ۲-۷ پیشنهاد های تحقیق های آینده..... |
| ۱۵۲..... | ۳-۷ محدودیت ها..... |
| ۱۵۳..... | مراجع..... |

فهرست اشکال

- شکل ۱-۱: خرابی دیوار و جاده در اثر زلزله Mid-Nigata ژاپن به بزرگی ۶.۸ ریشتر در ۵ دسامبر ۲۰۰۴..... ۵
- شکل ۱-۲: نمونه خرابی دیوار و جاده در اثر زلزله السالوادور در ژانویه ۲۰۰۱..... ۵
- شکل ۱-۳: نمونه خرابی دیوار و ریل راه آهن در اثر زلزله نیگاتای ژاپن در ۲۰۰۱..... ۶
- شکل ۱-۴: نمونه خرابی دیوار حائل مسلح و جاده در اثر زمین لغزش در کره جنوبی در ژوئیه ۲۰۰۴..... ۶
- شکل ۱-۲: انواع معمول سازه های حائل زمین..... ۸
- شکل ۲-۲: نمونه های پایداری کلی سازه های حائل..... ۱۰
- شکل ۲-۳: نمونه های گسیختگی دیوار های وزنی..... ۱۱
- شکل ۲-۴: نمونه های گسیختگی قائم دیوار های انعطاف پذیر..... ۱۱
- شکل ۲-۵: نمونه های گسیختگی چرخشی دیوار های انعطاف پذیر..... ۱۲
- شکل ۲-۶: نمونه های گسیختگی سازه ای دیوار های حائل..... ۱۲
- شکل ۲-۷: نمونه های گسیختگی همراه با کشش در مهار ها..... ۱۳
- شکل ۲-۸: مقاطع دیوار های حائل سپری: الف) بتن پیش تنیده ب) فلزی..... ۱۵
- شکل ۲-۹: نمونه هایی از دیوار های حائل سپری مهاردار..... ۱۷
- شکل ۲-۱۰: نمونه ای از دیافراگم های بتنی پیش تنیده..... ۱۸
- شکل ۲-۱۱: انواع معمول سپر های فولادی سنگین..... ۱۹
- شکل ۲-۱۲: انواع معمول سپر های فولادی سبک..... ۱۹
- شکل ۲-۱۳: انواع معمول چوبی..... ۲۰
- شکل ۲-۱۴: انواع معمول سپر های بتنی..... ۲۰
- شکل ۳-۱: نماد ها و یکاهای مورد استفاده در تحلیل..... ۲۳
- شکل ۳-۲: ضرایب فعال و غیر فعال کولمب برای یک دیوار قائم با خاکریز افقی..... ۲۶
- شکل ۳-۳: سطح گسیختگی مستوی بحرانی برای یک دیوار قائم با خاکریز افقی..... ۲۶
- شکل ۳-۴: ضرایب فعال و غیر فعال رانکین..... ۲۸
- شکل ۳-۵: سطوح گسیختگی بحرانی اسپیرال لگاریتمی..... ۳۰
- شکل ۳-۶: ضرایب فشار فعال و غیر فعال برای یک دیوار قائم با خاکریز افقی..... ۳۱
- شکل ۳-۷: ضرایب فشار فعال و غیر فعال برای یک دیوار قائم با خاکریز افقی با روش خطوط لغزش..... ۳۳

- شکل ۳-۸: مکانیسم گسیختگی لگاریتم ساندویچ تحلیل حدی فشار جانبی.....۳۴
- شکل ۳-۹: ضرایب فشار فعال و غیر فعال برای یک دیوار قائم با خاکریز افقی۳۷
- شکل ۳-۱۰: ضرایب فشار فعال و غیر فعال یک دیوار قائم با خاکریز افقی۳۹
- شکل ۳-۱۱: مقایسه ضرایب فشار فعال با استفاده از روش های مختلف برای یک دیوار با $\delta = 0$۴۰
- شکل ۳-۱۲: مقایسه ضرایب فشار فعال با استفاده از روش های مختلف برای یک دیوار با $\delta = \Phi$۴۰
- شکل ۳-۱۳: مقایسه ضرایب فشار غیر فعال با استفاده از روش های مختلف برای یک دیوار با $\delta = 0$۴۱
- شکل ۳-۱۴: مقایسه ضرایب فشار غیر فعال با استفاده از روش های مختلف برای یک دیوار با $\delta = \Phi$۴۱
- شکل ۳-۱۵: ضرایب فشار لرزه ای شرایط فعال روش مونونوبه-اوکابه.....۴۵
- شکل ۳-۱۶: سطوح بحرانی گسیختگی شرایط فعال روش مونونوبه-اوکابه۴۶
- شکل ۳-۱۷: ضرایب فشار لرزه ای شرایط غیر فعال روش مونونوبه-اوکابه۴۷
- شکل ۳-۱۸: سطوح بحرانی گسیختگی شرایط غیر فعال روش مونونوبه-اوکابه۴۸
- شکل ۳-۱۹: ضرایب فشار زمین در شرایط فعال برای دیوار قائم با خاکریز افقی.....۵۱
- شکل ۳-۲۰: ضرایب فشار زمین در شرایط غیر فعال برای دیوار قائم با خاکریز افقی.....۵۲
- شکل ۳-۲۱: ضرایب فشار غیر فعال روش حد پایین.....۵۶
- شکل ۳-۲۲: مقایسه ضرایب فشار دینامیکی فعال یک دیوار قائم با خاکریز افقی.....۵۸
- شکل ۳-۲۳: مقایسه ضرایب فشار دینامیکی غیر فعال یک دیوار قائم با خاکریز افقی.....۶۰
- شکل ۴-۱: منحنی ضریب میرایی - کرنش برشی.....۶۹
- شکل ۴-۲: تاریخچه زمانی شتاب و طیف فوریه برای دو زلزله ورودی.....۷۰
- شکل ۵-۱: پنجره اصلی برنامه ورودی۷۵
- شکل ۵-۲: پنجره تنظیمات عمومی۷۵
- شکل ۵-۳: پنجره تنظیمات عمومی.....۷۶
- شکل ۵-۴: نمایش تنش های وارد بر یک المان بر اساس مختصات دکارتی.....۷۶
- شکل ۵-۵: مکان گره ها و نقاط تنش لمان های ۱۵ گره ای و ۶ گره ای.....۷۷
- شکل ۵-۶: پنجره تنظیمات خاک و مصالح سطح مشترک.....۷۸
- شکل ۵-۷: پنجره تنظیمات صفحات.....۷۹
- شکل ۵-۸: پنجره تنظیمات خاک و سطوح مشترک.....۸۰

- شکل ۵-۹: منوی ورود بارگذاری و شرایط تکیه گاهی..... ۸۱
- شکل ۵-۱۰: منوی ورود بارگذاری و شرایط ورودی جابه جایی های معین شده..... ۸۲
- شکل ۵-۱۱: المان بندی مثلثی با ریزتر کردن المان در المان های خطی..... ۸۳
- شکل ۵-۱۲: پنجره فشار آب ایجاد شده..... ۸۴
- شکل ۵-۱۳: پنجره تنش های عمومی (K_0)..... ۸۵
- شکل ۵-۱۴: پنجره اصلی برنامه محاسبات..... ۸۶
- شکل ۵-۱۵: نمایش پنجره خروجی..... ۸۷
- شکل ۵-۱۶: نمایش پنجره تعیین منحنی..... ۸۸
- شکل ۵-۱۷: روند انجام محاسبات در FLAC..... ۹۸
- شکل ۵-۱۸: (الف) المان های چهارضلعی (ب) المان های مثلثی (پ) بردار نیروی گره ای..... ۱۰۰
- شکل ۵-۱۹: منحنی ضریب کاهش مدول برشی و نسبت میرایی در برابر کرنش..... ۱۰۵
- شکل ۵-۲۰: سیکل تنش- کرنش برشی در مدل رفتاری مور - کولمب..... ۱۰۷
- شکل ۵-۲۱: منحنی های مدول برشی و نسبت میرایی در برابر کرنش سیکلی در مدل الاستو پلاستیک مور - کولمب..... ۱۰۸
- شکل ۵-۲۲: انواع مختلف شرایط بارگذاری و بارگذاری دینامیکی موجود در FLAC..... ۱۱۱
- شکل ۵-۲۳: مدل در نظر گرفته شده برای آنالیز دینامیکی سازه های سطحی و شبکه المان های میدان - آزاد..... ۱۱۲
- شکل ۵-۲۴: جنبش ورودی به FLAC..... ۱۱۴
- شکل ۵-۲۵: خصوصیات لایه های مختلف برای آنالیز با برنامه SHAKE..... ۱۱۵
- شکل ۵-۲۶: روند آنالیز برگشتی برای پی صلب..... ۱۱۷
- شکل ۵-۲۷: روند آنالیز برگشتی برای پی انعطاف پذیر..... ۱۱۸
- شکل ۵-۲۸: روند آنالیز برگشتی برای پی انعطاف پذیر برای یک حالت معمول..... ۱۱۹
- شکل ۵-۲۹: روند آنالیز برگشتی برای پی انعطاف پذیر برای دیگر حالت معمول..... ۱۲۰
- شکل ۵-۳۰: تغییرات نسبت میرایی بحرانی نرمال شده در برابر فرکانس زاویه ای..... ۱۲۲
- شکل ۶-۱: نمایش نیرو ها در گوه گسیختگی..... ۱۲۸
- شکل ۶-۲: مدل ساخته شده در نرم افزار PLAXIS به همراه مش بندی اعمالی..... ۱۲۸
- شکل ۶-۳: لنگر خمشی در ارتفاع دیوار حاصل از تحلیل اجزاء محدود شبه استاتیکی..... ۱۲۹
- شکل ۶-۴: مقایسه فشار جانبی فعال و غیر فعال شبه استاتیکی خاک..... ۱۳۰
- شکل ۶-۵: نیروی جانبی فعال و غیر فعال شبه استاتیکی خاک..... ۱۳۱

- شکل ۶-۶ : مقایسه جابجایی جانبی دیوار حائل سپری دیوار حائل سپری با روش تحلیل اجزاء محدود..... ۱۳۲
- شکل ۶-۷ : نمایش شماتیک هندسه مساله مورد مطالعه..... ۱۳۳
- شکل ۶-۸ : نمایش هندسه پروفیل Z شکل..... ۱۳۶
- شکل ۶-۹ : مدل هندسی ایجاد شده در نرم افزار FLAC..... ۱۳۷
- شکل ۶-۱۰ : تغییر شکل افقی دیوار با در نظر گرفتن : الف) اثر جنس مصالح، ب) اثر سختی خمشی سپری، پ) اثر هندسه مقطع پروفیل و ت) اثر عمق حفاری..... ۱۴۰
- شکل ۶-۱۱ : ممان خمشی دیوار الف) اثر جنس مصالح، ب) اثر سختی خمشی سپری، پ) اثر هندسه مقطع پروفیل و ت) اثر عمق حفاری..... ۱۴۳
- شکل ۶-۱۲ : فشار جاتیبی فعال و غیر فعال خاک در پشت و جلوی دیوار حائل با در نظر گرفتن : الف) اثر جنس مصالح، ب) اثر سختی خمشی سپری، پ) اثر هندسه مقطع پروفیل و ت) اثر عمق حفاری..... ۱۴۸

فهرست جداول

- جدول ۱-۳ : مقادیر ضرایب فشار فعال حداقل روش اسپیرال لگاریتمی ۳۰
- جدول ۲-۳ : مقادیر ضرایب فشار غیر فعال حداکثر روش اسپیرال لگاریتمی ۳۰
- جدول ۳-۳ : مقادیر ضرایب فشار فعال روش خطوط لغزش محاسبه شده ۳۲
- جدول ۴-۳ : مقادیر ضرایب فشار غیر فعال روش خطوط لغزش محاسبه شده ۳۲
- جدول ۵-۳ : مقادیر ضرایب فشار فعال روش حد بالا برای مکانیسم لگاریتم ساندویچ ۳۶
- جدول ۶-۳ : مقادیر ضرایب فشار غیر فعال روش حد بالا برای مکانیسم لگاریتم ساندویچ ۳۶
- جدول ۷-۳ : مقادیر ضرایب فشار لرزه ای فعال روش حد بالا برای مکانیسم لوگ ساندویچ ۵۳
- جدول ۸-۳ : مقادیر ضرایب فشار لرزه ای غیرفعال روش حد بالا برای مکانیسم لوگ ساندویچ ۵۴
- جدول ۹-۳ : ضرایب Γ_{EC} برای انواع سازه های حائل ۶۱
- جدول ۱-۴ : مشخصات دو تاریخچه زلزله ورودی ۶۹
- جدول ۱-۵ : مقایسه روش ضمنی و صریح ۹۹
- جدول ۱-۶ : پارامترهای رفتاری مصالح مورد استفاده در تحلیل عددی PLAXIS ۱۲۶
- جدول ۲-۶ : جزئیات تحلیل های شبه استاتیکی ۱۲۷
- جدول ۳-۶ : نقطه اثر نیروی شبه استاتیکی وارد به دیوار حائل سپری از PLAXIS ۱۳۳
- جدول ۴-۶ : پارامترهای رفتاری مصالح مورد استفاده در تحلیل عددی FLAC ۱۳۵
- جدول ۵-۶ : ابعاد و مشخصات هندسی پروفیل Z شکل ۱۳۶

فصل اول

مقدمه

۱-۱ مقدمه

در بسیاری از پروژه های راه و ساختمان برای جلوگیری از ریزش خاک یا نفوذ آب، تثبیت شیب های زمین، حفاظت از سواحل در برابر فرسایش، گودبرداری ها و همچنین پایداری اجزای ساختمانی از انواع دیوار های حائل استفاده می شود. در حالت کلی متناسب با جنس مصالح مصرفی، شرایط تکیه گاهی و تناسب هندسی، دیوارهای حائل به دو گروه صلب و انعطاف پذیر تقسیم می شوند. در دیوار های حائل انعطاف پذیر سپری، تناسب هندسی و شرایط تکیه گاهی به گونه ای است که مقدار تغییر شکل ها نسبت به ابعاد حائل قابل ملاحظه است و لذا نیروهای داخلی باید متناسب با این پدیده باشد. سپرهای فولادی بدلیل سبکی، نفوذ سریع، امکان افزایش طول و استفاده مکرر بیشتر استفاده می شود. یکی از نیرو های موثر بر سپر ها نیروی جانبی خاک می باشد و در حالات (الف) : فشار خاک در حالت سکون ، (ب) : فشار خاک در حالت محرک ، (ج) : فشار خاک در حالت مقاوم و (د) : فشار خاک در زلزله بر سپر اثر می نماید.

رفتار لرزه ای دیوارهای حائل سپری وابسته به مجموع فشارهای کل (شامل فشار وزنی استاتیکی قبل از زلزله و فشار دینامیکی ناشی از زلزله) وابسته است. فشارهای دینامیکی وارد بر دیوارهای انعطاف پذیر معمولاً با فرآیندهای شبه استاتیکی و یا دینامیکی تخمین زده می شوند.

از آن جا که دیوارهای حایل سپری به عنوان بخشی از ساختار حمل و نقل جاده ای در بسیاری از موارد سهم قابل توجهی را در هزینه تمام شده راه ها و همچنین ایمنی جاده ها در شرایط زلزله خیز کشور بر عهده دارند، تخمین دقیق تر نیروهای فشار جانبی خاک بر دیوارهای حایل در حالت زلزله و در نتیجه ارایه یک طرح ایمن و در عین حال اقتصادی بسیار با اهمیت است. روش مونونوبه -اوکابه در تخمین نیروهای فشار جانبی خاک در حالت زلزله با وجود قدمت زیاد همچنان جزء متداول ترین روش هاست که توسط مهندسين سازه و ژئوتکنیک در طراحی دیوارهای حایل مورد استفاده قرار می گیرد. این روش که با ارایه یک حل بسته ریاضی روابطی را برای محاسبه نیروهای فشاری فعال و غیر فعال وارده بر دیوار در حالت لرزه ای در اختیار می گذارد، مبتنی بر فرضیاتی است که علیرغم ساده سازی مساله در برخی موارد مشکلات محاسباتی را برای کاربران ایجاد کرده و یا منجر به عدم تخمین درست نیروها و در نتیجه غیراقتصادی و یا غیر ایمن شدن طراحی دیوار می شوند.

از مهمترین محدودیت های این روش می توان به هندسه ساده نیمرخ زمین در پشت دیوار، ناتوانایی در وارد کردن نقش پارامتر چسبندگی خاک و همچنین در نظر نگرفتن سطح آب زیرزمینی اشاره کرد.

با توجه به موارد مشاهده شده در ناپایداری برخی از این سازه ها در هنگام زلزله، بازبینی فرآیند طراحی که عمدتاً بر اساس روش متداول مونونوبه -اوکابه انجام می گیرد و به ویژه در کشور ما که از نظر تقسیم بندی لرزه ای جزو مناطق با خطر نسبی زیاد است، اهمیت می یابد.

کاربرد زیاد این سازه ها موجب شد که نظریه فشار جانبی خاک جزء اولین گروه از نظریه های ارایه شده در مکانیک خاک کلاسیک قرار گیرد. تئوری های فشار جانبی خاک، جهت تعیین فشار جانبی خاک در دو حالت فعال و غیر فعال ضرایبی را به عنوان ضرایب رانش خاک فعال و غیر فعال پیشنهاد می کنند.

۲-۱ شرح و بیان مساله

با وجود قدمت و تجربه فراوان در این امر، هنوز کم و بیش شاهد گزارش هایی از خرابی و گسیختگی سازه های حایل و خاک به ویژه در روبه رویی با نیروهای زلزله مطابق شکل های ۱-۱ تا ۴-۱ در سراسر جهان هستیم. کشور ما ایران که در پهنه بندی لرزه ای در ناحیه با خطرپذیری زیاد قرار دارد، نیز از این قاعده مستثنی نیست. گزارش زلزله های اخیر در کشور حاکی از تخریب تعدادی از دیوارهای حایل است. این گزارش ها نشان می دهند که برخی از دیوارهای حایل در زلزله بم، زلزله منجیل و زلزله چالوس یا به کلی ویران شده و یا به صورت موقت کارآیی خود را از دست داده اند. این تجربه در سایر کشورها نیز شایع است. در ایالات متحده و ژاپن سالانه تعدادی از سازه های حایل در هنگام زلزله های متوسط با مشکل پایداری روبه رو می شوند. شکل های ۱ تا ۴ نمونه هایی از خرابی دیوارهای حایل در اثر زلزله های بزرگ جهان را نشان می دهند. این بحث گذشته از آسیب های جبران ناپذیر انسانی و اقتصادی و اتلاف سرمایه های ملی راه ها، به علت مسدود کردن مسیر و خارج کردن آن از خدمت رسانی مناسب پس از زلزله باعث اختلال در شریان های حیاتی شده و بنابراین مدیریت بحران و امداد رسانی را نیز تحت تأثیر قرار می دهد. با توجه به موارد عنوان شده و نقش اساسی سازه های حایل، پرداختن به رفتار لرزه ای آن ها و شناسایی نقاط ضعف رویه های رایج طراحی اهمیت می یابد. در این میان روش مونونوبه -اوکابه برای برآورد نیروهای رانشی دیوارهای حایل در حالت زلزله کاربردی فراگیر یافته است. این روش با الهام از روش کولمب به تعیین ضرایب رانش فعال و غیر فعال خاک های دانه ای در حالت زلزله می پردازد. در این روش اثر بارگذاری دینامیکی زلزله، به صورت شبه استاتیکی به وسیله ضرایب زلزله افقی و قائم که بر جرم گسیخته شده پشت دیوار وارد می شوند، تأمین می شود. این روش پس از گذشت سال ها و ارایه روش های پیچیده تر و دقیق تر دینامیکی و عددی هنوز جزو اولین گزینه های مهندسان طراح در طراحی دیوارهای حایل است. در کنار همه برتری های روش مونونوبه -اوکابه مانند آسانی استفاده، مشکل عمده متوجه فرضیه های ساده کننده ای است که گاهی اوقات با واقعیت های مهندسی همخوانی ندارند و مهندسی را به طراحی دست بالا و یا استفاده از ضرایب تجربی وادار می

کنند. به این ترتیب می توان با ارایه یک طرح ایمن و پایدار در مقابل زلزله، هزینه های ساخت ناشی از اعمال فرضیات محافظه کارانه را نیز کاهش داد.

۳-۱- چگونگی انجام تحقیق

این تحقیق به بررسی رفتار شبه استاتیکی و دینامیکی دیوارهای حائل سپری تحت اثر بارهای زلزله می پردازد. در این تحقیق تعادل سپری در حالتی که خاک پشت آن خشک می باشد، با روش های ساده^۱ اعم از رانکین، کولمب بررسی گردیده و از تئوری مونونوبه-اوکابه^۲ فشار دینامیکی وارد بر دیوار حائل سپری محاسبه می گردد.

همچنین تعادل شبه استاتیکی و دینامیکی این نوع دیوارها علاوه بر روش های ساده از روش های عددی، اجزای محدود و تفاضل محدود بررسی می گردد. به این منظور تحلیل اجزای محدود با مدل سازی سپری در نرم افزار PLAXIS^{2D} و تحلیل تفاضل محدود مدل سازی سپری در نرم افزار FLAC^{2D} انجام گرفت. در نهایت توانایی هر کدام از روش ها در بررسی پایداری دینامیکی دیوارهای حائل سپری ارزیابی می گردد.

۴-۱ ساختار پایان نامه

با توجه به موارد فوق این پایان نامه در فصول زیر انجام می گیرد:

فصل اول به بیان کلیات در مورد نحوه انجام تحقیق و هدف از انجام تحقیق پرداخته می شود.

در فصل دوم به شناخت انواع سازه های حائل و عمدتاً دیوارهای حائل سپری پرداخته می شود.

در فصل سوم به فشار جانبی خاک وارد بر سپری بررسی می گردد و روش های مختلف استاتیکی و دینامیکی ارزیابی فشار خاک بیان می گردد.

در فصل چهارم داده ها و اطلاعات مطالعه موردی یک دیوار حائل سپری ارائه شده است.

در فصل پنجم به معرفی قابلیت های نرم افزارهای PLAXIS و FLAC در حل مسائل ژئوتکنیکی پرداخته می شود.

فصل اول - مقدمه

در فصل ششم دیوار حائل سپری معرفی شده در فصل چهارم به روش های شبه دینامیکی و دینامیکی با استفاده از نرم افزارهای PLAXIS و FLAC مدل گردید و نتایج حاصل در گراف هایی ترسیم گردید و با روش مونونوبه-اوکابه مقایسه گردید. در فصل هفتم به جمع بندی و نتیجه گیری پرداخته می شود و سپس پیشنهاداتی در ارتباط با ادامه تحقیقات در آینده بیان خواهد شد.

۵-۱- نمونه ای از گسیختگی دیوار های حائل (محمود یزدانی، ۱۳۸۶)



شکل ۱-۱: خرابی دیوار و جاده در اثر زلزله Mid-Nigata ژاپن به بزرگی ۶.۸ ریشتر در ۵ دسامبر ۲۰۰۴



شکل ۱-۲: نمونه خرابی دیوار و جاده در اثر زلزله السالوادور در ژانویه ۲۰۰۱