





دانشکده پردیس

رشته مهندسی عمران گرایش خاک و پی (ژئوتکنیک)

پایان نامه کارشناسی ارشد

تأثیر عمق بر انتخاب سیستم طراحی مناسب دیوار حائل

نگارنده: حسن سبحانی

استاد راهنما

دکتر امیر بذرافشان مقدم

تیر ۱۳۹۵

شماره ۳/۲۷۵۱
تاریخ ۱۴۰۳/۰۷/۱۹
ویرایش:

باسمه تعالی



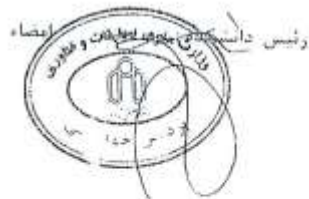
فرم صورت جلسه دفاع از پایان نامه تحصیلی دوره کارشناسی ارشد

با استناد خداوند متعال و با استعانت از حضرت ولی عصر (عج) نتیجه ارزیابی جلسه دفاع از پایان نامه کارشناسی ارشد خاتم اقای حسن سبحانی به شماره دانشجویی ۹۴۴۲۷۵۱ رشته: بهسازی عمران گرایش: مهندسی سازه تحت عنوان: تأثیر عمق بر انتخاب سیستم طراحی مناسب دیوار حائل که در تاریخ ۱۴۰۳/۰۷/۱۹ با حضور هیأت محترم داوران در دانشگاه صنعتی شاهرود برگزار گردید به شرح ذیل اعلام می گردد:

قبول (با درجه بسیار خوب) امتیاز ۱۸/۵۳ دفاع مجدد مردود

- ۱- نالی (۱۹-۲۰) ۲- بسیار خوب (۱۸۱۹۹ - ۱۸۱۸) ۳- خوب (۱۷۹۹-۱۸) ۴- قابل قبول (۱۵۹۹ - ۱۶) ۵- نمره کمتر از ۱۴ غیر قابل قبول

عضو هیأت داوران	نام و نام خانوادگی	مرتبه علمی	امضاء
۱- استاداراهما	دکتر امیر بهرامیان مقدم	استادیار	
۲- استاد مشاور			
۳- نماینده شورای تحصیلات تکمیلی	دکتر مریم زاهدی	استادیار	
۴- استاد معین	دکتر محسن کرمانی	استادیار	
۵- استاد معین	دکتر مهدی عجبی	استادیار	



قدردانی:

باتشکر فراوان از استاد راهنمای من جناب آقای دکتر امیر بذرافشان مقدم که در انتخاب و انجام این پایان نامه مرا همراهی و راهنمایی نمودند. دقت نظر و تأکید بر اهمیت استفاده از منابع قابل پیگیری و موجود در پروژه های کشور کمکی بوده بر آنکه نتیجه این پایان نامه قابل استفاده و استناد برخی مهندسين اين عرصه باشد .

همچنين لازم است از همكاري شركت مهندسان مشاور كمندآب كه اجازه استفاده از منابع و اطلاعات مربوط به خاک شناسی مورد نیاز در این کار را برای بنده صادر و نهایت همکاری لازم را مبذول داشته اند کمال تشکر و امتنان خود را اعلام نمایم.

تعهد نامه

اینجانب حسن سبحانی دانشجوی دوره کارشناسی ارشد رشته عمران دانشکده عمران دانشگاه شاهرود نویسنده پایان نامه تأثیر عمق بر انتخاب سیستم دیوار حائل مناسب تحت راهنمایی دکتر امیر بذرافشان مقدمتعهد می شوم.

- تحقیقات در این پایان نامه توسط اینجانب انجام شده است و از صحت و اصالت برخوردار است.
- در استفاده از نتایج پژوهشهای محققان دیگر به مرجع مورد استفاده استناد شده است.
- مطالب مندرج در پایان نامه تاکنون توسط خود یا فرد دیگری برای دریافت هیچ نوع مدرک یا امتیازی در هیچ جا ارائه نشده است.
- کلیه حقوق معنوی این اثر متعلق به دانشگاه شاهرود می باشد و مقالات مستخرج با نام « دانشگاه شاهرود » و یا « Shahrood University » به چاپ خواهد رسید.
- حقوق معنوی تمام افرادی که در به دست آمدن نتایج اصلی پایان نامه تأثیرگذار بوده اند در مقالات مستخرج از پایان نامه رعایت می گردد.
- در کلیه مراحل انجام این پایان نامه ، در مواردی که از موجود زنده (یا بافتهای آنها) استفاده شده است ضوابط و اصول اخلاقی رعایت شده است.
- در کلیه مراحل انجام این پایان نامه، در مواردی که به حوزه اطلاعات شخصی افراد دسترسی یافته یا استفاده شده است اصل رازداری ، ضوابط و اصول اخلاق انسانی رعایت شده است .

تاریخ

امضای دانشجو

چکیده پایان نامه:

این پایان نامه تحقیقی است براساس تأثیر عمق در انتخاب سیستم مناسب در طراحی دیوارهای حائل، که به کمک تحلیل‌های نرم افزار PLAXIS 2D در کنار یک مقایسه اقتصادی، انجام و در نهایت نتایج حاصل از این دو بحث، مقایسه و سیستمی واحد بر حسب عمق با اولویت بندی سیستم‌های فوق الذکر پیشنهاد گردیده است. خاک مورد حفاظت دیوارها، در دو نوع چسبنده و غیر چسبنده انتخاب گردیده است. حال آنکه اساس کارهای انجام شده قبلی بر اقتصادی بودن و یا اثر نوع خاک بر رفتار تحت زلزله های مختلف این دیوارها استوار بوده است.

در بین انواع سیستم های دیواری که به کمک نرم افزار تحلیل گردیده اند، بدلیل نوع عملکرد نرم افزار و یا عدم وجود گزینه اجرایی مناسب، برخی از دیوارها بصورت غیرقابل جایگزین مورد استفاده میباشند. در برخی موارد نیز گزینه های محدودی در کل سیستم‌های حفاظت و پایداری ترانشه ها و گودها برای مقایسه وجود دارد. چنانکه در گودهای کم عرض و یا در کنار رودخانه ها و نواحی ساحلی استفاده از سیستم سپرکوبی اجتناب ناپذیر است. در انواع دیوارهای وزنی، نرم افزار صرفا مدول الاستیسیته آن مصالح را در نظر میگیرد و اثرناچیز تغییر در این مدول الاستیسیته در نحوه مدلسازی چندان تأثیر گذار نیست. درتحلیل این بررسیها، از اثر فشار آب حفره ای و وجود فشار سربار صرفنظر شده است. استفاده از تحلیل دینامیکی صرفا برای در نظر گرفتن تغییر رفتار دیوارها در شرایط بحرانی بارگذاری جانبی در فازهای اجرایی انجام گرفته است. البته برای برخی دیوارها مانند دیوارهای نیلینگ بدلیل نوع اجرا بارگذاری و تحلیل دینامیکی در مدلسازی جوابهای غیر قابل قبولی را ایجاد مینموده که در این نوع دیوارها برای کنترل طراحیها از روش کاهش مشخصات چسبندگی استفاده شده است. کلیه نتایج حاصله با در نظر گرفتن ضوابط آیین نامه ای و قضاوت مهندسی، دسته بندی شده و تأثیر نوع خاک و عمق آن بر سیستم‌های مناسب در طراحی دیوارهای مورد بررسی قرار گرفته است.

کلمات کلیدی: دیوارهای حائل، نرم افزار، مقایسه اقتصادی، تأثیر خاک، تأثیر عمق، PLAXIS

"فهرست مطالب"

خ	"فهرست مطالب"
ذ	"فهرست جداول"
ز	"فهرست اشکال"
۱	فصل اول: مقدمه و کلیات
۲	۱-۱- دیوارهای حایل و کاربرد آن:
۳	۱-۲- مروری بر تحقیقات انجام شده:
۳.....	۱-۲-۱- تأثیر عوامل فنی خاک و سازه
۱۱	۱-۲-۱- تأثیر اقتصاد:
۱۲	۱-۳- نیاز به انجام بررسی تأثیر عمق:
۱۳	۱-۴- تقسیم بندی دیوارهای حائل:
۱۳	۱-۴-۱- دیوارهای حایل بر اساس مصالح مصرفی به کلاسهای زیر تفکیک شده اند [۱۴]:
۱۸	۱-۴-۲- تقسیم بندی دیوارهای حایل بر اساس نشریه ۳۰۸ [۱۵]:
۲۳	فصل دوم: تعیین سیستم طراحی:
۲۴	۱-۲- نوع خاک (محیط میزبان طرح)::
۲۴	۱-۱-۲- مصالح غیر چسبنده آبرفتی:
۲۵	الف) آزمایش نفوذ استاندارد (S.P.T):
۲۶	ب) نفوذ پذیری:
۲۶	۱-۲- خاکهای ریزدانه و مصالح چسبنده:
۳۷	۱-۲- انتخاب دیوار حایل با توجه به عمق::
۴۰	۱-۳- چگونگی انتخاب نرم افزار مورد استفاده::
۴۱	۱-۴- استفاده از نرم افزار دو بعدی PLAXIS:
۴۲	۱-۴-۱- مرزهای مدل:
۴۲	۱-۴-۲- مرزهای جاذب:
۴۳	۱-۴-۳- تنشهای اولیه و افزایشهای تنش:
۴۵	فصل سوم: مبانی فنی حصول نتایج و تفسیر تحلیلها

۴۶	۱-۳-۱-داده ها در تحلیل دیوارها::
۴۹	۱-۲-۳-تحلیل دینامیکی ::
۵۱	۲-۳-مقایسه نتایج نرم افزار در انواع دیوارها::
۵۱	۱-۲-۳-دیوارهای وزنی و شبه وزنی ::
۶۰	۲-۲-۳-دیوارهای طره ای و طره ای با شمع::
۷۰	۳-۲-۳-دیوارهای با انکر، نیلینگ و شمع::
۸۵	۳-۳-بررسی ضریب ایمنی طراحیها::
۸۸	۴-۳-مبانی تحلیل اقتصادی و نتایج مدلها ::
۸۸	۱-۴-۳-تحلیل اقتصادی ::
۱۰۱	فصل چهارم:جمع بندی و پیشنهادها:
۱۰۲	۱-۴-جمع بندی نتایج ::
۱۰۶	۱-۱-۴-خلاصه نتایج::
۱۰۷	۲-۴-نتیجه گیری::
۱۰۷	۳-۴-پیشنهاد::
۱۰۸	پیوستها و منابع::
۱۰۹	۱-۵-مثال همسان کردن مدولها ::
۱۰۹	۲-۵-جداول نتایج جابجایی های افقی و عمودی نرم افزاردر خاکهای چسبنده و غیر چسبنده:
۱۱۶	۳-۵-مراجع ::

"فهرست جداول"

- جدول (۱-۱) - طبقه بندی دیوارهای حایل براساس مصالح مصرفی و نوع دیوارها ۴
- جدول (۲-۱) دسته بندیهای روش طراحی بر اساس الگوریتم نرم افزاری یائو..... ۱۰
- جدول (۳-۱) بررسی مزایا و معایب دیوارها در دسته بندی سازمان حمل و نقل ایالت تنسی آمریکا ۱۴
- جدول (۴-۱) بررسی مزایا و معایب دیوارها در دسته بندی (T.D.O.T) برای خاکبرداریها ۱۵
- جدول (۱-۲) خلاصه ویژگیهای ژئوتکنیکی مصالحمنتخب خاکهای ریزدانه(1)..... ۳۸
- جدول (۲-۲) پارامترهای مصالح در آنالیزهای تنش و کرنش ۳۸
- جدول (۳-۲) حداقل جابجایی های نسبت به ارتفاع دیوار طبق آیین نامه [FHWA0-IF-03-017]..... ۴۱
- جدول (۳-۲) حداقل ضریب اطمینان در طراحی دیوار طبق آیین نامه [FHWA0-IF-03-017]..... ۴۱
- جدول (۱-۳) مشخصات رکوردهای زلزله استفاده شده در تحلیل لرزه ای ۵۱
- جدول (۲-۳) داده های دیوارهای حائل وزنی و شبه وزنی برای نرم افزار PLAXIS..... ۵۳
- جدول (۳-۳) داده های انواع دیوارهای حائل طره ای برای نرم افزار PLAXIS ۶۲
- جدول (۴-۳) داده های انواع دیوارهای حائل نیل و انکر برای نرم افزار PLAXIS ۷۴
- جدول (۵-۳) داده های انواع دیوارهای حائل برای نرم افزار PLAXIS در خاک غیر چسبیده ۷۵
- جدول (۶-۳) داده های انواع دیوارهای حائل برای نرم افزار PLAXIS در خاک چسبیده ۷۶
- جدول (۷-۳) -نمونه متره و برآورد انجام شده برای دیوار حائل شات و نیلینگ و شمع به ارتفاع ۱۸متر..... ۹۲
- جدول (۸-۳) -نمونه متره و برآورد انجام شده برای دیوار حائل بتنی وزنی به ارتفاع ۴متر..... ۹۴
- جدول (۹-۳) -نمونه متره و برآورد انجام شده برای دیوار حائل طره ای با شمع به ارتفاع ۸ متر..... ۹۶
- جدول (۱۰-۳) -نمونه متره و برآورد انجام شده برای دیوار حائل بتنی شبه وزنی به ارتفاع ۷ متر..... ۹۸

- جدول (۳-۱۱) - مقایسه برآوردهای مالی انواع دیوار های حائل طرح شده در نرم افزار ۱۰۱
- جدول (۴-۱) روش طراحی های پیشنهادی بر اساس نتایج نرم افزار در خاکهای چسبنده ۱۰۷
- جدول (۴-۲) روش طراحی های پیشنهادی بر اساس نتایج نرم افزار در خاکهای غیر چسبنده ۱۰۸
- جدول (۴-۳) روش طراحی های پیشنهادی بر اساس برآوردهای مالی هزینه اجرا ۱۰۹
- جدول (۴-۴) روش طراحی های پیشنهادی نهایی بر اساس عمق ۱۱۰
- جدول (۵-۱) - مقایسه میزان جابجایی ها در انواع دیوار های حائل طرح شده در نرم افزار برای خاک چسبنده ۱۱۳
- جدول (۵-۲) - مقایسه میزان جابجایی هادرنوع دیوار های حائل طرح شده در نرم افزار برای خاک غیرچسبنده ۱۱۷

"فهرست اشکال"

- شکل (۱-۱) - پله های شرقی کاخ آپادانا ۲
- شکل (۲-۱) - ابعاد دیوار حائل و خاک پیرامون در نرم افزار ABAQUS ۶
- شکل (۳-۱) - تغییرات مقادیر تنش در جداره دیوار حائل در زمانهای 0.1 و 2 ثانیه ۶
- شکل (۴-۱) - تغییرات مقادیر تنش در جداره دیوار حائل در زمانهای 0.1 و 2 ثانیه ۶
- شکل (۵-۱) - تیپ دیوار مدل شده Sengupta&Chowdhury ۷
- شکل (۶-۱) - میزان فشار خالص جانبی خاک در گودبرداری تا عمق ۱۰ متر تحت اثر زلزله Loma Prieta ۸
- شکل (۷-۱) - میزان فشار خالص جانبی خاک در گودبرداری تا عمق ۱۵ متر تحت اثر زلزله Loma Prieta ۸
- شکل (۸-۱) - میزان فشار خالص جانبی خاک در گودبرداری تا عمق ۲۰ متر تحت اثر زلزله Loma Prieta ۱۰
- شکل (۱-۲-الف) - انواع دیوارهای حائل-دیوار حائل صلب وزنی ۲۱
- شکل (۱-۲-ب) - انواع دیوارهای حائل-دیوار حائل صلب طره ای ۲۱
- شکل (۱-۲-پ) - انواع دیوارهای حائل-دیوار حائل پشت بنددار ۲۲
- شکل (۱-۲-ث) - دیوارحائل انعطاف پذیر از نوع خاک مسلح با تسمه های مهاری فولادی ۲۳
- شکل (۱-۲-ج) - دیوارحائل انعطاف پذیر از نوع خاک مسلح با ژئوتکستایل ۲۴
- شکل (۱-۲) - نمودار p-q آزمایش سه محوری UU ۳۴
- شکل (۲-۲) - نمودار p-q آزمایش سه محوری CU ۳۵
- شکل (۳-۲) - نمودار p-q آزمایش سه محوری CU (eff) ۳۶
- شکل (۴-۲) - نمودار p-q آزمایش سه محوری CD ۳۷
- شکل (۱-۳) - فاز مدل شده دیوار در عمده دیوارها بجز نیلینگ ، انکر و شمع ۴۷
- شکل (۲-۳) - فازهای مدل شده دیوار در عمده دیوارها ی نیلینگ ، انکر و شمع ۴۷

- شکل (۳-۳) میزان جابجایی ۳۸mm در ارتفاع دیوار یکپارچه- تحت زلزله LomaPrietta ۴۸
- شکل (۴-۳) میزان جابجایی ۳۸mm در ارتفاع دیوار ۳ قسمت -تحت زلزله LomaPrieta..... ۴۹
- شکل (۵-۳) تاریخچه زمانی شتاب، سرعت و تغییر مکان رکورد زلزله Loma Prieta ۴۹
- شکل (۶-۳) تاریخچه زمانی شتاب، سرعت و تغییر مکان رکورد زلزله Park Field ۵۰
- شکل (۷-۳) تاریخچه زمانی شتاب، سرعت و تغییر مکان رکورد زلزله Collier Bay ۵۰
- شکل (۸-۳) طرح تیپ دیوار حائل بنایی وزنی..... ۵۲
- شکل (۹-۳) طرح تیپ دیوار حائل بتنی وزنی و شبه وزنی..... ۵۲
- شکل (۱۰-۳) جابجایی عرضی در دیوار وزنی به ارتفاع ۴ متر در برابر خاک چسبنده تحت زلزله Park Field ۵۳
- شکل (۱۱-۳) جابجایی عرضی در دیوار وزنی به ارتفاع ۴ متر در برابر خاک چسبنده تحت زلزله LomaPrieta ۵۳
- شکل (۱۲-۳) تغییر شکل نامناسب خاک در دیوار وزنی به ارتفاع ۴ متر- خاک چسبنده تحت زلزله LomaPrieta..... ۵۴
- شکل (۱۳-۳) جابجایی عرضی در دیوار وزنی به ارتفاع ۴ متر در برابر خاک چسبنده تحت زلزله LomaPrieta ۵۴
- شکل (۱۴-۳) جابجایی عرضی در دیوار وزنی به ارتفاع ۴ متر - خاک غیر چسبنده تحت زلزله Collier Bay ۵۵
- شکل (۱۵-۳) تغییر شکل نامناسب خاک در دیوار وزنی به ارتفاع ۴ متر- خاک غیر چسبنده- زلزله Collier Bay ۵۵
- شکل (۱۶-۳) جابجایی عرضی در دیوار شبه وزنی به ارتفاع ۷ متر - خاک چسبنده تحت زلزله Collier Bay ۵۶
- شکل (۱۷-۳) تغییر شکل نامناسب خاک در دیوار شبه وزنی به ارتفاع ۷ متر- خاک چسبنده- زلزله Collier Bay ۵۶
- شکل (۱۸-۳) جابجایی عرضی- دیوار شبه وزنی به ارتفاع ۷ متر- خاک غیر چسبنده تحت زلزله Loma Prieta ۵۷
- شکل (۱۹-۳) تغییر شکل خاک -دیوار شبه وزنی به ارتفاع ۷ متر- خاک غیر چسبنده- زلزله Loma Prieta ۵۷
- نمودار (۲۰-۳) میزان جابجایی های حاصل شده در دیوار های حائل وزنی- برای خاک چسبنده ۵۸
- نمودار (۲۱-۳) میزان جابجایی های حاصل شده در دیوار های حائل وزنی- برای خاک غیر چسبنده ۵۸

- نمودار(۳-۲۲) میزان جابجایی های افقی حاصل شده در دیوار های حائل شبه وزنی-برای خاک چسبنده۵۹
- نمودار(۳-۲۳) میزان جابجایی های حاصل شده در دیوار های حائل شبه وزنی-برای خاک غیرچسبنده.....۵۹
- شکل (۳-۲۴) طرح تیپ دیوار حائل طره ای مدل ۶۱
- شکل (۳-۲۵) طرح تیپ دیوار حائل طره ای مدل به همراه شمع سطحی ۶۱
- شکل(۳-۲۶) جابجایی عرضی -دیوار طره ای به ارتفاع ۶ متر - خاک چسبنده تحت زلزله Collier Bay ۶۲
- شکل(۳-۲۷) تغییر شکل خاک-دیوار طره ای به ارتفاع ۶ متر - خاک چسبنده تحت زلزله Collier Bay ۶۲
- شکل(۳-۲۸) جابجایی عرضی در دیوار طره ای به ارتفاع ۶متر - خاک غیرچسبنده تحت زلزله Collier Bay ۶۳
- شکل(۳-۲۹) تغییر شکل خاک-دیوار طره ای به ارتفاع ۶ متر - خاک غیرچسبنده - زلزله Collier Bay ۶۳
- شکل(۳-۳۰) جابجایی عرضی در دیوار طره ای به ارتفاع ۱۰ متر در برابر خاک چسبنده زلزله Park Field ۶۴
- شکل(۳-۳۱) تغییر شکل نامناسب خاک-دیوار طره ای به ارتفاع ۱۰ متر - خاک چسبنده-زلزله Park Field ۶۴
- شکل(۳-۳۲) جابجایی عرضی در دیوار طره ای به ارتفاع ۱۰ متر - خاک غیرچسبنده -زلزله Park Field ۶۵
- شکل(۳-۳۳) تغییر شکل خاک-دیوار طره ای به ارتفاع ۱۰ متر - خاک غیرچسبنده زلزله Park Field۶۵
- شکل(۳-۳۴) جابجایی عرضی -دیوار طره ای با شمع به ارتفاع ۸ متر- خاک چسبنده- زلزله Park Field ۶۶
- شکل(۳-۳۵) تغییر شکل خاک-دیوار طره ایبا شمع به ارتفاع ۸ متر - خاک چسبندهزلزلهPark Field ۶۶
- شکل(۳-۳۶) جابجایی عرضی -دیوار طره ای با شمع به ارتفاع ۸ متر- خاک غیر چسبنده- زلزله Loma Prieta ۶۷
- شکل(۳-۳۷) تغییر شکل خاک-دیوار طره ایبا شمع به ارتفاع ۸ متر- خاک غیرچسبنده-زلزله Loma Prieta۶۷
- نمودار(۳-۳۸) میزان جابجایی های افقی حاصل شده در دیوار های حائل طره ای-برای خاک چسبنده ۶۸
- نمودار(۳-۳۹) میزان جابجایی های حاصل شده در دیوار های حائل طره ای-برای خاک غیرچسبنده ۶۸
- نمودار(۳-۴۰) میزان جابجایی های افقی حاصل شده -دیوار های حائل طره ای با شمع-برای خاک چسبنده ۶۹

- نمودار(۳-۴۱) میزان جابجایی ها ی حاصل شده در دیوار های حائل طره ایبا شمع -برای خاک غیرچسبنده ۶۹
- شکل(۳-۴۲) -تقشه تیپ سازه ای نیلینگ،شاتکریت ومش و شمع..... ۷۰
- شکل(۳-۴۳) -اجزای اصلی انکر در اتصال به انواع دیوارهای بتنی ۷۰
- شکل(۳-۴۴) جابجایی عرضی -دیوار طره ای -شمع -انکر به ارتفاع ۱۵ متر -خاک چسبنده -زلزله LomaPerita... ۷۴
- شکل(۳-۴۵) تغییر شکل خاک -دیوار طره ای -شمع -انکر -ارتفاع ۱۵ متر -خاک چسبنده زلزله LomaPerita ۷۴
- شکل(۳-۴۶) جابجایی عرضی -دیوار طره ای -شمع -انکر -ارتفاع ۱۵ متر - خاک غیرچسبنده زلزله Collier Bay ۷۵
- شکل(۳-۴۷) تغییر شکل خاک -دیوار طره ای -شمع -انکر -ارتفاع ۱۵ متر -خاک غیرچسبنده زلزله Collier Bay... ۷۵
- شکل(۳-۴۸) جابجایی عرضی در دیوار شات و نیل و انکر با شمع به ارتفاع ۱۶متر در برابر خاک چسبنده..... ۷۶
- شکل(۳-۴۹) تغییر شکل نامناسب خاک در دیوار شات و نیل وانکر با شمع به ارتفاع ۱۶ متر - خاک چسبنده ۷۶
- شکل(۳-۵۰) جابجایی عرضی در دیوار شات و نیل و انکر با شمع به ارتفاع ۱۶متر در برابر خاک غیرچسبنده..... ۷۷
- شکل(۳-۵۱) تغییر شکل نامناسب خاک در دیوار شات و نیل وانکر با شمع به ارتفاع ۱۶ متر - خاک غیرچسبنده ... ۷۷
- شکل(۳-۵۲) جابجایی عرضی در دیوار شات و نیل و انکر با شمع به ارتفاع ۲۰متر در برابر خاک چسبنده ۷۸
- شکل(۳-۵۳) تغییر شکل نامناسب خاک در دیوار شات و نیل وانکر با شمع به ارتفاع ۲۰ متر - خاک چسبنده ۷۸
- شکل(۳-۵۴) جابجایی عرضی در دیوار شات و نیل و انکر با شمع به ارتفاع ۲۰متر در برابر خاک غیرچسبنده ۷۹
- شکل(۳-۵۵) تغییر شکل نامناسب خاک در دیوار شات و نیل وانکر با شمع به ارتفاع ۲۰ متر - خاک غیرچسبنده ... ۷۹
- نمودار(۳-۵۶) میزان جابجایی ها ی افقی حاصل شده در دیوار های حائل نیل و انکر -برای خاک چسبنده ۸۰
- نمودار(۳-۵۷) میزان جابجایی ها ی حاصل شده در دیوار های نیل و انکر -برای خاک غیرچسبنده ۸۱
- نمودار(۳-۵۸) میزان جابجایی ها ی افقی حاصل شده -دیوار های حائل نیل و انکر با شمع -برای خاک چسبنده ... ۸۲
- نمودار(۳-۵۹) میزان جابجایی ها ی حاصل شده در دیوار های نیل و انکر و شمع -برای خاک غیرچسبنده ۸۲

- نمودار(۳-۶۰) میزان جابجایی های افقی حاصل شده -دیوار های حائل طرنیل و انکر با شمع-خاک چسبنده ۸۳
- نمودار(۳-۶۱) میزان جابجایی های حاصل شده در دیوار های نیل و انکرو شمع -خاک غیرچسبنده ۸۳
- شکل(۳-۶۲) -توزیع تنش گسیختگی بحرانی، $FS=2/708$ -دیوار وزنی به ارتفاع ۷ متر-حالت استاتیکی..... ۸۸
- شکل(۳-۶۳) - توزیع تنش گسیختگی بحرانی، $FS=1/129$ در دیوار وزنی به ارتفاع ۷ متر - شبه استاتیکی-تحت زلزله Loma Prieta..... ۷۶
- شکل(۳-۶۴) - توزیع تنش گسیختگی بحرانی با ضریب ایمنی $2/433$ در دیوار طره ای به ارتفاع ۱۱ متر در حالت استاتیکی..... ۸۶
- شکل(۳-۶۵) - توزیع تنش گسیختگی بحرانی با ضریب ایمنی $1/099$ در دیوار طره ای به ارتفاع ۱۱ متر در حالت شبه استاتیکی با اعمال زلزله Loma Prieta..... ۸۶
- شکل(۳-۶۶) - توزیع تنش گسیختگی بحرانی با ضریب ایمنی $1/228$ در دیوار شات و نیل با انکر به ارتفاع ۱۹ متر - ایستایی گود-در حالت استاتیکی ۸۷
- شکل(۳-۶۷) - توزیع تنش گسیختگی بحرانی با ضریب ایمنی $1/336$ در دیوار شات و نیل با انکر به ارتفاع ۱۹ متر - اثر ضریب اطمینان $1/5$ در FzS -در حالت استاتیکی ۸۷
- شکل(۳-۶۸) - توزیع تنش گسیختگی بحرانی با ضریب ایمنی $1/210$ در دیوار شات و نیل با انکر به ارتفاع ۱۹ متر - بدون اثر کشش انکر-در حالت استاتیکی..... ۸۷

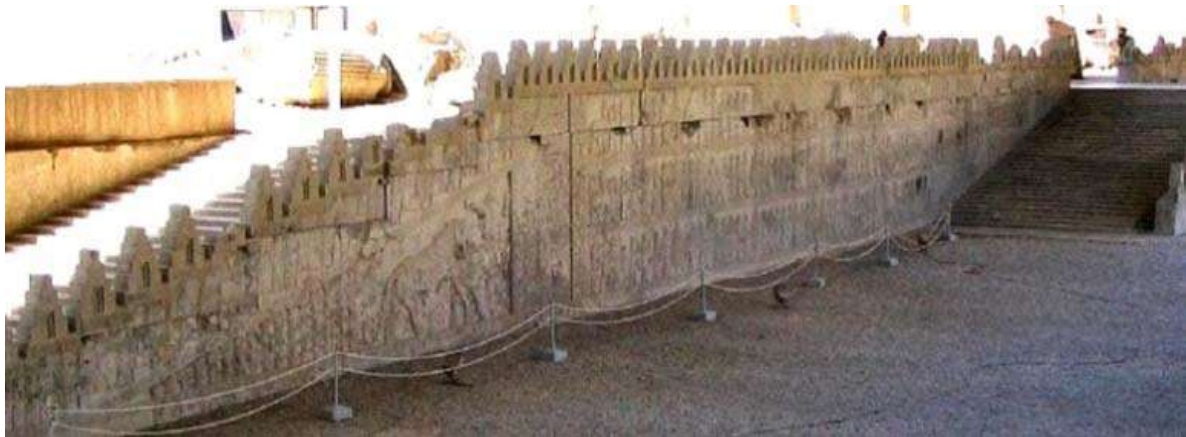
فهرست علائم و اختصارات

n	عدد ثابت (معمولاً برابر با یک)
C_u	ضریب یکنواختی
C_c	ضریب دانه بندی
D	قطر ذرات
G_s	دانه های خاکچگالی ذرات
ω	درصد رطوبت
ω_n	درصد رطوبت حدروانی
C_c	شاخص تراکم
PL	حد پلاستیک
LL	حد روانی
IC	نشانه استحکام
PI	نشانه پلاستیک
IL	نشانه روانی
A	عدد فعالیت رس
τ_f	مقاومت برشی
C	چسبندگی
φ	زاویه اصطکاک داخلی
σ	تنش قائم
ASTM	American Society for Testing and Materials روش آزمون استاندارد آمریکایی
AASHTO	American Association of State Highway and Transportation Officials سازمان امور ترابری و بزرگراه های ایالتی امریکا
CBR	California Bearing Ratio نسبت باربری کالیفرنیا
E	مدول الاستیسیته یا مدول برجهندگی
CPT	Cone Penetration Test آزمون نفوذ مخروط
SPT	Standard Penetration Test آزمون نفوذ استاندارد
Φ	قطر Nail یا Anchor

فصل اول: مقدمه و کلیات

۱-۱- دیوارهای حایل و کاربرد آن:

دیوارهای حایل با توسعه تمدن بشری شناخته و توسعه یافته است. قدمت برخی از انواع دیوارهای حایل به پیش از میلاد مسیح میرسد. بعنوان مثال در کاخ آپادانا در تخت جمشید و Caral Norte Chico در Supe Valley پرو [۱].



شکل (۱-۱) - پله های شرقی کاخ آپادانا [۲]

دیوارهای حایل بعنوان نمادی از توسعه تمدن بشری هستند بطوریکه بیانگر نحوه محافظتشان از خود در برابر حوادث طبیعی، حیوانات وحشی، انبار کردن ابزارها و غذا و ساخت خانه ها و پرستشگاههایشان است. توسعه تمدن بشری موجب توسعه بکارگیری از سازه های مرکب سنگی گردید و به تبع آن با توسعه صنعت ساخت سازه ها، انواع دیوارهای حایل بوجود آمدند. همچنین ساخت ساختمانهای مذهبی و نظامی، مانند معابد، در شیبهها، استفاده از این دیوارها را گسترش داد. ساختمانهای کهن با استفاده از سنگ، چوب و یا گل ساخته میشدند و دیوارهای حایل گزینه هایی برای دفاع، انبار کردن و محافظت از منابع غذایی بودند [۳]. دانش ساخت دیوارهای حایل بسته به دسترسی به مصالح مختلف ساخت آن دوره به دوره توسعه یافته است. بعنوان مثال ساخت دیواره های یخی ساخته شده در Lapland توسط اسکیموها و خانه های ساخته شده از ترکیب خاک و فضولات توسط قبایل Muhimba، قابل ذکر می باشند [۴]. اساس انتخاب انواع دیوارهای حایل عمدتاً بر پایه نوع مصالح، ابزارها و دانش ساخت در دسترس استوار است. در عین حال شرایط محلی، کاربری،

فضای در دسترس برای احداث، جزئیات و مشخصات محیط میزبان (خاک) نیز عواملی بسیار تأثیرگذار هستند که متعاقبا هزینه ساخت آنرا تعیین مینمایند. نوع سیستم طراحی دیوار برای محافظت هر گود یا دیواره خاکی عموماً بر اساس اولویت اقتصادی و سپس کاربری و شرایط محلی پیش گفته، بطور سلیقه ای از سوی طراحان مورد استفاده قرار میگیرد. آنچه در این بررسی به آن خواهیم پرداخت، در نظر گرفتن تأثیر ارتفاع خاک مورد حفاظت دیوارهای حایل در تعیین مناسبترین سیستم طراحی این دیوارها است.

۱-۲- مروری بر تحقیقات انجام شده :

دیوارهای حائل بعنوان سازه های نگهبان، قالباً بر پایه دو موضوع مهم انتخاب و مورد بررسی قرار گرفته اند:

۱-۲-۱- تأثیر عوامل فنی خاک و سازه

دیوارهای حایل براساس رفتار سازه ای و موقعیتشان یک تقسیم بندی کلی را شامل میگردند که در جدول (۱-۱) نشان داده شده است.

طی سمینار ASCE در سال ۲۰۱۳ اعلام گردید که بیش از ۵۰ نوع سیستم طراحی دیوارهای حایل در دنیا شناخته شده است که عموماً بر اساس نوع مصالح و یا وضعیت زمین شناختی و همچنین فشار جانبی دیواره گودی که باید محافظت نمایند بکار گرفته میشوند [۴].

جدول (۱-۱) - طبقه بندی دیوارهای حایل براساس مصالح مصرفی و نوع دیوارها [۴]

تقسیم بندی بر اساس مصالح مصرفی	تقسیم بندی بر اساس ساختار سازه ای
دیوارهای با مصالح بنایی	دیوارهای وزنی و شبه وزنی
دیوار با بلوکها و گابیونها	
دیوار بتن وزنی	
دیوار با بتن مسلح درجا	دیوارهای طره ای
دیوار با بتن مسلح پیش ساخته	
دیوارهای نیلینگ	دیوارهای انکر شده
دیوارهای نیلینگ و انکر پشت بندی	
دیوارهای با انکر دریل شافت	
دیوارهای تزریقی	دیوارهای شمعی
دیوارهای شیت پایی	
دیوارهای سولجر	
با ژئوتکستایل	خاک مسلح شده بصورت مکانیکی
خاک مسلح شده به روش متالیک	
خاک مسلح شده با وایر مش	

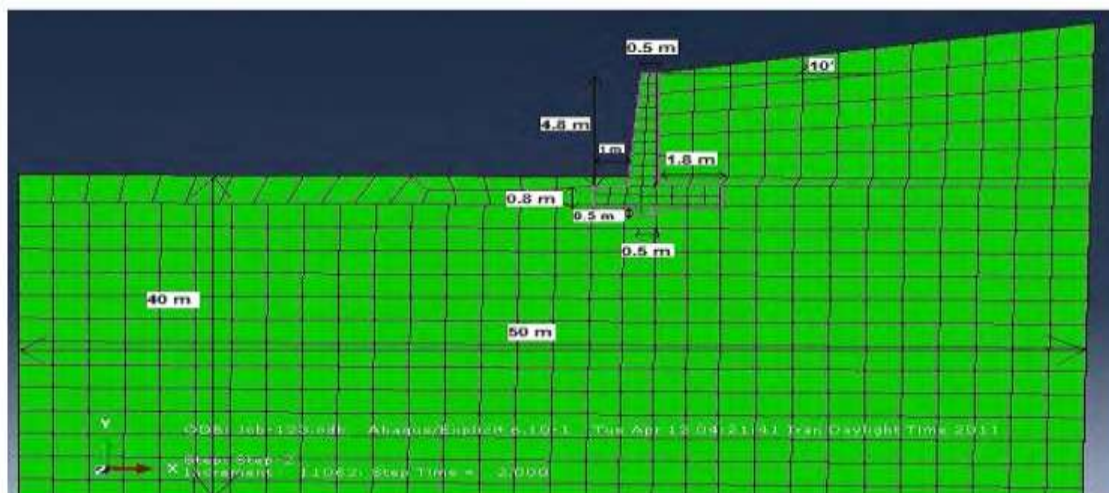
در تحلیل دیوارهای حایل تحت بارهای دینامیکی، از روش کلاسیک Mononobe-Okabe که یک تحلیل شبه استاتیکی است، استفاده میشود. Steedman & Zeng روش تحلیل شبه دینامیکی را ارائه کردند که در آن اثر تغییر فاز اعمال بار از استاتیکی به اعمال شتاب بار دینامیکی نیز در نظر گرفته شد [۵].

تحقیق‌های متعددی شامل ارائه روشهای تحلیلی، ساخت مدل‌های فیزیکی، مشاهدات عینی در پروژه‌های واقعی و تحلیل‌های عددی با استفاده از برنامه نویسی کامپیوتر و ابزارهای ژئوتکنیکی نیز

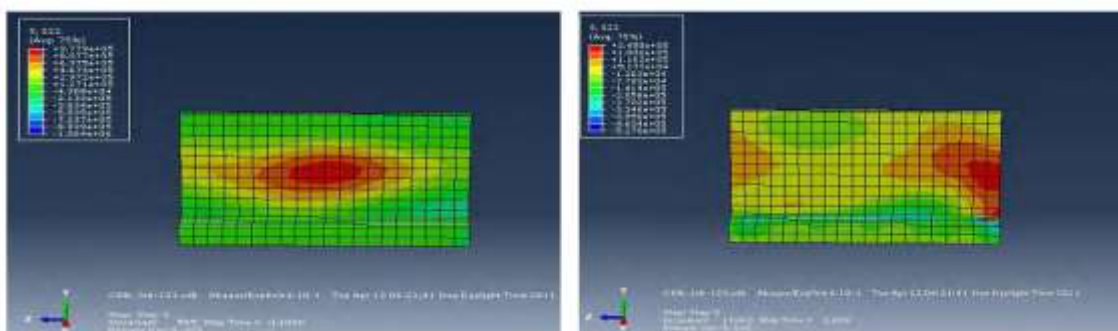
برای مطالعه رانش استاتیکی و دینامیکی خاک انجام شده است. Ishibashi & Sherif رانش خاکبرد دیوارهای حایل صلب را مورد مطالعه قرار دادند. Nadim نیز روشهای محاسبه رانش خاک تحت بار زلزله را بررسی کرد.

R. Karpurapu & R. J. Bathurs روش عددی کنترلر خاک در ساختار دیوار حایل برای بکفیل ماسه ای خوب دانه بندی شده با شرایط تراکم مختلف و همچنین با استفاده از Geofom را بررسی کردند. Richard J. Bathurst & Saman Zarnani نتایج مدلسازی ژئوفوم به عنوان حائل لرزه ای با استفاده از نرم افزار FLAC و نتایج حاصل از آزمایشات میز لرزه برای مدل با مقیاس کاهش یافته در آزمایشگاه را مقایسه نموده اند. در این بررسی ۵ مدل فیزیکی از ژئوفوم های با مدول های مختلف ساخته شده و با حالتی که ژئوفوم استفاده نشده است مقایسه شده اند. نتایج این بررسی نشان میدهند که مدلسازی عددی این قابلیت را دارد که با افزایش شتاب پایه برای هر ۶ مدل، به روند موجود در نیروهای جانبی دست پیدا کند و در بسیاری از موارد، پاسخ کمی دینامیکی مبتنی بر زمان بارگذاری بدست آمده از مدلسازی عددی، با مقادیر اندازه گیری شده از آزمایشات آزمایشگاهی همسویی قابل قبولی دارد. [۶]، [۷].

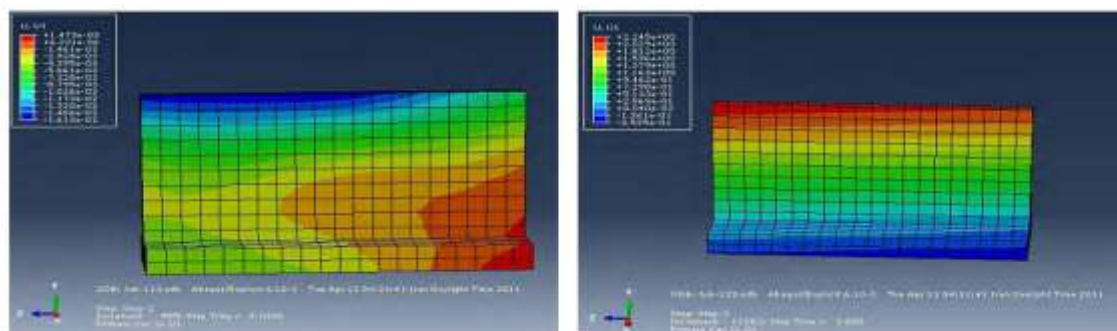
دکتر نادری و طالب پور اثر نوع خاک را در تحلیل لرزه ای دیوارهای حائل را با توجه به اندرکنش خاک و سازه ، با نرم افزار Abaqus مورد بررسی قرار دادند. بر اساس تحقیق ایشان بر روی سه نمونه خاک مختلف ، با نرمتر شدن خاک اطراف دیوار ، مقدار حداکثر تنش و تغییر مکان در جداره دیوار حائل تحت اثر اندرکنش خاک و سازه افزایش می یابد. ضمن اینکه بیشترین تنشها در مرکز دیوار و بیشترین تغییر شکلها در لبه بالایی دیوار (تاج دیوار) اتفاق می افتند [۸].



شکل (۲-۱) - ابعاد دیوار حائل و خاک پیرامون در نرم افزار [ABAQUS]



شکل (۳-۱) - تغییرات مقادیر تنش در جداره دیوار حائل در زمانهای 0.1 و 2 ثانیه [۸]

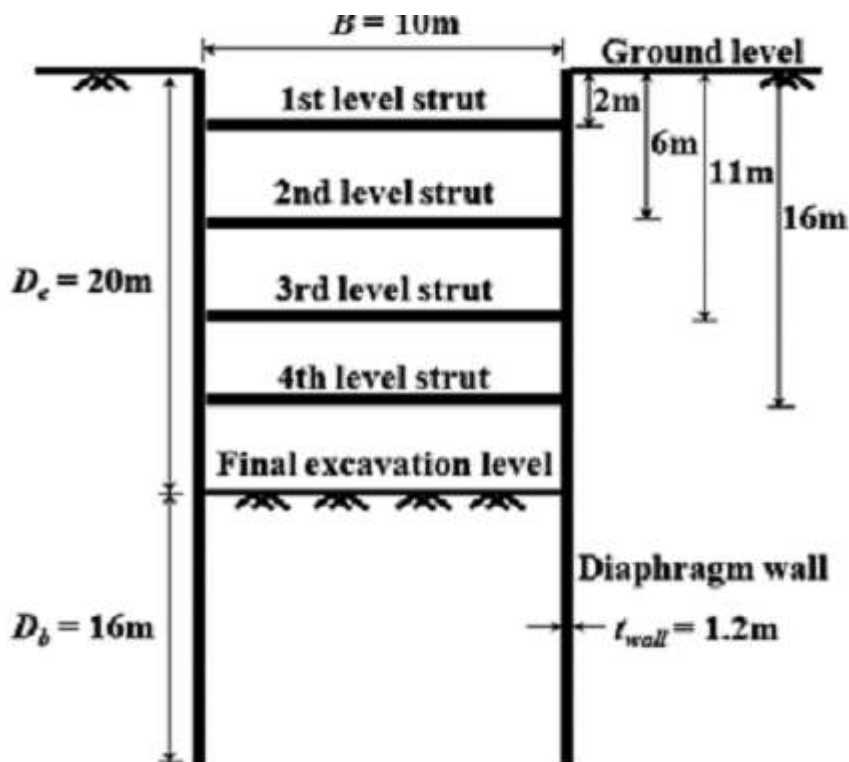


شکل (۴-۱) - تغییرات مقادیر تنش در جداره دیوار حائل در زمانهای 0.1 و 2 ثانیه [۸]

ج. بلوری بزازی و همکاران، تأثیر نوع زلزله بصورت تاریخیچه زمانی در رفتار لرزه ای دیوار حائل را مورد بررسی قرار دادند. بدین منظور با مدلسازی سه بعدی دیوار بتنی به کمک نرم افزار Abaqus، تأثیر زلزله های مختلف را با توجه به اثر اندرکنش خاک و سازه مورد بررسی قرار دادند [۹].

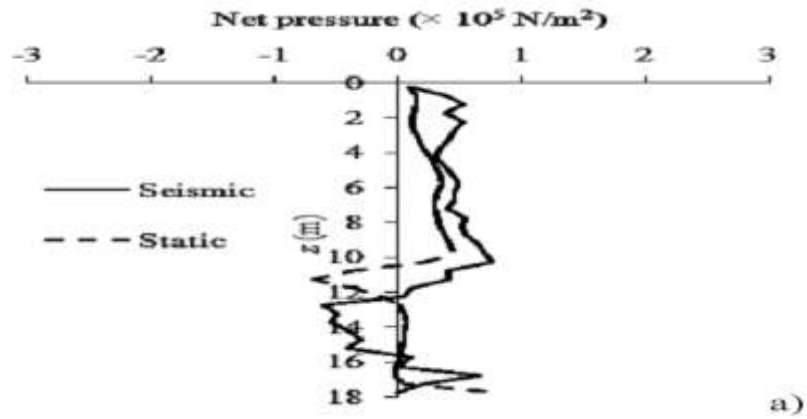
علاوه بر این در ایالات متحده آمریکا، بر اساس شرایط اقلیمی و زمین شناسی هریالت بطور مداوم استانداردهایی در طراحی سازه های نگهبان و مرتفع ارائه و اصلاح میگردند [۱].

K. D. A. Sengupta & S.S. Chowdhury اثر عمق را در خاکبرداری دیوار حائل با فشار خاک جانبی، تحت بار زلزله و با نرم افزار FLAC مدل سازی عددی نمودند.

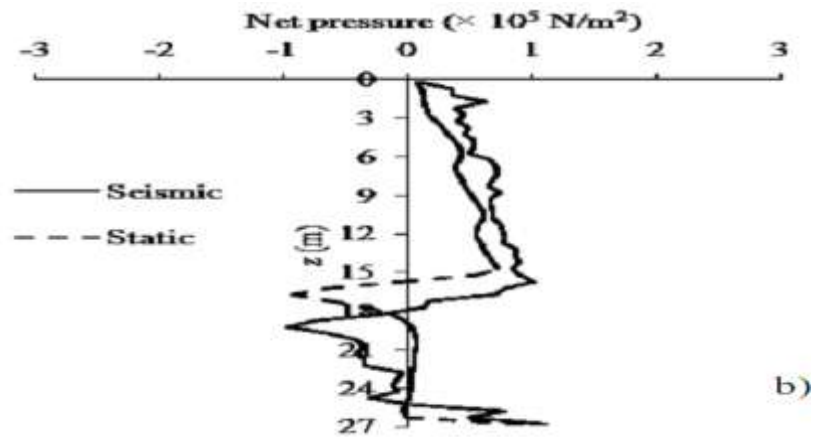


شکل (۱-۵) - تیپ دیوار مدل شده [Sengupta & Chowdhury ۱۰]

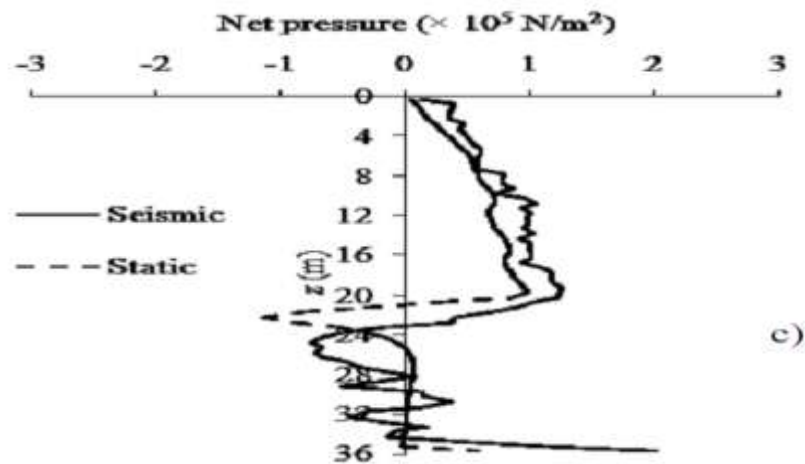
نوع خاک مورد نظراز نوع غیر چسبنده، در حالت الاستو پلاستیک خطی و با روش موهر-کلمب و ردیف استرات گذاریها در سه عمق ۱۵، ۱۰ و ۲۰ متر در نظر گرفته شده است. چنانچه در اشکال (۱-۶) تا (۱-۸) نشان داده شده اند، تمام مدلسازیها منتج به آن گردید که با افزایش عمق، فشار خالص جانبی خاک نیز، تحت بار زلزله افزایش می یابد [۱۰].



شکل (۶-۱) - میزان فشار خالص جانبی خاک در گودبرداری تا عمق ۱۰ متر تحت اثر زلزله [۱۰ Loma Prieta]



شکل (۷-۱) - میزان فشار خالص جانبی خاک در گودبرداری تا عمق ۱۵ متر تحت اثر زلزله [۱۰ Loma Prieta]



شکل (۸-۱) - میزان فشار خالص جانبی خاک در گودبرداری تا عمق ۲۰ متر تحت اثر زلزله [۱۰ Loma Prieta]

Choi & Chang در تحلیلی با استفاده از رگرسیون عوامل مختلف تعیین کننده در انتخاب سیستم طراحی مناسب دیوارهای حائل را مورد مطالعه قرار دادند. بر این پایه آنها عامل اثر گذار در تعیین و تغییر هر سیستم طراحی را در سه بخش در نظر گرفتند:

- دیوارهای حائل:

- a- دیوارهای با شمع و سلجر و شات ، که شمعهای H شکل و تا ۲۵ متر عمق ساخته شده اند
- b- دیوارهای سپر کوبی (sheet Pile) ، با ورقهایی تا عمق ۱۵ متر.
- c- دیوارهای تزریقی به کمک هیدرودریل در پشت دیوارهای دیافراگمی تا عمق ۴۰ متر
- d- دیوارهای با شمع درجا (CIP) که شامل بتن ریزی در چاهکهای حفاری شده تا عمق ۵۰ متر و اتصال آنها با المانها بتنی و فولادی به یکدیگر می باشند.

- ساپورت جانبی :

- a- بکار گیری انکر و نیلینگ برای مهار جانبی دیوارها از نوع فولادی .
- b- بکارگیری استرات (Strut) شامل دسته ای از انکرها و نیلینگ و یا تیرهای فولادی مورب.

- تزریقات موردی :

a- تزریق شیمیایی با فشار کم

b- تزریق با دوغاب با کمک جت و تحت فشار بالا

از رگرسیون نتایج این بررسی، ضریب پیش بینی هر بخش به ترتیب ۸۲/۶٪ ، ۸۰/۴٪ و ۷۶/۹٪ حاصل گردید . بزرگی هر یک از این اعداد به معنی اولویت آن در سیستم طراحی در نظر گرفته شده اند. [۱۱].

از سوی دیگر طبق بررسیهای انجام شده، در تایوان Yau (۲۰۰۲) الگوریتمی را تنظیم کرد که در آن داده های اولیه مانند جنس خاک و تکنولوژی در دسترس میتواند نوع طراحیهای را پیشنهاد

نماید. Choei (۲۰۱۰) روش دیگری را براساس روشها و مکانیزم ماشینی خاکبرداری دسته بندی نموده با توجه به آن دیوارهای حائل مناسب را پیشنهاد نموده است که یک سیستم کاملا وابسته به لجستیک هستند.

جدول (۲-۱) دسته بندیهای روش طراحی بر اساس الگوریتم نرم افزاری [۱۲Yau]

If Groundwater < 0.550
And Soil_Type is Sandy_Gravel
And Excavation_Depth >= 6.500
Then Retaining_Wall_System is Auger_Boring_Pile

If Groundwater < 0.550
And Soil_Type is Rock
Then Retaining_Wall_System is Auger_Boring_Pile

If Groundwater >= 0.550
And Soil_Structure_Solid is Yes
And Soil_Structure_V_Soft is Yes
Then Retaining_Wall_System is Auger_Boring_Pile

If Groundwater >= 0.550
And Soil_Type is Sandy_Gravel
And Soil_Structure_V_Soft is No
And Goundwater <1.625
Then Retaining_Wall_System is Auger_Boring_Pile
Then Retaining_Wall_System is Auger_Boring_Pile

در سال ۲۰۰۳ در شهر Wuhan، Yang به کمک الگوریتمهای چوبی نرم افزارها بر پایه عملکرد سیستم های پیش گفته و داده های مهمی همچون تراز آب زیر زمینی در آورد. که البته این الگوریتم ها صرفا برای شرایط تایوان قابل قبول بوده اند. بر اساس این مدل او توانست بیش از ۱۰۰ مورد از داده های مربوطه را دسته بندی و برای آنها سیستمهای مناسب را پیشنهاد کند

[۱۳].

لیکن امکان تعمیم شرایط این موارد به هیچ بخش از کشور ما میسر نبوده تا بتوان از آنها اقتباسی بدست آورد. در ضمن دسته بندی دیوارهای حائل در تایوان ۲۵۴ نوع است که قابل بررسی در این نگارش نیستند.

^۱- کلیه واحدها بر اساس سیستم متریک-به متر است

۱-۲-۲- تأثیر اقتصاد:

از نظر اقتصاد مهندسی، قیمت تمام شده، یکی از فاکتورهای تعیین کننده در انتخاب سیستم مورد استفاده در طراحی دیوارهای حائل است. بررسیهای گوناگونی در اینباره انجام گرفته است اما در یکی از آخرین کنکاشها، در سال ۲۰۱۴ این موضوع توسط Fernando Pitzaro Quintanar در دانشگاه تگزاس ایالات متحده آمریکا بطور کامل و مناسب بررسی گردیده است. پیزارو انواع دیوارهای حائل را براساس دسته بندی Das (۲۰۱۱)، در نظر گرفته است. اساس تحقیق پیزارو بر ۵ موضوع استوار بوده است:

۱- تشخیص نقاط قوت و ضعف انواع دیوارهای حائل در ساخت و سازها بر اساس تکنولوژی موجود.

۲- تطابق داده های بدست آمده با آنالیزهای گذشته

۳- جمع آوری و دسته بندی اطلاعات، بر اساس تکنولوژی ساخت در دسترس، محدودیتهای فنی در ساخت، آیین نامه ها و قیمتتهای پایه

۴- ایجاد ارتباط بین موارد پیش گفته برای ایجاد یک سیستم مقایسه ای در انواع دیوارها

۵- ایجاد یک راهنمایی هدفمند و الزام آور در بکارگیری نتایج حاصل از این تحقیق در فلوچارت طراحی و ساخت دیوارهای حایل.

یکی دیگر از منابعی که مبنای بررسیهای پیزارو نیز بوده است، استانداردهای ادارات راههای ایالتی آمریکا است که برای هر ایالت مبانی بخصوصی را در نظر گرفته اند. بعنوان مثال سازمان راهها و حمل و نقل ایالت Tennessee، داده های مشخص و شرایط خاص منطقه خود را بصورت یک دستور العمل در انتخاب نوع دیوارها، با توجه به تکنولوژی در دسترس و قیمتتهای پایه ارائه نموده است که جداول (۱-۳) و (۱-۴) بدان پرداخته است.

آنالیزهای مختلف انجام شده در تحقیق مذکور بر اساس سه موضوع اساسی و تعیین کننده در قیمت‌های تمام شده انواع دیوارهای مورد نظر ارائه گردیده است. این سه مبنا عبارتند از :

۱- هزینه ماشین آلات و تجهیزات مورد استفاده

۲- هزینه مصالح مصرفی

۳- هزینه دستمزد

آنچه در بررسی این تحقیقها بصورت نهایی حاصل آمده است شامل مقایسه ای از انواع دیوارهایی با ابعاد مشخص و در پروژه های منحصر بفردی بوده اند. عمدنتایج بدست آمده ایشان با شرایط اجرایی و نحوه آنالیز قیمت‌های کشور ما و حتی خاورمیانه (با توجه به بکارگیری تخصصهای ترکیبی ، قیمت مواد اولیه و حمل و نقل آن ، قیمت سوخت و تجهیزات یدکی و....) قابل انطباق نبوده اند. بر همین اساس لزوم به کارگیری دستورالعملها و مراجع داخلی اجتناب ناپذیر گردیده است.

۱-۳- نیاز به انجام بررسی تأثیر عمق:

در نهایت علیرغم اینکه بررسی های متعددی درباره سیستمهای طراحی دیوارهای حایل ، حاصل شده است ، اما غالب آنها به مسایل اقتصادی، نرم افزارهای کاربردی و یا تحلیلهای عددی نوع خاصی از دیوارها و یا صرفا اثر نوع خاک پیرامونی در تحلیل لرزه ای آن، پرداخته اند.

طبق آیین نامه های طراحی انواع دیوارهای حائل ، اساسا می بایست مقدار ضریب اطمینان مناسب در طراحی استاتیکی دیوارها با توجه به ارتفاع آنها مورد ارزیابی قرار گرفته و توسط مقدار تغییر مکانهای افقی و عمودی آنها کنترل گردند. فلذا موضوع این پایان نامه ، هر چند بطور محدود، میتواند یک ارتباط اجرایی مناسب در طراحیهای عمومی دیوارهای حایل باشد.

۴-۱- تقسیم بندی دیوارهای حائل

- ۱-۴-۱- دیوارهای حایل بر اساس مصالح مصرفی به کلاسهای زیر تفکیک شده اند [۱۴]:
 - ۱-۱-۴-۱- بتنهای درجا^۲ (CIP) که خود شامل:
 - دیوارهای وزنی (Gravity Walls)
 - دیوارهای طره ای (Contilever Walls)
 - دیوارهای طره ای پشت بنددار (Buttressed Walls)
 - ۲-۱-۴-۱- سپر کوبیها (Sheet Piles)
 - ۳-۱-۴-۱- شمعها (Piles)
 - ۴-۱-۴-۱- دیوارهای صندوقه ای (Bin Walls)
 - ۵-۱-۴-۱- دیوارهای گابیونی (Gabion Walls)
 - ۶-۱-۴-۱- دیوارهای سنگی (Dry Rubble Walls)
 - ۷-۱-۴-۱- دیوارهای سگمندی و پیش ساخته بتنی (Segmental Precasting Facing Walls)
 - ۸-۱-۴-۱- وایر مش (Wire Mesh)
 - ۹-۱-۴-۱- دیوارهای انکر شده (Anchored Walls)
 - ۱۰-۱-۴-۱- نیلینگ (Nailed Walls)
 - ۱۱-۱-۴-۱- دیوارهای همراه با ریز شمعها (Micro Pile walls)
 - ۱۲-۱-۴-۱- دیوارهای تزریقی (Slury Walls)
 - ۱۳-۱-۴-۱- منجمد کردن زمین (Ground Freezing)

در یک جمع بندی از خصوصیات دیوارهای حائل، انجمن حمل و نقل تنسی در آمریکا (Tennessee Department of Transportation) لیستی از پارامترهای تعیین کننده در استفاده از دیوار مناسب از ۹ نوع مورد نظر از سازه های حفاظت زمین را انتشار داده است. علاوه بر این جداولی از مزایا و معایب هر دیوار و ارجحیتهای مهندسی در استفاده از آنها را بیان

کرده است (جداول (۳-۱) و (۴-۱)) [۷]. این مراجع به دو دسته دیوارهای روی خاکریزها و خاکبردارها تقسیم شده اند، لازم به توضیح است که مطابق جهت ساخت دیوار، برخی از آنها قابل اجرا نبوده و کنار گذاشته میشوند [۴].

جدول (۳-۱) - بررسی دیوارها و مزایا و معایب هر یک در دسته بندی سازمان حمل و نقل ایالت تنسی آمریکا [۱]

Wall Type	Permanent	Temporary	Cost Effective Height Range	Cost (\$/sf face of wall)	Required Row	Differential Settlement Tolerance
Concrete Gravity Wall	X		30-10	25-35	0.5-0.7H	1/500
Concrete Cantilever	X		6-30	25-60	0.4-0.7H	1/500
Concrete Counterforce	X		30-60	25-60	0.4-0.7H	1/500
Concrete Crib	X		6-35	25-35	0.5-0.7H	1/300
Metal Bin	X		6-35	25-35	0.5-0.7H	1/300
Gabion	X		6-26	25-50	0.5-0.7H	1/50
MSE (precast facing)	X		10-65	22-35	0.7-1.0H	1/200
MSE (modular facing)	X		6-232	16-26	0.7-1.0H	1/100
MSE (geogrid, wire face)	X	X	6-50	15-35	0.7-1.0H	1/60

ادامه جدول (۳-۱) - بررسی دیوارها و مزایا و معایب هر یک برای خاکریزیهای دسته بندی [(T.D.O.T) ۱]

Wall Type	Advantages	Disadvantages
Concrete Gavity Wall	Durable	Deep foundation support may be necessary
	Requires less select backfill than MSE	Long construction time
	Concrete can meet aesthetic requirements	
Concrete Contilever	Durable	Deep foundation support may be necessary
	Requires less select backfill than MSE	Long construction time
	Concrete can meet aesthetic requirements	
Concrete Crib	Does not require skilled labor or specialized equipment	Difficult to make height adjustment in field
	Rapid Construction	
Metal Bin	Does not require skilled labor or specialized equipment	Difficult to make height adjustment in field
	Rapid Construction	Subject to corrosion
Gabion	Does not require skilled labor or specialized equipment	Needs Adequate source of stone
		Construction of wall requires significant labor
MSE(precast facing)	Does not require skilled labor or specialized equipment	Requires use of select backfill
	Flexibility in choice of facing	Subject to corrosion in aggressive environment
MSE(modular facing)	Does not require skilled labor or specialized equipment	Requires use of select backfill
	Flexibility in choice of facing	Subject to corrosion in aggressive environment
	Blocks are easily handled	Positive reinforcement connections to blocks is difficult to achieve
MSE(geogrid,wire face)	Does not require skilled labor or specialized equipment	Facing might not meet aesthetical requirements
		Geosynthetic reinforcement is subject to regradation in some environments
	Flexibility in choice of facing	Vegetated soil face requires high maintenance

جدول (۴-۱) بررسی دیوارها و مزایا و معایب هر یک برای خاکبرداری‌ها در دسته بندی [۱(T.D.O.T)]

Wall Type	Permanent	Temporary	Cost Effective Height Range	Cost (\$/sf face of wall)	Required Row
Sheet pile wall	X	X	UP to 16 ft	15-40	None
Soldier Pile /Legging Wall	X	X	UP to 16 ft	10-35/	None
Slurry (Diaphragm Wall)	X	X	20-80/	60-86/	None
Tangent Pile Wall (drill shaft wall)	X	X	20-80/	40-75/	None
Secant Pile wall	X	X	20-80/	4075/	None
Anchored Pile Wall	X	X	16-65/	15-75/	0.6H+boned Length
Soil Nailed wall	X	X	10-65/	15-56/	0.6H – 1.0H
Micropile Wall	X		30	75-125/	None

ادامه جدول (۴-۱) - بررسی دیوارها و مزایا و معایب هر یک برای خاکبرداری‌ها در دسته بندی [T.D.O.T] ۱

Wall type	Lateral Movements	Water Tightness	Advantages	Disadvantages
Sheet Pile Wall	Large	Fair	Rapid Construction	Difficult to construct in hard ground or obstructions
			Readily Available	
Soldier Pile /Legging Wall	Medium	Poor	Rapid Construction	Difficult to maintain tolerance in hard ground
			Soldier Piles can be drilled or driven	Potential for ground loss at excavated face
Slurry (Diaphragm Wall)	Small	Good	Can be constructed in all soil type weathered rock	Requires specialty contractor
			Watertight	Significant spoil for disposal
			Wide range of stiffness	Requires specialized equipment
Tangent Pile Wall (drill shaft wall)	Small	Fair	Adaptable to Irregular layout	Difficult to maintain tolerance in hard ground
			Can Control wall stiffness	Significant spoil for disposal Requires specialized heavy equipment
Secnat Pile Wall	Small	Fair	Adaptable to Irregular layout	Significant spoil for disposal
			Can Control wall stiffness	Requires specialized heavy equipment
Anchored Wall	Small-Medium	N/A	Adaptable to variable site condition	Requires highly specialized labor and equipment
			Can resist large horizontal pressure	Anchors may require permanent easements

ادامه جدول (۴-۱) بررسی دیوارها و مزایا و معایب هر یک برای خاکبرداریها در دسته بندی [۱ (T.D.O.T)]

Wall type	Lateral Movements	Water Tightness	Advantages	Disadvantages
Soil Nailed Wall	Small-Medium	N/A	Rapid Construction	Nails may require permanent easements
			Adaptable to Irregular alignment	Difficult to construct and design below water table
Micro Pile Wall	Small	N/A	Does not require excavation	Requires specialty contractor

از دیگر سو، روشهایی مانند دیوارهای دیافراگمی و تزریقی برای کار در عرضهای محدود هستند و بطور خاص مانند کناره های کانالها استفاده میشوند. روش انجماد نیز یک روش موقت برای سازه نگهبان است که در کشورهای پیشرفته متداول است [۴].

۱-۴-۲- تقسیم بندی دیوارهای حایل براساس نشریه ۳۰۸ [۱۵]:

در ایران بر اساس نشریه ۳۰۸ سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور ، دیوارهای حایل رامیتوان از نظر مصالح، روش اجرا، کاربری و عملکرد دردی بند کرد. از لحاظ عملکرد سازه ها، انواع متعارف دیوارهای حایل به شرح زیر میباشد:

۱-۴-۲-۱- دیوارهای حایل صلب

دیوارهایی را گویند که خودراباننشستهای محیط میزبان هماهنگ نمی نمایند. انواع متداول آنها عبارتند از:

- دیوارهای حایل وزنی (بنایی و بتنی)
- دیوارهای حایل غیروزی (طره ای و پشتب ندادارو...)
- دیوارهای حایل عمیق (سپرهای بتنی)

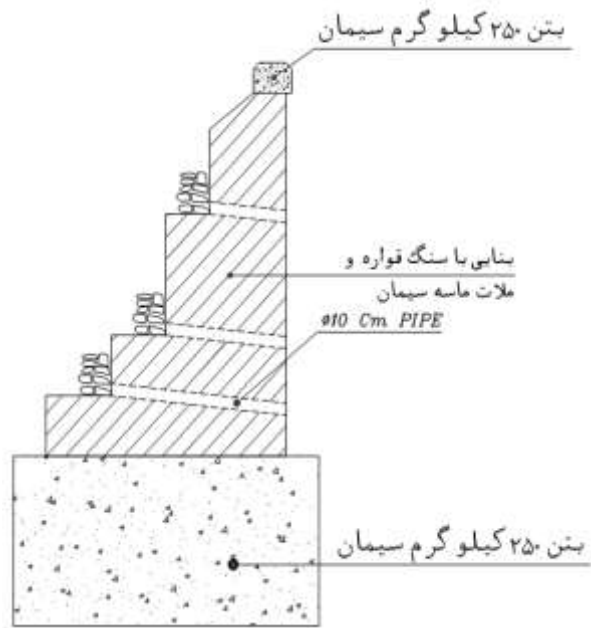
۱-۴-۲-۱- دیوارهای حایل وزنی

دیوارهای حایل وزنی شامل دیوارهای بنایی (به طور معمول سنگی)، و دیوارهای حایل بتن غیر مسلح میباشند. هندسه این دیوارها طوری انتخاب میگردد که برآیند نیروهای وارد بر آن (شامل وزن و نیروهای جانبی) در شکل (۱-۲ الف) هسته قاعده و یا مقطع افقی آن قرارگیرد. در مواقعی تنش کششی ناچیزی در مقطع افقی دیوار و یا منطقه بدون فشار در قاعده دیوار مجاز است.

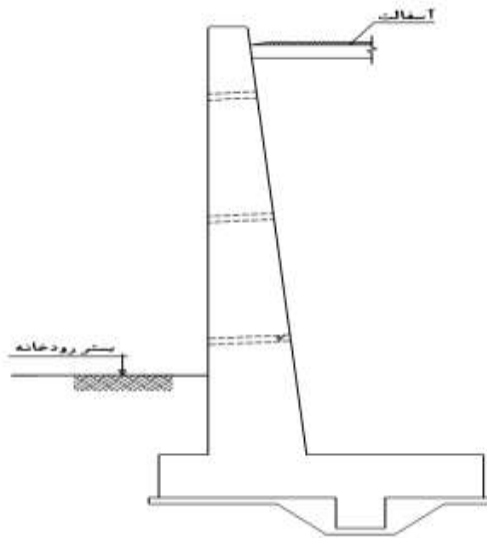
۱-۴-۲-۱-۲ دیوارهای حایل غیر وزنی

مطابق شکل (۱-۲) ب، دیوار حایل طر های از دیوار و شالوده بتن مسلح تشکیل مییابد که طرح هندسی مقطع آن شبیه به T وارونه است. دیوار و شالوده برای مقابله با نیروی برشی و لنگر خمشی ناشی از بارها و فشارهای خارجی، با استفاده از آرماتور، مسلح میگردد. عرض پایه طوری انتخاب میشود که از واژگونی و لغزش دیوار جلوگیری به عمل آمده و تنش تماسی خاک در زیر آن از مقدار مجاز کمتر باشد. ترازیر شالود ه باید پایین تراز عمق یخبندان باشد.

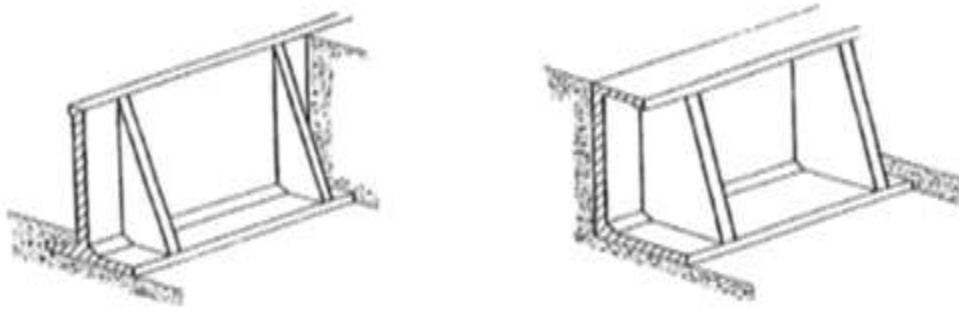
در مقایسه با سایر دیوارهای غیر وزنی، دیوار حایل طره ای از همه ساده تر و معمول تر است. دیوارهای بتن آرمه پشت بند دار هر چند که ممکن است در مصرف بتن و آرماتور صرفه جویی به عمل آورند، اما به علت مشکلات قالب بندی و اجرای یچندان مورد استقبال قرار نمیگیرد (شکل ۱-۲ پ). نوع خاصی از دیوارهای حایل طره ای هم هستند که در آن طاقچه های خاصی برای بارگذاری معکوس دیوار تعبیه شده است. این طاقچه ها هم از فشار جانبی می کاهند و هم لنگری مخالف لنگر واژگونی ایجاد مینمایند. از اینرو به آنها "رفهای فشار شکن" و به این دیوارها، دیوار حایل رف دار گفته میشود.



شکل (۲-۱) الف-دیوار حائل صلب وزنی



شکل (۲-۱) ب-دیوار حائل صلب طره ای



شکل (۲-۱) پ- انواع دیوارهای حائل-دیوار حائل پشت بنددار

۳-۱-۲-۴-۱- دیوار حائل عمیق

دیوارهای حائل عمیق و صلب در اصل همان دیوارهای سپرکوبی هستند که بصورت سپر در داخل خاک کوبیده شده و یا گاهی به کمک مهار بندی در خاک تعبیه میشوند و کلیه تنشها در دو بخش دیواره سپر و مهار کنترل میگردند.

۲-۲-۴-۱- دیوارهای حایل انعطافپذیر

دیوارهایی را گویند که خود را باننشستهای محیط میزبان هماهنگ مینمایند. علاوه بر روشهای سنتی، روشهای نوینی برای احداث دیوارهای حایل ابداع شده است. در ادامه شکل (۲-۱) تعدادی از این روشها ارائه شده اند. دیوارهای حایل ساخته شده با این روشها، علاوه بر تازگی، خصوصیت بارزی دارند که آنها را از دیوارهای قبلی متمایز می کند. این خصوصیت انعطاف پذیری آنها و قابلیت تطبیق باننشستهای طبیعت است که روشهای سنتی فاقد آن هستند. به همین دلیل در مقابل روشهای سنتی که دیوارهای صلب نامیده میشوند، روشهای نوین به دیوارهای انعطافپذیر معروف هستند. هرچند که هزینه اولیه این دیوارها نسبت به دیوارهای صلب کمتر است، ولی باید به عمر کمتر آنها در مقام مقایسه با دیوارهای صلب وجه خاص نمود و در مقایسه گزینه ها آن را مدنظر گرفت. انواع متداول آنها عبارتند از:

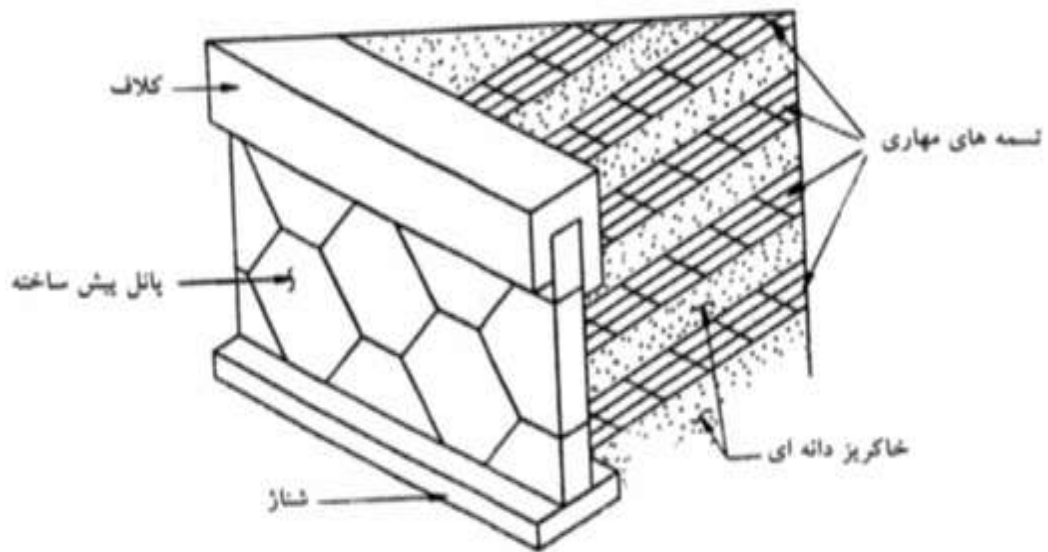
- دیوارهای خاک مسلح با تسمه های فولادی
- دیوارهای خاک مسلح با شبکه های پلیمری

- دیوارهای حایل توری سنگی

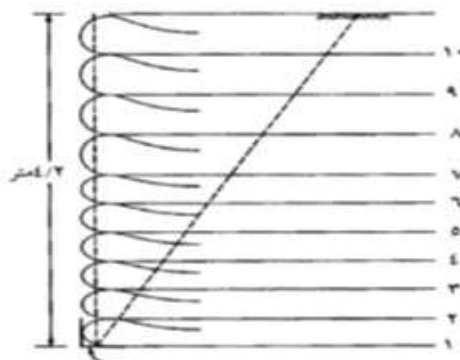
- دیوارهای قفسه ای

- سپرهای فولادی

ضوابط طراحی دیوارهای فوق در چهارچوب این مطالعه قرار نمیگیرند. علاوه بر این، میتوان دیوارهای خاص و بلندرانام برد که بررسی آنها خارج از دامنه این راهنماست.



شکل (۲-۱) ث- دیوار حائل انعطاف پذیر از نوع خاک مسلح با تسمه های مهاری فولادی



شکل (۲-۱) ج- دیوار حائل انعطاف پذیر از نوع خاک مسلح با ژئوتکستایل

فصل دوم: تعیین سیستم طراحی

۲-۱- نوع خاک (محیط میزبان طرح):

ابتدایی ترین موضوع در تعیین سیستم طراحی دیوارهای حائل محیط میزبان طرح است. در تعیین عملکرد انواع دیوارهای حایل، نوع خاک به لحاظ ایستایی و چسبندگی و همچنین میزان رطوبت خاک و تراز آبهای زیرزمینی بسیار تأثیر گذار هستند. لذا برای اینکه بررسیهای در دست انجام کاربردی و قابل اعتنا باشند، از اطلاعات زمین شناسی و مکانیک خاک محدوده "سد خاکی چاشم در استان سمنان" استفاده گردیده است. این سد به منظور تأمین آب آشامیدنی سمنان، مهدیشهر و کشاورزی اراضی پایاب سد طراحی شده است. ارتفاع دیواره های خاکبرداری و شرایط مکانیک خاک و بافت زمین شناسی محدوده اجرا، با توجه به اسکلت دایکهای جانبی و جاده های دسترسی آن استفاده از دیوارهای حایل را اجتناب ناپذیر نموده است. در این بررسی، بر روی دو نوع دسته بندی کلی خاک (خاکهای ریزدانه و چسبنده و خاکهای درشت دانه و غیر چسبنده) در محدوده ساختگاه و مسیر دسترسی به سد چاشم، به مشخصات پیوست، کار شده است.

۲-۱-۱- مصالح غیر چسبنده آبرفتی

به منظور شناخت بافت زیرسطحی محدوده سد مخزنی چاشم در مطالعات ژئوتکنیک تکمیلی تعداد ۶ گمانه در محدوده پی آبرفتی و حدود دایکها حفر شده است. اطلاعات بدست آمده از گمانه های حفاری شده در عرصه آبرفتی و پی نشان می دهد که حداکثر ضخامت آبرفت در این ناحیه حدود ۳۸ متر است که بخش عمده آنها رسوبات درشت دانه رودخانه ای می باشد. بافت و طبقه بندی مهندسی مصالح ترکیبی از شن رس و لای دار همراه با ماسه (GC-GM) با اندیس پلاستیسیته حداکثر ۷ می باشد. در بخش میانی این نهشته ها زونی از خاک با ترکیب ماسه رس دار SC با پلاستیسیته ۸ مشاهده می شود. دانه بندی غالب مصالح در کلاس Poorly قرار دارد. به منظور تعیین وضعیت

فقیر-³

نفوذپذیری و تراکمی، به ترتیب آزمایشات لفران و ضربه و نفوذ استاندارد (SPT) انجام پذیرفته است که در ادامه نتایج به دست آمده از آزمایشات مذکور ارائه شده است.

۱-۱-۲. آزمایش‌های صحرائی

از آنجایی که اخذ نمونه‌های دست نخورده و انجام آزمایشات آزمایشگاهی روی مصالح درشت‌دانه و آبرفتی غیرممکن بوده است، جهت تعیین خصوصیات و پارامترهای مهندسی مصالح آبرفت و سنگ پی، آزمایشات درجا در محل گمانه‌ها صورت گرفته است.

آزمایشات صحرائی که روی مصالح انجام شده است عبارتند از،

الف) آزمایش نفوذ استاندارد (SPT یا CPT)

ب) آزمایش نفوذپذیری در محل (آزمایش لوفران)

الف) آزمایش نفوذ استاندارد (S.P.T)

آزمایش نفوذ استاندارد (S.P.T.) برای تعیین تراکم نسبی رسوبات ماسه‌ای و مقاومت فشاری ساده خاکهای رسی انجام می‌شود. در این آزمایش از نمونه‌گیر شکافدار و دو نیمه (Split Spoon) استفاده می‌شود. شرح کامل آزمایش در استاندارد ASTM D1586-84 ارائه شده است. در مواقعی که مصالح درشت دانه بوده، امکان خطا در نتایج آزمایش وجود دارد از آزمایش مخروط استاندارد C.P.T و به صورت نقطه‌ای استفاده می‌شود. با توجه به نتایج به دست آمده، تراکم اغلب مصالح بر اساس عدد N(آزمایش SPT) در کلاس متوسط^۴ قرار می‌گیرد. تنها ناحیه میانی (۱۷-۱۳ متری) که با افزایش سیلت و رس نیز همراه است در کلاس متراکم (Dense) واقع است. بالا بودن عدد SPT در اعماق ۱۳ تا ۱۷ متری در اغلب گمانه‌ها تأیید شده است. این نتیجه در گمانه‌های حفاری شده در مرحله نخست مطالعات (CHB1، CHB2) نیز بدست آمده است.

⁴-Medium

ب) نفوذپذیری

برای تعیین نفوذپذیری مصالح آبرفتی رودخانه‌ای سد چاشم، آزمایش لوفران با سطح آب ثابت و متغیر پس از هر دو متر حفاری و یا تغییر لایه در گمانه حفر شده انجام می‌شود. در این آزمایش ابتدا حفاری تا بالای قطعه مورد نظر انجام شده، سپس غلاف^۵ تا کف گمانه وارد می‌شود و با ریختن کلوخه‌های بنتونیت و کوبیدن آنها در کف گمانه، حفاری در قطعه مورد نظر با یک قطر کمتر انجام شده و آزمایش لوفران انجام می‌گیرد. آزمایش لوفران به سه روش هد ثابت، افتان یا خیزان انجام می‌شود که در ایران فقط دو روش اول مرسوم است. قطعات مورد آزمایش غالباً ۸۰ تا ۱۰۰ سانتیمتر بوده، آزمایش تا رسیدن به اختلاف قرائت ۱۰ درصدی برای دو قرائت متوالی به مدت ۱۰ دقیقه، ادامه یابد. آزمایشات لوفران انجام شده تراوایی عمومی این مصالح را در حد 10^{-3} تا 10^{-4} سانتیمتر برثانیه نشان می‌دهد ولی مقاطعی که اغلب در ترازهای میانی هستند تراوایی 10^{-5} تا 10^{-6} را از خود نشان داده‌اند.

۲-۱-۲ خاکهای ریزدانه و مصالح چسبنده

۱-۲-۱-۲ محدوده خاکهای ناحیه 1

این خاکها همانگونه که در فاصله مسیر ارتباطی بین شه‌میرزاد و روستای چاشم و حدوداً تا ۱۳ کیلومتری شرق ساختگاه سد مورد بررسی قرار گرفته است. در این محدوده در مطالعات مرحله اول ۱۵ چاهک به نامهای TP1 تا TP15 و در مطالعات مرحله دوم ۶ چاهک به نامهای TPF8 تا TPF13 حفر شده است.

۲-۲-۱-۲ محدوده خاکهای ناحیه 2

در این محدوده در حد جنوبی روستای چاشم و در محدوده ساختگاه، در مطالعات مرحله اول ۱۰ چاهک به نامهای TP16 تا TP25 و در مطالعات مرحله دوم ۵ چاهک به نامهای TPF1 تا TPF4 و

⁵-Casing

TPF14 حفر شده است. در اکثر چاهکهای این منبع خاکها (بجز در پنج چاهک) عمق حفاری به دلیل برخورد با سنگ بستر یا آب، کمتر از ۵ متر می باشد.

۳-۲-۱-۲ - محدوده خاکهای ناحیه 3

این خاکها نیز در محدوده غربی خاکهای 2 واقع شده است. این محدوده در مطالعات مرحله دوم شناسایی و تعداد ۳ چاهک به نامهای TPF5 تا TPF7 در این محدوده حفر شده است.

۴-۲-۱-۲ - نتایج آزمایشات آزمایشگاهی منابع خاکهای ریزدانه

۱-۴-۲-۱-۲ - آزمایشات اولیه

آزمایشات طبقه‌بندی و مشخصات کلی مصالح ریزدانه: در بررسی نوع خاکهای ریزدانه، جمعاً در حدود ۱۵۷/۶ متر حفاری دستی انجام شده که ۹۴/۷ متر در منبع خاکهای F1، ۴۷/۹ متر در منبع خاکهای (2) و ۱۵ متر در منبع خاکهای (3) در مجموع مطالعات مرحله اول و دوم بوده است. بر روی کلیه نمونه‌های فوق‌الذکر به منظور تعیین حدود روانی و خمیری و پلاستیسیته نمونه‌ها آزمایشات حدود اتربرگ و رده‌بندی در نظام متحد^۶ صورت گرفته است. بر اساس نتایج حاصله، خاکهای ریزدانه (1) و محدوده شرقی خاکهای (2) به طور میانگین از مصالح رسی (CL) تشکیل شده است. اما محدوده غربی خاکهای (2) عمدتاً درشت دانه بوده که این مسئله با انجام حفاری جدید در این محدوده در مرحله دوم مطالعات نیز تأیید گردید. خاکهای (3) نیز از ترکیبی از مصالح ریزدانه CL و درشت دانه SC تشکیل شده است. میانگین حد روانی برای منابع خاکهای (1)، (2) و (3) به ترتیب ۳۱، ۲۸ و ۲۳ و شاخص خمیری (PI) نیز برای منابع مذکور به ترتیب ۱۱، ۱۰ و ۸ می باشد. پوش منحنی مصالح منتخب منابع خاکهای (1)، (2) و (3) در اشکال (۱-۳) تا (۱-۵) ارائه شده است. براساس این نتایج رطوبت در محل خاکهای (1) در اعماق ۲ و ۴ متری به طور متوسط حدود ۱۵/۶ و ۱۶/۶ درصد، در

⁶ -USCS

خاکهای (2) حدود ۱۱/۱ و ۱۱/۴ درصد و در خاکهای (3) حدود ۵/۳ و ۹/۶ درصد اندازه گیری شده است. همچنین وزن مخصوص خشک در محل مصالح خاکهای (1) در اعماق ۲ و ۴ متری حدود ۱/۵۸ و ۱/۵۵ گرم بر سانتیمتر مکعب و در خاکهای (2) حدود ۱/۷۲ و ۱/۷۲ گرم بر سانتیمتر مکعب و در خاکهای (3) حدود ۱/۷۰ و ۱/۷۷ گرم بر سانتیمتر مکعب تعیین شده است. عدد فعالیت نمونه های میانگین خاکهای (1) در محدوده فعالیت صفر تا ۰/۵ و نمونه های میانگین محدوده شرقی خاکهای (2) در محدوده فعالیت ۰/۵ تا ۱ و نمونه های میانگین خاکهای (3) در مرز یک قرار داشته که نشان از فعالیت پایین این مصالح دارد. قابلیت تورم نمونه های میانگین منابع خاکهای (1)، (2) و (3) که پتانسیل تورم آنها در محدوده کمتر از ۱/۵٪ بوده و لذا این نوع خاکها با پتانسیل تورم کم ارزیابی می شوند.

۲-۱-۲-۲-۴-۲- آزمایشات مهندسی

پارامترهای بدست آمده از آزمایشات مهندسی بیانگر رفتار خاک می باشند که با توجه به نتایج به دست آمده از آزمایشات دانه بندی، آزمایشات مهندسی تنها بر روی مصالح خاکهای (1) و محدوده شرقی خاکهای F3 انجام گردید که نتایج آن در ادامه ارائه شده است.

۲-۱-۲-۳-۴-۲- آزمایش تراکم

در عملیات خاکی تراکم امری ضروری برای بهبود رفتار خاک است. تراکم سبب فشرده تر شدن ساختمان خاک و در نتیجه کاهش نشست، افزایش مقاومت برشی، کاهش نفوذپذیری و کاهش قابلیت تورم خاک می شود. افزودن آب تا میزان مشخصی، تسهیل در چگالتر شدن جسم خاک را در پی خواهد داشت. برای تعیین درصد رطوبت بهینه و بیشترین وزن حجمی قابل تأمین، از آزمایش تراکم استاندارد (پراکتور) به روش ASTM استفاده شده است. در این مطالعات بر روی

نمونه‌های تحتانی چاهکها، آزمایش تراکم استاندارد به روش ASTM-698 انجام شده است. بر این اساس میانگین دانسیته خشک حداکثر در منابع خاکهای (1) و (3) به ترتیب ۱/۷۶ و ۱/۸۳ گرم بر سانتیمتر مکعب و میانگین رطوبت بهینه در منابع خاکهای مذکور ۱۷/۲۵ و ۱۶/۰۰ درصد بدست آمده است.

۲-۱-۲-۴-۴-۴- نفوذ پذیری :

برای تعیین نفوذپذیری مصالح ریزدانه مورد استفاده، آزمایش نفوذپذیری بر روی نمونه‌های بازسازی شده^۷ چاهکهای TP6, TP9, TP11, TP14, TP16 و TP19 انجام گرفته است. در این آزمایش با توجه به نتایج بدست آمده از آزمایش تراکم استاندارد، نمونه با دانسیته حداکثر و رطوبت نزدیک به درصد رطوبت بهینه ساخته و آزمایش نفوذپذیری بر روی آن انجام می‌شود. با توجه به نتایج آزمایشات آزمایشگاهی و قضاوت کارشناسی براساس تجربیات موجود مقادیر نفوذپذیری قائم برای استفاده در تحلیل‌های تراوش، برابر 2×10^{-7} سانتی‌متر بر ثانیه پیشنهاد می‌گردد. مقدار نفوذپذیری افقی با فرض ضریب $4 = \frac{Kx}{Ky}$ برابر 8×10^{-7} سانتی‌متر بر ثانیه پیشنهاد می‌شود.

۲-۱-۲-۴-۵- تحکیم

در این مطالعات بر روی نمونه‌های معدل چاهکهای TP6, TP9, TP11, TP14, TP16 و TP19 آزمایش تحکیم انجام شده است. این نمونه‌ها با دانسیته خشک حداکثر و مقدار رطوبت نزدیک به رطوبت بهینه حاصل از آزمایشات تراکم بازسازی شده‌اند. براساس نتایج آزمایشات برای خاکهای (1) و (2) مقدار ضریب تحکیم (Cv) به ترتیب برابر $3/81 \times 10^{-3} \text{ cm}^2/\text{sec}$ و $10^{-3} \text{ cm}^2/\text{sec}$ ، ۴/۱۲، ضریب فشردگی حجمی (Mv) 10^{-2} Kg/cm^2 و 10^{-2} Kg/cm^2 و ۶/۷۰،

⁷-Remolded

ضریبشردگی (Cc) برای هر دو منبع خاکهای ۰/۱۷، شاخص تورم (Cs) به ترتیب ۰/۰۳ و ۰/۰۲ و تخلخل اولیه مصالح نیز به ترتیب برابر ۰/۶۲۶ و ۰/۵۷۶ بدست آمده است.

۲-۱-۲-۴-۶- مقاومت برشی

در این مطالعات بر روی نمونه‌های مناسب چاهک های TP14, TP11, TP9, TP6 و TP19 که در محدوده مناسب منابع خاکهای (1) و (2) قرار دارند آزمایش سه محوری انجام شده است. آزمایشات بر روی نمونه‌هایی با قطر ۳۸ میلی‌متر و شرایط نزدیک به دانسیته حداکثر و رطوبت بهینه بازسازی شده اند. آزمایشات بر روی نمونه‌هایی با قطر ۳۸ میلی‌متر که با شرایط نزدیک به دانسیته حداکثر و رطوبت بهینه بازسازی شده است انجام شده است. پارامترهای مقاومتی (C, φ) ارائه شده در این جدول بر مبنای منحنی‌های پوش موهر-کلمب بدست آمده‌اند. به منظور تعیین خصوصیات مقاومتی مصالح رسی منابع خاک مورد استفاده (1) به جای متوسط گیری، C و φ بدست آمده از آزمایشات UU، CU و CD، توصیه شده است که نمودار p-q رسم شده و براساس آن مقادیر C و φ تعیین شده اند. در این روش مقدار $q = \frac{\sigma_1 - \sigma_3}{2}$ در برابر $p = \frac{\sigma_1 + \sigma_3}{2}$ رسم شده و خطی بر نقاط فوق برآزش داده شده است. این خط می‌تواند بهترین خط عبور کننده از میان نقاط بر مبنای کمینه مجموع مربعات خط^۸ به صورت متوسط باشد. پس از رسم این نمودار، دو پارامتر به نامهای a و α که اولی نشان-دهنده عرض از مبدأ خط برآزش یافته و دیگری شیب خط است بدست می‌آید. رابطه‌های این اعداد با پارامترهای مقاومت برشی خاک بصورت زیر است:

$$\varphi = \sin^{-1}(\tan \alpha)$$

$$C = \frac{a}{\cos \varphi}$$

نتایج بدست آمده از این نمودار به شرح زیر است:

⁸ -Best Line

UU

$$q = 0.0877p + 0.7381$$

$$C = 74.90 \text{ kN/m}^2$$

$$\phi = 5.09$$

CU

$$q = .3423p + 0.4953$$

$$C = 52.71 \text{ kN/m}^2$$

$$\phi = 20.02$$

CU(eff)

$$q = 0.4604p + 0.3384$$

$$C = 38.12 \text{ kN/m}^2$$

$$\phi = 27.41$$

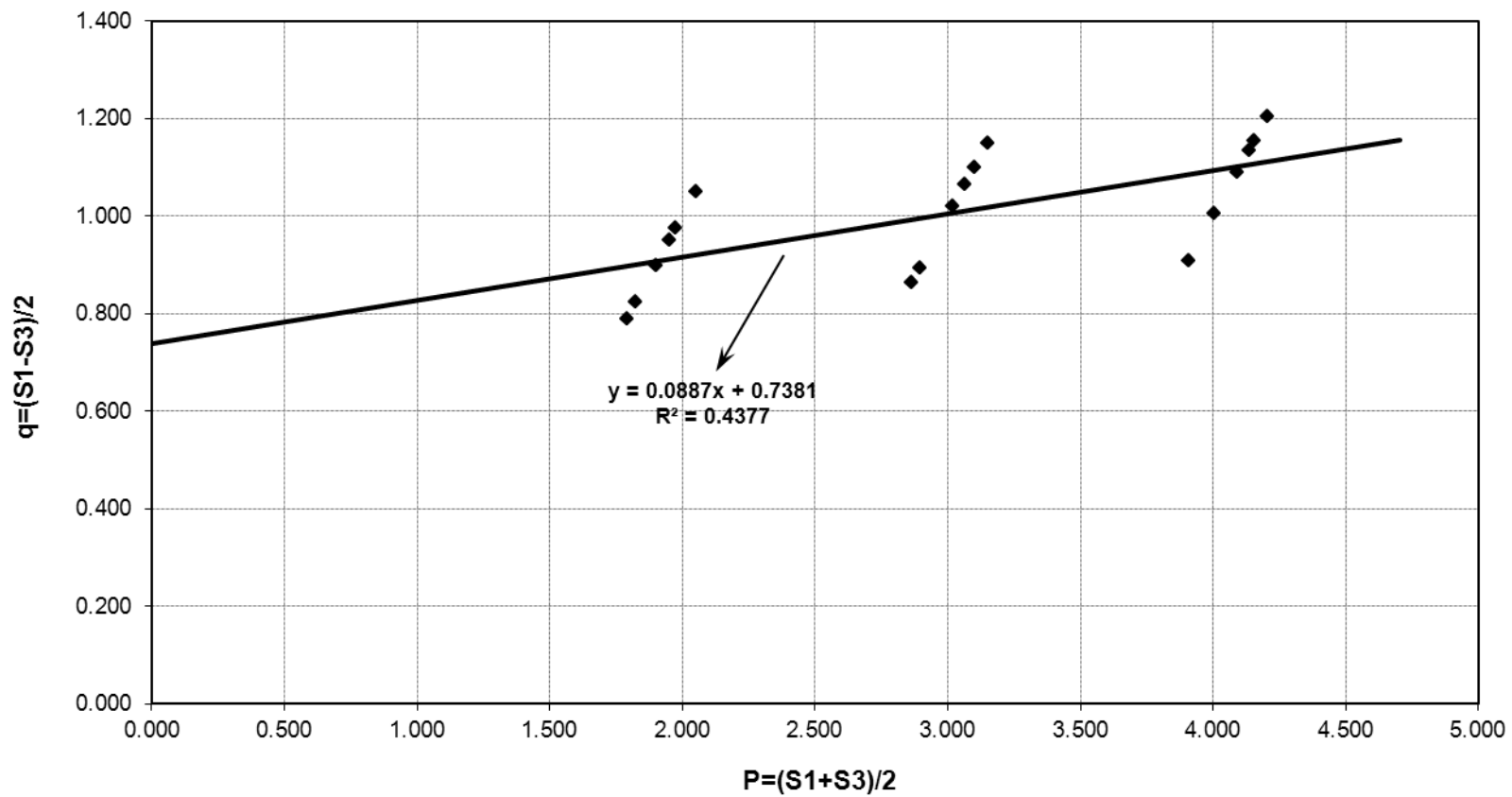
CD

$$q = 0.4994p + 0.2501$$

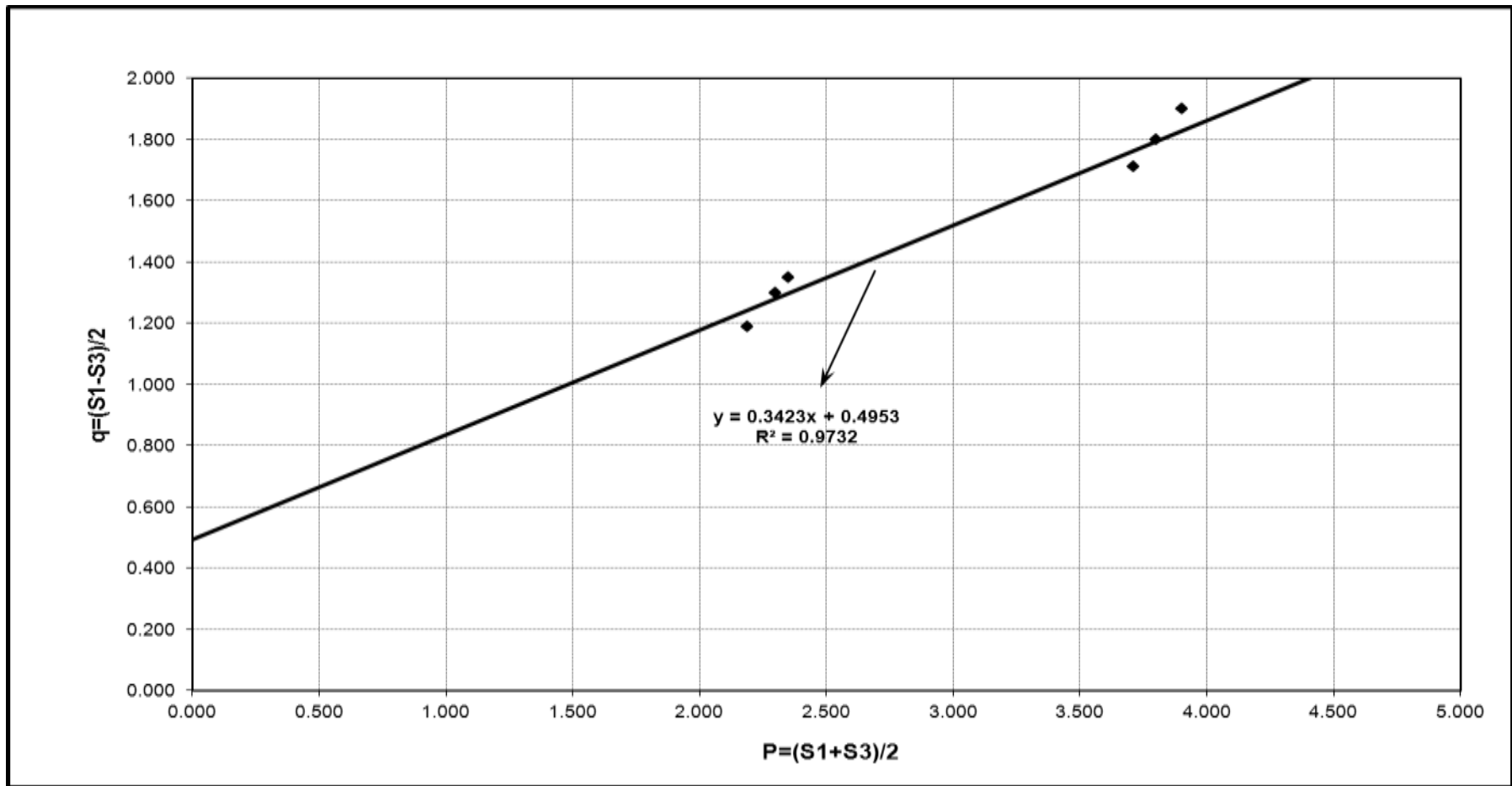
$$C = 28.87 \text{ kN/m}^2$$

$$\phi = 29.96$$

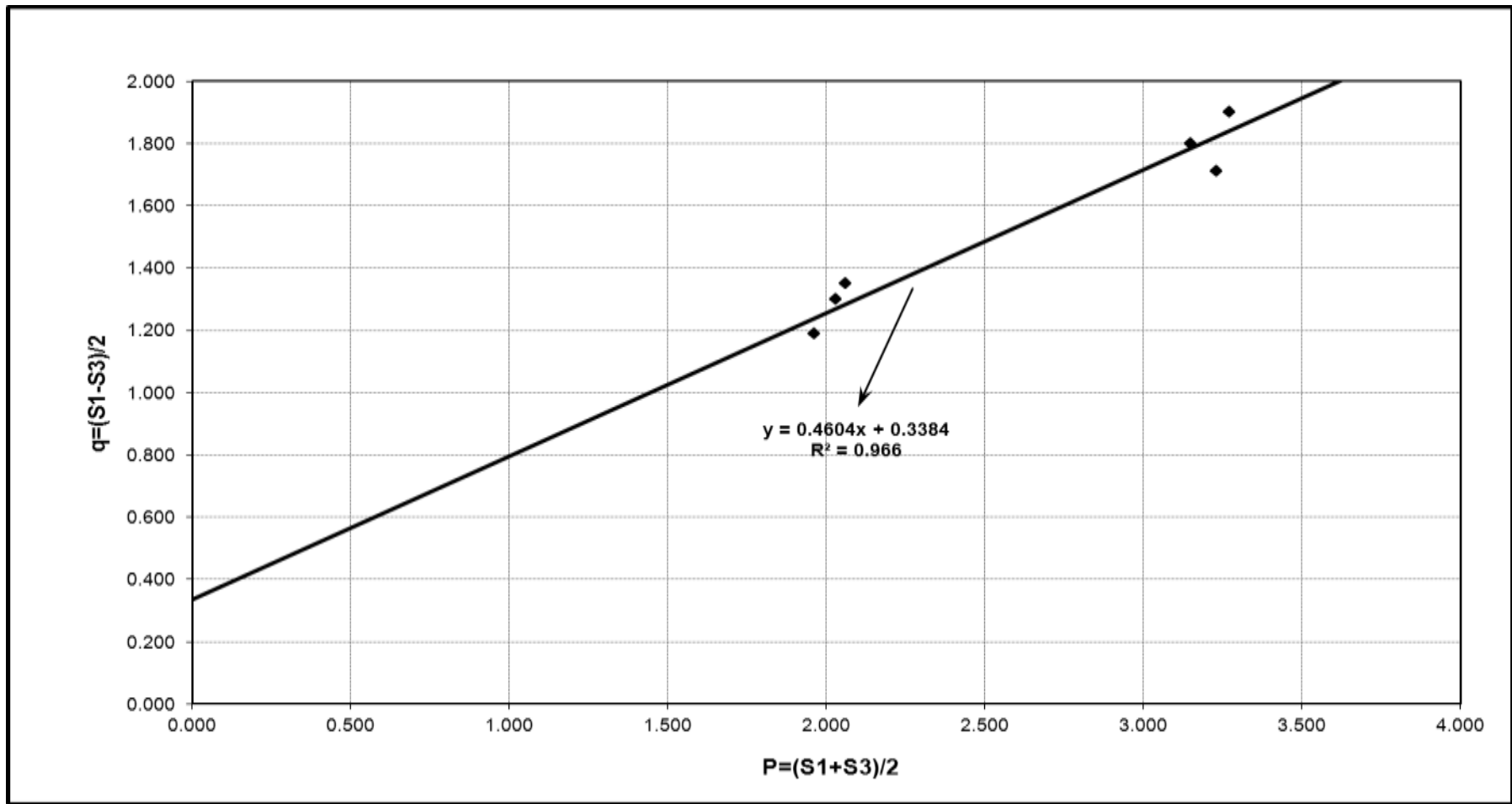
بر مبنای محاسبات انجام شده مقادیر C و ϕ هر کدام از حالات آزمایش به منظور استفاده در مقاصد طراحی به شرح جداول (۱-۵) و (۱-۶) پیشنهاد گردیده است.



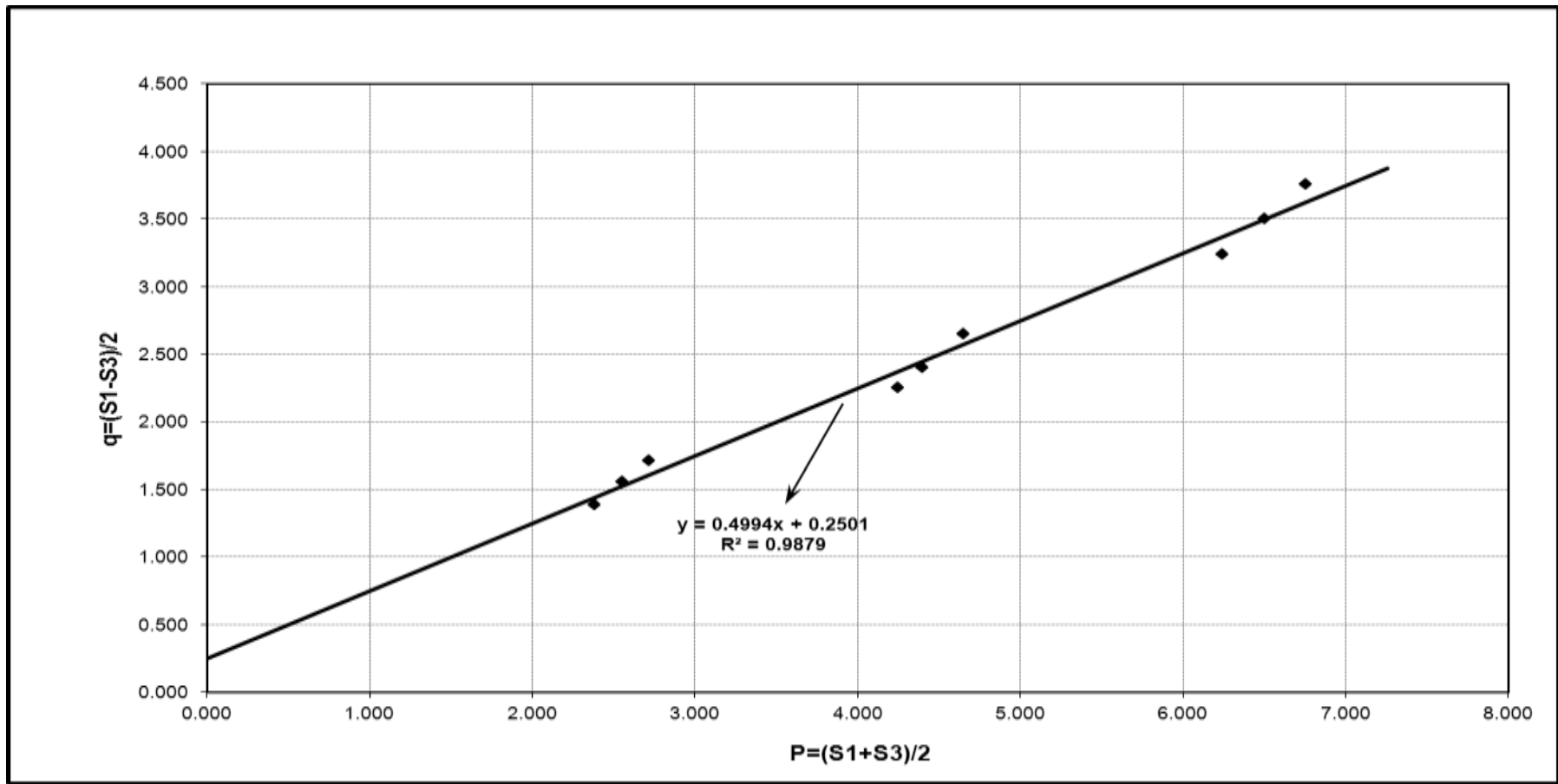
شکل (۲-۱) نمودار p-q آزمایش سه محوری UU



شکل (۲-۲) نمودار p-q آزمایش سه محوری CU



شکل (۲-۳) نمودار p-q آزمایش سه محوری CU (eff)



شکل (۲-۴) نمودار p-q آزمون سه محوری CD

جدول (۱-۲) خلاصه ویژگیهای ژئوتکنیکی مصالح منتخب خاکهای ریزدانه (1)

شرح		F
رده‌بندی در نظام متحد		CL-ML و CL
مقدار ریزدانه (سلیت و رس) (درصد)		۸۸
حدود آتبرگ	حد روانی (درصد)	۳۱
	شاخص خمیری (درصد)	۱۱
فعالیت (درصد)		۰/۴۷
تراکم به روش استاندارد	وزن مخصوص خشک حداکثر (gr/cm^3)	۱/۷۶
	رطوبت بهینه (درصد)	۱۷/۲۵
تحکیم	ضریب قابلیت فشرده‌گی پذیری حجمی (Kg/cm^2) mv	۰/۰۱۲
	نشانه فشرده‌گی (CC)	۰/۱۷
	نشانه تورم (CS)	۰/۰۳
نفوذپذیری افقی (cm/sec)		$۲/۰ \times ۱۰^{-۷}$
پارامترهای مقاومت مصالح	UU	Φ (درجه) و C (kN/m^2)
	CU	Φ (درجه) و C (kN/m^2)
	CD	Φ (درجه) و C (kN/m^2)
		۷۵ و ۵
		۵۳ و ۲۰
		۲۹ و ۳۰

جدول (۲-۲) پارامترهای مصالح در آنالیزهای تنش و کرنش

ضریب پواسون	مدول الاستیسیته (KN/m^2)	وزن مخصوص اشباع (KN/m^3)	وزن مخصوص مرطوب (KN/m^3)	مقاومت برشی		مصالح
				Φ	C (KN/m^2)	
۰/۴۰	۲۱۰۰۰	۲۰	۱۸	۵	۷۵	UU
				۲۰	۵۳	CU
				۳۰	۲۹	CD
۰/۳۰	۳۴۰۰۰	۲۰	۱۸/۵	۳۳	۵	مصالح آبرفت حاشیه و بستر

۲-۲- انتخاب دیوار حایل با توجه به عمق:

به طور کلی می‌توان گفت که اجرای گودبرداری‌های موقت به صورت شیبدار چه از نظر هزینه مستقیم و چه از نظر زمان اجرا، در مقایسه با سایر روش‌های نگهداری خاک اقتصادی‌تر است. این گزینه را زمانی می‌توانیم اتخاذ کنیم که هم بتوانیم شیب را در داخل زمین مورد نظر اجرا نمائیم و هم دبی آب زیرزمینی که به شیب وارد می‌شود کم باشد یا بتوانیم آن را کنترل نماییم. با این وجود اتخاذ تصمیم در مورد اجرای سازه نگهدارنده حتماً باید مبتنی بر دارا بودن آگاهی کافی در مورد خاک زیرین و نیز تحلیل پایداری مناسب خاک باشد و نمی‌توان صرفاً بر مبنای ملاحظات اقتصادی و نیز یک شیب فرضی به این امر مبادرت کرد. پایداری شیب خاک‌های دانه ای را می‌توانیم به سهولت با توجه به زاویه مقاومت برشی، یعنی زاویه اصطکاک داخلی خاک یا لایه های خاک تعیین کنیم. در خاک‌های چسبنده تحکیم عادی یافته، برای بررسی و تعیین پایداری شیب می‌توانیم از محاسبات تکراری لنگرهای محرک و مقاومگزینه های موردآزمون متفاوت در سطوح گسیختگی بالقوه استفاده نماییم. نیروی مقاوم را باید بر اساس مقاومت برشی زهکشی نشده سریع خاک در سطحگسیختگی مورد نظر به دست بیاوریم.

در صورت امکان برای جلوگیری از تاثیر دست خوردگی خاک بر روی تعیین مقاومت خاک رسی، بهتر است مقاومت برشی این گونه خاک‌ها را به جای آنکه با استفاده از روش‌های آزمایشگاهی به دست آوریم در محل و با استفاده از آزمون برش پره ای به دست آوریم. در ترانشه های شیبدار از جنس خاک‌های رس بیش تحکیم یافته لازم است روش تحلیل رابا توجه به مدت زمانی که گود در معرض عوامل جوی می‌ماند انتخاب کنیم. هدف از این کار اینست که عواملی نظیر زهکشی و نیز به تعادل رسیدن فشار آب منفذی ناشی از آزاد شدن فشارسربار قائم را به حساب بیاوریم. به رغم آنکه از نتایج تحلیل‌های تنش موثر، مبتنی بر پارامترهای

مقاومت ، مقاومت برشی زهکش شده، برای سازه های دائمی از شرایط کاملاً زهکشی شده استفاده می کنند. برای طراحی سازه نگهبان دائمی، با توجه به شرایط پیش گفته، سرعت بارگذاری، نفوذپذیری کم در خاکهای ریزدانه رسی و استفاده از سیستم زهکشی پشت دیوارها، در همه حالات تراز آب پشت دیوارها در حالت زهکشی شده در نظر گرفته شده است که این امر تأثیر فشار آب حفره ای بر سیستم عملکرد دیوارها را زائل مینماید.

با استفاده از روابط مکانیک خاک، حفاری در خاکهای با خصوصیات ذکر شده در زمان اجرا، بدون استفاده از دیوار تا ۳ متر ممکن است و استفاده از دیوار بدون مهار و یا شمع زیر فنداسیون، تا ۹ متر حفاری را میسر میسازد. بنابراین حفاری به این طریق در اعماق زیادتر به لحاظ فنی و اقتصادی هزینه های زیادی در برخواهند داشت. لذا با توجه به حجم قابل توجه دیوارهای وزنی و شبه وزنی و اشغال فضای زیاد پی آنها در محدوده ارتفاعی بیش از ۹ متر و همچنین غیر اقتصادی بودن و یا صعوبت بیش از اندازه اجرای Soldier Pile-Nailing در عمقهای زیر ۶ متر از تحلیل این دسته دیوارها در محدوده های پیش گفته صرف نظر گردیده است. بر اساس توصیه سازمان نظام مهندسی، چنانچه دیوارهای حایل در محدوده های شهری و در گودهای مجاور هر گونه بنای احداث شده ای قرار داشته باشند، لازم است تا میزان جابجایی دیوارها در محدوده استاندارد FHWA0-IF-03-01 باشند که ویرایش مارس ۲۰۰۳ این آیین نامه مورد استناد این بررسی است [۱۷]. علاوه بر این میزان ضریب اطمینان طراحی ها برای کنترل اقتصادی و متناسب بودن طراحیها در شرایط گوناگون طبق جدول (۲-۴) باید انجام گیرد.

جدول (۳-۲) محدودیت جابجایی های افقی و عمودی نسبت به ارتفاع دیوار طبق آیین نامه [۱۷]

Variable	Weathered Rock and Stiff Soil	Sandy Soil	Fine-Grained Soil
δ_h/H and δ_v/H	1/1,000	1/500	1/333
C	1.25	0.8	0.7

جدول (۴-۲) حداقل ضریب اطمینان پیشنهادی طبق آیین نامه [۱۷]

Failure Mode	Resisting Component	Symbol	Minimum Recommended Factors of Safety		
			Static Loads ⁽¹⁾		Seismic Loads ⁽²⁾ (Temporary and Permanent Structures)
			Temporary Structure	Permanent Structure	
External Stability	Global Stability (long-term)	FS _G	1.35	1.5 ⁽¹⁾	1.1
	Global Stability (excavation)	FS _G	1.2-1.3 ⁽²⁾		NA
	Sliding	FS _{SL}	1.3	1.5	1.1
	Bearing Capacity	FS _H	2.5 ⁽³⁾	3.0 ⁽³⁾	2.3 ⁽⁵⁾
Internal Stability	Pullout Resistance	FS _P	2.0		1.5
	Nail Bar Tensile Strength	FS _T	1.8		1.35
Facing Strength	Facing Flexure	FS _{FF}	1.35	1.5	1.1
	Facing Punching Shear	FS _{FP}	1.35	1.5	1.1
	H.-Stud Tensile (A307 Bolt)	FS _{HT}	1.8	2.0	1.5
	H.-Stud Tensile (A325 Bolt)	FS _{HT}	1.5	1.7	1.3

در دیوارهای وزنی و شبه وزنی ، تغییر نوع مصالح با توجه به در دسترس بودن و هزینه های تأمین و قابلیت‌های اجرایی موجود میتوانند تعیین کننده باشند. اما این امر در حصول نتایج تحلیل و مقایسه های آنها در نرم افزار اجزای محدودی چون PLAXIS تغییر بسزایی ایجاد نمی نماید. چرا که مدول

الاسیسیته این مصالح تفاوت فاحشی نداشته اند تا در طرحها تفاوتهای آشکار ایجاد کنند. لذا در این مدل سازی ملاک عمل ، نوع دیوارهای با مصالح بتنی بوده است .

هم چنین اضافه کردن پشت بند در دیوارهای بتن مسلح^۹ در واقع بخشی مضاعف و کنترل کننده واژگونی دیوار است که در اسلوب سیستم طراحی این نوع دیوارها انجام میگیرد که در نرم افزار اجزای محدود در محاسبه ممان اینرسی و سطح مقطع لحاظ میگردد و لذا به عنوان یک سیستم جداگانه از انواع روشهای طراحی دیوار، لحاظ نمیشود . بنابراین در انواع دیوارهای قید شده در طبقه بندیهای دیوارهای حایل طبق سیستمها و آیین نامه های گوناگون ، دیوارهای مورد بررسی در اینجا به دسته های زیر تقسیم شده اند :

- a- دیوارهای وزنی^{۱۰}: که صرفاً بر اساس وزن دیوار عمل می کنند.
- b- دیوارهای شبه وزنی^{۱۱} : که عملکردی مانند دیوارهای وزنی دارند اما برای کاهش تأثیر منفی ابعاد زیادشان به کمک آرماتور گذاری در بخش کششی دیوار ، احجام دیوار کاهش یافته است.
- c- دیوارهای بتن مسلح طره ای^{۱۲}: که بر اساس عملکرد نیرو های محرک و مقاوم خاک و همچنین عکس العمل بتن مسلح عمل مینماید.
- d- دیوارهای شمعی^{۱۳}: که بر اساس عمق شمع و شعاع تأثیر آن تحت اثر عملکرد نیرو های محرک و مقاوم خاک ، صرفاً به صورت مجموعه شمعه ها و یا به همراه المانهای دیگر مانند مسلح کننده های خاک و یا سپرها و... عمل مینمایند.

⁹- Concrete Reinforced

¹⁰ - Gravity Wall

¹¹-Semi Gravity Wall

¹²-Contilever Concrete Wall

13 -Soldier or Deep Pile Walls

۲-۳- چگونگی انتخاب نرم افزار مورد استفاده:

نرم افزارهای مختلفی براساس روش اجزاء محدود و دو یا تفاضل محدود در بازار موجودند

(، PLAXIS، FLAC3D، GEO STUDIO، U-DEC، 3-DEC، CA-2 و NISIS) ... از بین تمام این نرم افزارها بنا بر دلایل زیر، جهت تحلیل عددی به روش اجزاء محدود الگوهای به کار گرفته شده در این پژوهش، از نرم افزار PLAXIS با توجه به امکانات و ویژگی های خاص این نرم افزار استفاده شده است. در حالت خاص می توان از آن برای تحلیل های تنش و تغییر شکل و پایداری در مهندسی ژئوتکنیک استفاده نمود. در مسائل مهندسی ژئوتکنیک جهت الگوسازی رفتار غیر خطی و وابسته به زمان خاک ها نیاز به استفاده از الگوهای رفتاری پیچیده می باشد. علاوه بر این با توجه به اینکه خاک یک محیط چند فازه می باشد برای بررسی فشار منفذی در خاک لازم است روش های خاصی مدنظر قرار گیرد. نرم افزار PLAXIS دارای امکانات ویژه ای جهت بررسی مفاهیم عددی سازه های ژئوتکنیکی پیچیده می باشد. با توجه به شکل گرافیکی ساده جهت وارد کردن داده های ورودی، امکان وارد کردن الگوهای پیچیده اجزاء محدود درابه سرعت فراهم می کند. این نرم افزارهای موجود بر پایه روش اجزاء محدود در محیط های خاکی و سنگی می باشد. استفاده از این نرم افزار به تدریج گسترش بیشتری یافته است و با همکاری دیگر متخصصین ژئوتکنیک در اروپا همانند متخصصین دانشگاه اشتوتگارت نیز ادامه یافت و تکمیل این برنامه همچنان ادامه دارد. مبانی و مشخصات نسخه 8.2 نرم افزار بکار گرفته شده در این مطالعه و نحوه ارائه نتایج و خروجیها و چگونگی کار با نرم افزار به راحتی در دسترس است.

۲-۴- استفاده از نرم افزار دو بعدی PLAXIS

در کاربری به کمک نرم افزار دو بعدی plaxis، به منظور جلوگیری از انعکاس کامل امواج برخوردی به مرزها و جذب و استهلاک بخش اعظم آن در مرزهای قائم، شرایط مرزهای قائم بر اساس منوی

محدوده ثابت استاندارد^{۱۴} به گونه ای تعریف شده است که امکان تداخل امواج رفت و برگشتی را تا حد زیادی کاهش میدهد. میرایی مصالح در خاک عموماً از مشخصات ویسکوزیته ، اصطکاک و توسعه پلاستیسیته ناشی میشود.

۲-۴-۱- مرزهای مدل

برای محاسبات دینامیک، مرزها باید دورتر از آنالیز استاتیک باشند چون در غیر این صورت موجهای تنش بازتاب خواهند داشت و نتایج صحیح و واقعی بدست نخواهد آمد. با این وجود، قرارگیری مرزها در فاصله دور به المان های اضافی زیاد و نیز به زمان محاسباتی و حافظه بیشتر نیاز دارد. جهت جلوگیری از بازتاب موج های تنش از مرزهای جاذب یا خاموش استفاده می شود. روشهای مختلفی برای ایجاد چنین مرزهایی وجود دارد:

- استفاده از المان های نیمه محدود (المانهای مرزی)
 - سازگاری مشخصات مصالح المان ها در مرزها (سختی کم، ویسکوزیته بالا)
 - استفاده از مرزهای ویسکوز (میراگرها)
- برای ایجاد اثرات دینامیکی در نرم افزار PLAXIS مرزهای جاذب با آخرین روش ایجاد میشود.

۲-۴-۲- مرزهای جاذب

در برگزیدن مرزهای جاذب، میراگرها به جای کاربردن گیردار یا به جهت معین استفاده میشود. میراگر تضمین میکند که افزایش در تنش روی مرز جذب میشود مرز سپس شروع به حرکت می نماید. مولفه های تنش برشی و عمودی جذب شده به وسیله میراگر در جهت x بصورت زیر می باشند:

$$(1-2)\sigma_n = -c_1 \rho V_p \dot{u}_x$$

$$(2-2)\tau = -c_2 \rho V_s \dot{u}_y$$

در اینجا ρ دانسیته مصالح می باشد. V_p و V_s سرعت موج تراکمی و برشی می باشد.

¹⁴ - STANDARD FIXITIES

۲-۴-۳- تنشهای اولیه و افزایشهای تنش

با برداشتن گیرداریهای مرزی در حین انتقال از آنالیز استاتیکی به آنالیز دینامیکی تنش‌ها بر روی مرز نیز از بین خواهند رفت. این بدان معنی است که مرز در اثر تنشهای اولیه شروع به حرکت خواهد کرد.

برای جلوگیری از این امر، تنش مرزی واقعی به سرعت مرزی اولیه (مجازی) تبدیل میشود. در هنگام

محاسبه تنش، سرعت مرزی اولیه باید از سرعت واقعی کاسته شود.

$${}^{(3-2)}\sigma_n = -c_1 \rho V_p \dot{u}_n + \sigma_n^0 = -c_1 \rho V_p (\dot{u}_n - \dot{u}_n^0)$$

این سرعت اولیه در شروع آنالیز دینامیکی محاسبه میشود و بنابراین کاملاً بر اساس تنش مرز واقعی میباشد (محاسبات قبلی یا حالت تنش اولیه). حال، حالتی ممکن است رخ دهد که در آن یک بار جدید، در یک مکان مشخص، بر روی مدل اعمال شده از آن پس بطور پیوسته باقی بماند. این بار باعث افزایش تنش مرزی میانگین خواهد شد. اگر در مسئله بایک مرز جاذب روبرو باشیم تنش جزئی میانگین نمیتواند جذب شود، بجای آن مرز شروع به حرکت میکند. با این وجود در اکثر مواقع در قسمت‌هایی از شبکه بطور مثال در پایین آن، مرزهای ثابت (غیر جاذب) وجود دارد که بطور معمول در انتهای شبکه در محل انتقال از یک لایه خاک غیر صلب به خاک سخت استفاده میشود. البته در حقیقت مسئله انعکاس، هر چند ناچیز، رخ میدهد که قابل چشم پوشی است [۱۸].

در PLAXIS مدل‌های خاک شامل ویسکوزیته نمیباشند و بجای آن جمله میرایی رایلی $C = \alpha M + \beta K$ که متناسب با جرم و سختی است، فرض میشود. با این وجود میرایی میتواند در مجموعه داده‌های مصالح خاک و سطوح مشترک تعریف شود. یکی از مسائل مهم در روشهای حل عددی که میتواند بر نتایج تحلیلها تأثیرگذار باشد، اندازه المانهای به‌کار رفته در مدل است. به ویژه اندازه المانها در وجه قائم، که انتشار امواج در آن جهت صورت میپذیرد، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. بر اساس

تحقیقی که Lysmer ارائه نموده است، حداکثر نسبت طول المان به حداقل طول موج منتشره بین $1/4$ تا $1/8$ و به صورت سختگیرانه به $1/12$ محدود شده است [۱۹].

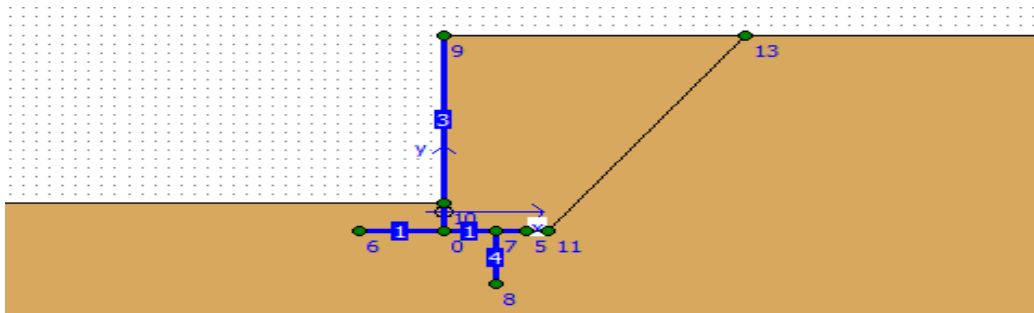
با توجه به روند رایج در طراحی ها ، ابعاد مدلسازی ها به گونه ای انتخاب میگردند که محیط خاک از طرفین دیوارها حداقل 1.5 تا 2 برابر ارتفاع دیوار امتداد داشته باشد. مدل موهر-کلمب، معروفترین مدل جهت مدلسازی رفتار خاک است که در این تحقیق از آن استفاده شده است. در این حالت مدلسازی توسط پنچ پارامتر ضریب ارتجاعی یانگ E ، ضریب پواسون ν ، چسبندگی c ، زاویه اصطکاک داخلی ϕ و زاویه اتساع ψ خاک قابل بیان است. علاوه بر این پنچ پارامتر در شرایط پیشرفته نرم افزار از دو پارامتر افزایش مدول یانگ $E_{increment}$ و افزایش ضریب چسبندگی $C_{increment}$ به منظور لحاظ کردن مسئله افزایش سختی و چسبندگی خاک متناسب با افزایش عمق استفاده می کند [۲۰].

فصل سوم: مبانی فنی

حصول نتایج و تفسیر تحلیلیها

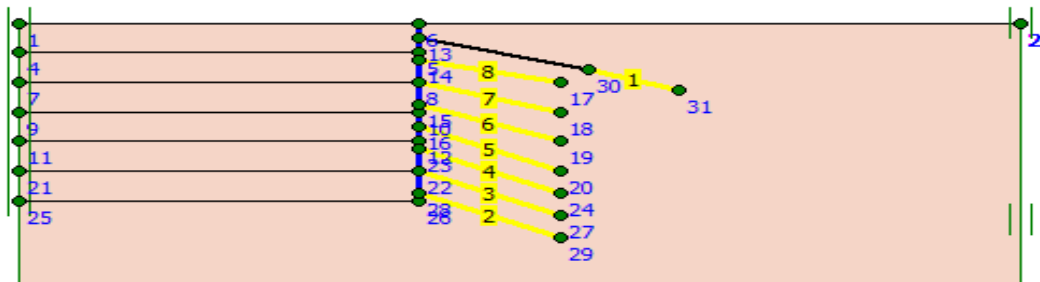
۳-۱- داده ها در تحلیل دیوارها:

در معرفی نوع خاکها به نرم افزار، فازهای اجرایی و شرایط اعمال بار به دیوارها تعیین کننده بوده اند. در دسته دیوارهای وزنی، نیمه وزنی، طره ای، طره ای با شمع و طره ای با شمع و انکر، فازهای اجرایی براساس خاکبرداری با شیب متناسب با خودایستایی خاک، اجرای کامل دیوار و سپس بکفیل دیوار تا تراز نهایی در نظر گرفته شده است. البته این خاکریزی به گونه ای فرض شده، تا حداقل به شرایط اولیه زمین طبیعی بازگردد. شکل (۳-۱). بنابراین برای نرم افزار، در تحلیل استاتیکی و دینامیکی هر یک فقط در یک فاز کامل شده دیوار پس از بکفیل، معرفی شده اند.



شکل (۳-۱) فاز مدل شده دیوار در عمده دیوارها بجز نیلینگ، انکر و شمع

در دیوارهای نیلینگ، انکر یا استراند و شمع به جهت اینکه در هر فاز اجرایی باید خاکبرداری انجام و پس از شاتکریت و تکمیل عملیات نیلینگ، ردیف نیلینگ بعدی اجرا گردد، تعریف فازهای تحلیل نرم افزار نیز به همین صورت انجام شده اند. شکل (۳-۲).



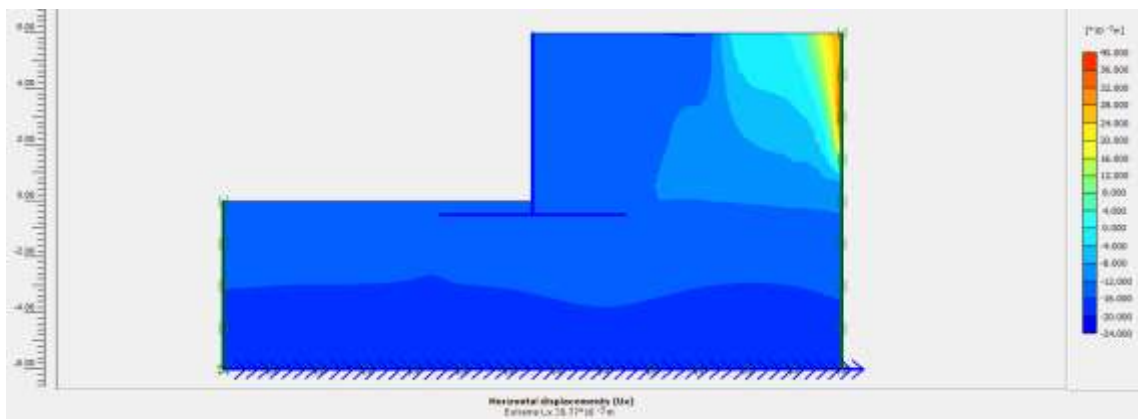
شکل (۳-۲) فازهای مدل شده دیوار در عمده دیوارها ی نیلینگ، انکر و شمع

در مدلسازی کلیه دیوارها از المان Plates استفاده شده است. برای کلیه دیوارها ابتدا نقشه های تیپ متداول و طراحی های اولیه صورت گرفته است. متعاقب آن در عکس العمل خاکهای چسبنده و غیر چسبنده بطور مجزا، براساس داده های ارائه شده برای ضریب پواسون، وزن، مدول خمشی و مدول سختی ($EA, EI, W, <$) هر دیوار، مدل سازیهها انجام گردیده اند. برای پارامترهای میرایی رایلی، هر دو پارامتر تأثیر جرم و سختی ($\beta\alpha$) ۰.۰۱ فرض شده اند. با استفاده از گزینه زهکشی شده، فشار آب منفذی تولید نمی شود که بیانگر حالت رفتار خاک های خشک می باشد.

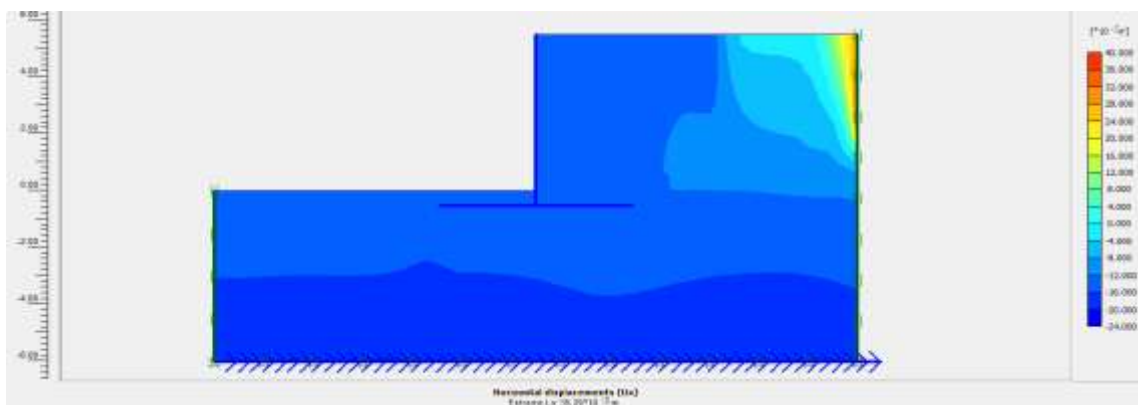
از این حالت برای شبیه سازی رفتار دراز مدت خاک بدون نیاز به مدل کردن دقیق تاریخچه بار گذار زهکشی نشده و تحکیم می توان کمک گرفت. با توجه به الگوهای منتخب که متناسب با خاکهای انتخاب شده در نظر گرفته شده اند، چنانکه از جداول داده های اولیه به نرم افزار، روشن است؛ برای تعیین مقدار جابجایی دیوارها، متناسب با ارتفاع و نوع خاک مورد حفاظت در تحلیل، به گونه ای عمل شده است که در هر یک متر اضافه عمق، یک روند تقریباً خطی در افزایش ابعاد دیوار انجام گرفته است و چنانچه در کلیه فازهای تحلیل (فاز پلاستیک، تحلیل دینامیکی و یا فاز کنترلی کاهش ϕ) این دیوارها پاسخگوی عکس العمل خاک نبوده باشند، با تغییر در نوع مصالح و یا افزودن المان جدید مانند شمع در زیر پی و یا با انکر کردن، سازه مذکور تقویت و نتایج در حدود دامنه پذیرش قرار گرفته اند. همچنین در محاسبات دیوارهایی که بصورت ترکیبی از المانهای بتن و فولاد هستند مانند دیوارهای طره ای یا نیل بهمراه شمع فولادی، جهت تسهیل آنالیز، در مدلسازی شمع های فولادی (مثلاً 2IPE) کماکان از المان Plates استفاده شده است. اما از مساحت معادل این مقطع فولادی به بتن استفاده می شود (مثال پیوست ۵-۱). برای مدل کردن انکر از دو المان Geogrids و Anchors استفاده می شود. از المان Geogrids برای مدل کردن قسمت درگیر (باند) و المان Anchors برای مدل کردن قسمت آزاد (آنباند) استفاده شده است. در مدل کردن Nails از المان Geogrids استفاده شده است. در نهایت، نتایج حاصل شده، براساس قضاوتی از دامنه جواب بدست آمده نرم افزار، مورد پذیرش و

دسته بندی گردیده اند. اگر چه سعی شده است دامنه های آیین نامه ای پیش گفته (FHWA0-IF-03-017) نیز رعایت گردند.

بیشتر دیوارهای مدل شده از ضخامت متغیری برخوردارند. در نحوه مدلسازی این دیوارها ، برای بررسی تفاوت هندسه های اعمالی ، ابتدا یک دیوار طره ای به صورت ارتفاع یکپارچه ، مدل گردید. سپس ارتفاع همین دیوار در ۳ قسمت تقسیم و داده های مربوطه به تناسب با تقسیم بندی انجام شده محاسبه و اعمال گردیدند. نتایج این دو نوع مدل سازی چنانکه به ترتیب در شکل های (۳-۳) و (۳-۴) مشخص هستند، تقریباً یکسان بوده و نشان میدهند نحوه متوسط گیری ضخامت دیوار در تعیین پارامترهای EA , EI در نتایج مدل نرم افزار، تأثیر گذار نیست.



شکل (۳-۳) میزان جابجایی ۳۸/۷۷mm در ارتفاع دیوار یکپارچه- تحت زلزله LomaPrietta



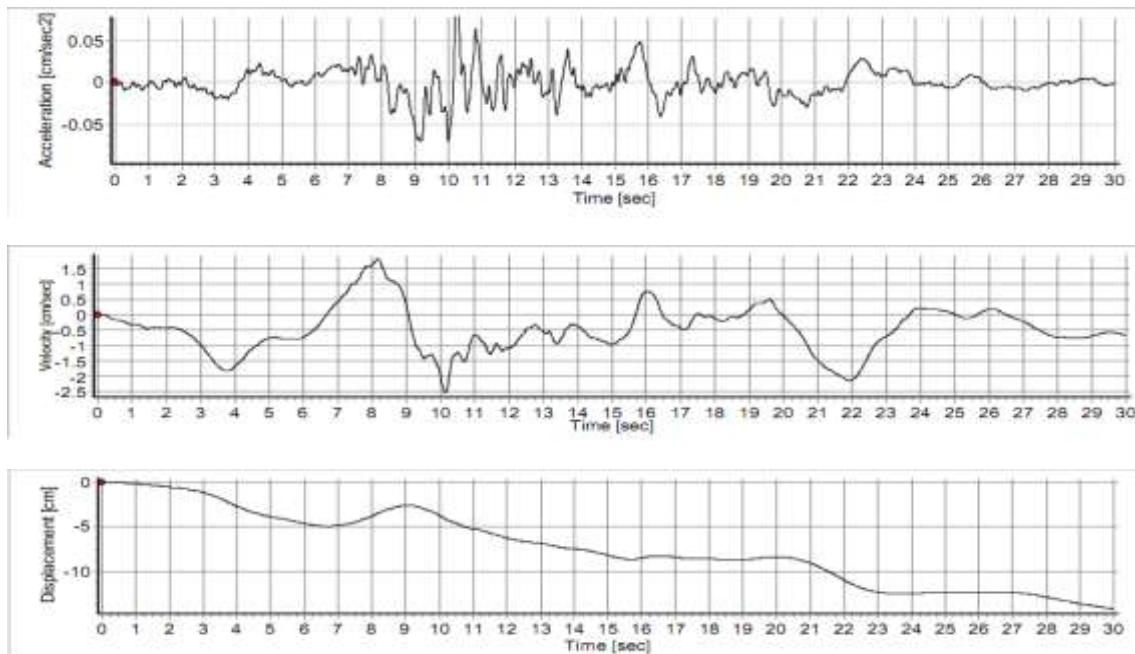
شکل (۳-۴) میزان جابجایی ۳۸/۳۰mm در ارتفاع دیوار ۳ قسمت- تحت زلزله LomaPrieta

۳-۲-۱- تحلیل دینامیکی :

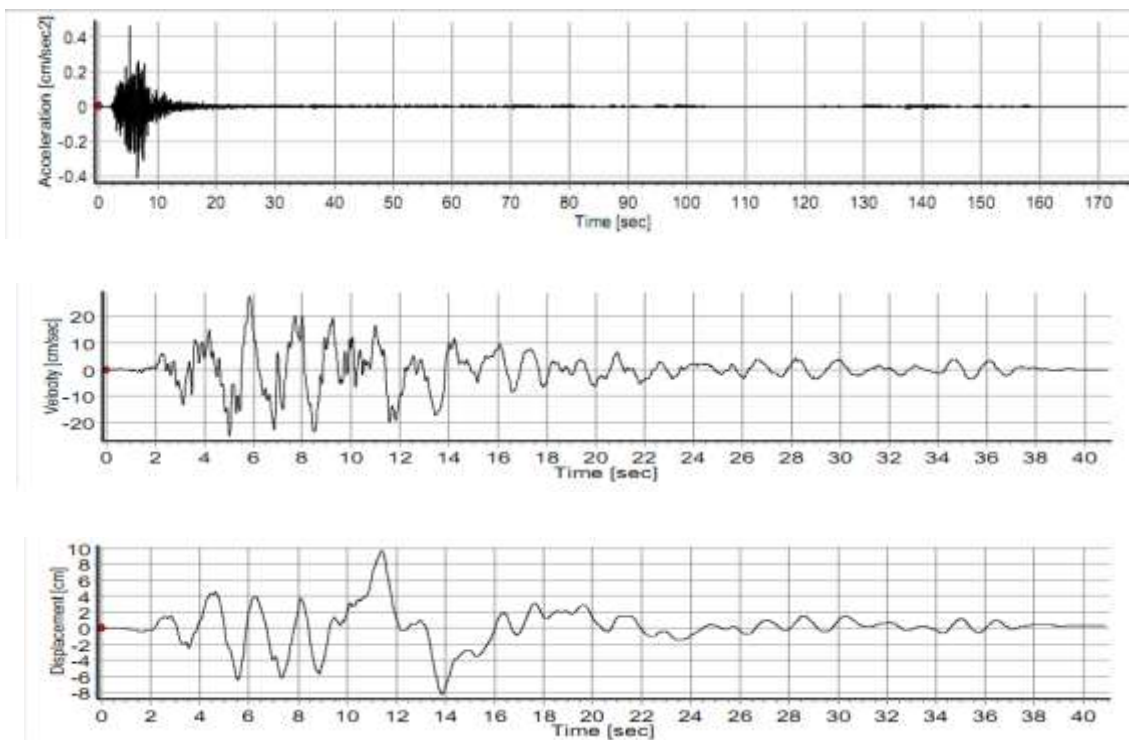
از آنجاییکه شتابنگاشت‌های منطقه ساختگاه در دسترس نبوده اند ، از نتایج ثبت شده زلزله های به مشخصات جدول (۳-۶) برای بررسی لرزه ای کلیه دیوارها ، استفاده شده است. تاریخچه زمانی شتاب افقی ، زمان ، سرعت و جابجایی هر سه زلزله در شکل‌های (۳-۵)، (۳-۶) و (۳-۷) نشان داده شده است .

جدول (۳-۱) مشخصات رکوردهای زلزله استفاده شده در تحلیل لرزه ای [۲۱]

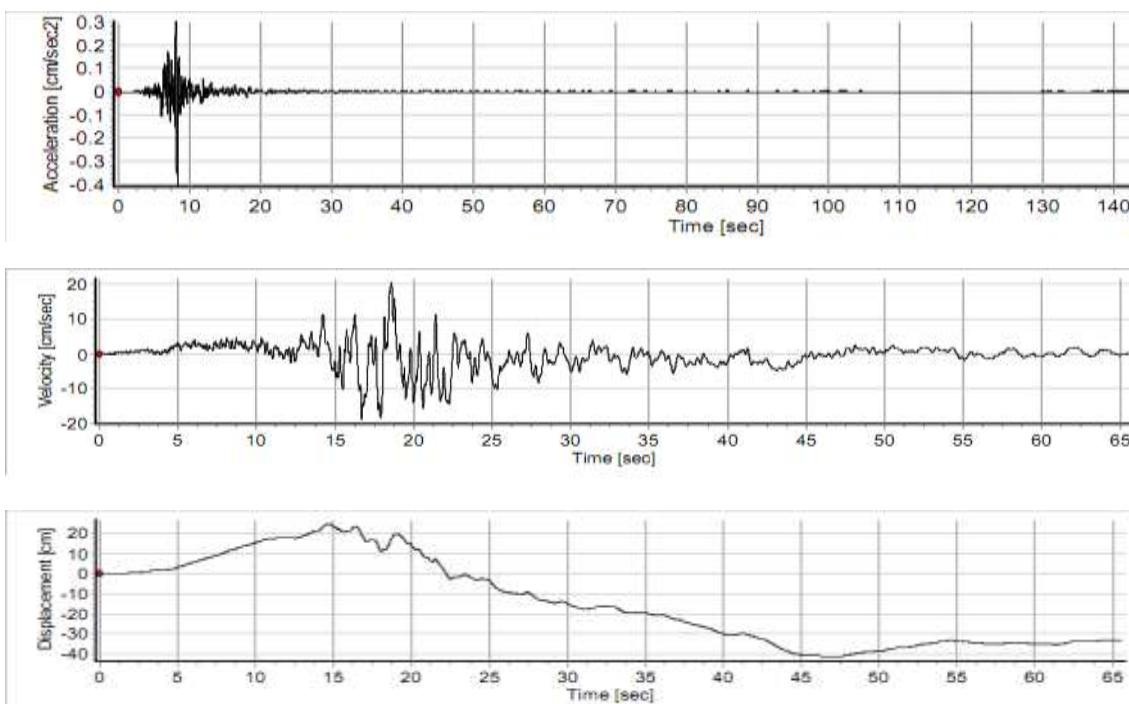
تاریخ وقوع	فرکانس غالب (Hz)	جابجایی ماکزیمم (cm)	سرعت ماکزیمم (cm/s)	شتاب ماکزیمم (cm/s ²)	زلزله
۱۹۸۹-۱۰-۱۸	۵.۲۹۸	۲۲/۹۹	۲/۵۵	۵۴۱	لوماپریتا
۲۰۰۴-۰۹-۲۸	۲.۰۳۴	۹/۸۱	۲۳/۲۱	۴۴۶	پارکفیلد
۱۹۹۷-۰۸-۱۰	۲.۴۶۲	۴۰/۱۲	۱۹/۶۰	۴۰۷	کلیر بی



شکل (۳-۵) تاریخچه زمانی شتاب، سرعت و تغییر مکان رکورد زلزله LomaPrieta



شکل (۳-۶) تاریخچه زمانی شتاب، سرعت و تغییر مکان رکورد زلزله Park Field



شکل (۳-۷) تاریخچه زمانی شتاب، سرعت و تغییر مکان رکورد زلزله Collier Bay

جهت استفاده از شتابنگاشت‌ها، ابتدا شتابنگاشت‌ها توسط برنامه SeismoSignal همپایه شده و پس از تبدیل به فایل‌های با پسوند smc، برای تحلیل دینامیکی در نرم افزار، استفاده شده اند. علت این هم

مقیاس سازی، ایجاد مشابهت ویژگیهای زمین شناسی، تکتونیکی، لرزه شناسی و بخصوص لایه های خاک با زمین محل سازه است.

۲-۳- مقایسه نتایج نرم افزار در انواع دیوارها:

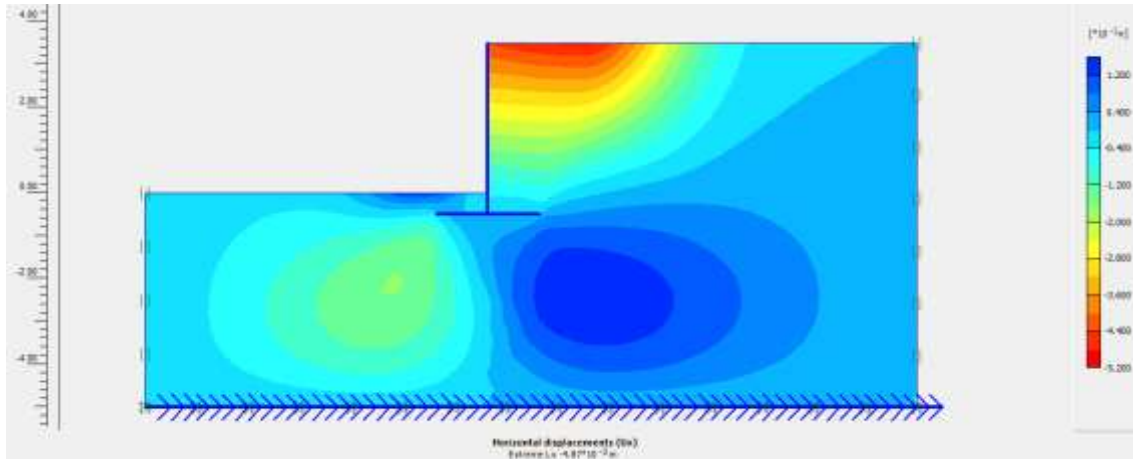
۱-۲-۳- دیوارهای وزنی و شبه وزنی:

همانطور که در مقادیر داده های جدول (۷-۳) مشخص است، در سازه های وزنی مدل شده، نسبت عرض مقطع پایین به ارتفاع دیوار تقریباً ۱ به ۲ است. این امر بصورت یک دستور العمل هم در نقشه های تیپ و دستور العملهای سازمان مدیریت و برنامه ریزی ریاست جمهوری نشان داده شده است. در صورتیکه از آرمانورهای کششی در دیوار استفاده شود کل سطح مقطع تقریباً تا ۳۰ درصد کاهش می یابد که بصورت شبه وزنی عمل خواهد نمود. شکلهای (۱-۳) و (۲-۳) نشان دهنده تیپ دیوارهای مدل شده وزنی هستند.

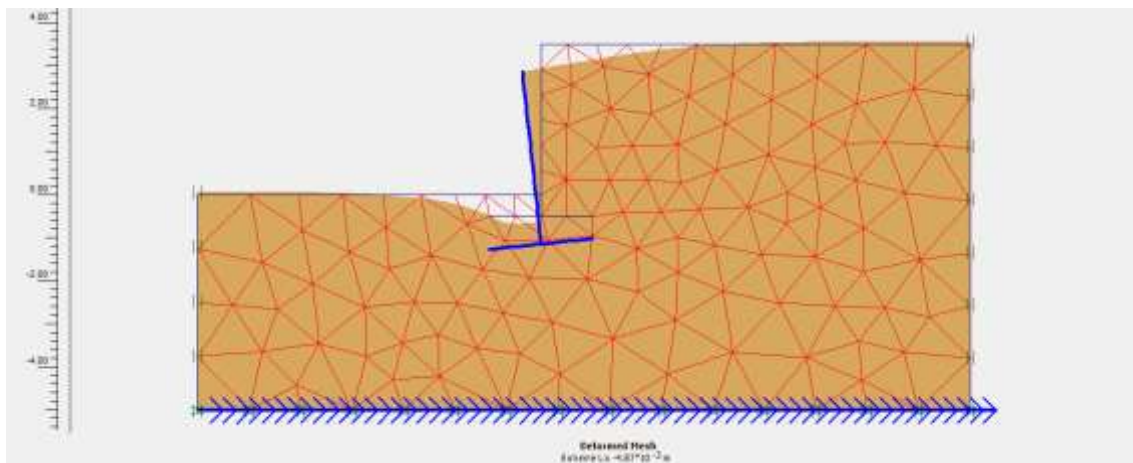
جدول (۲-۳) داده های دیوارهای حائل وزنی و شبه وزنی برای نرم افزار PLAXIS

المان	دیوار (W)				فنداسیون (B)				W _w	W _B
	H	B _{av}	EA	EI	b	h	EA	EI		
پارامتر	م	م	KN/m	KN/m ² /m	م	م	KN/m	KN/m ² /m	KN/m	KN/m
دیوار وزنی	2	0.75	1.73E+07	8.09E+05	1.5	0.8	1.84E+07	9.81E+05	19	20
	3	1.00	2.30E+07	1.92E+06	1.9	1	2.30E+07	1.92E+06	25	25
	4	1.25	2.88E+07	3.74E+06	2.4	1.2	2.76E+07	3.31E+06	31	30
	5	1.50	3.45E+07	6.47E+06	2.9	1.4	3.22E+07	5.26E+06	38	35
	6	1.75	4.03E+07	1.03E+07	3.4	1.6	3.68E+07	7.85E+06	44	40
	7	2.00	4.60E+07	1.53E+07	3.9	1.8	4.14E+07	1.12E+07	50	45
دیوار شبه وزنی	6	1.25	5.00E+07	2.65E+07	4.6	2.2	6.16E+07	2.48E+07	70	62
	7	1.50	6.30E+07	2.76E+07	5.2	2	5.60E+07	1.87E+07	63	56
	8	1.75	6.58E+07	3.03E+07	5.6	2.1	5.88E+07	2.16E+07	66	59
	9	2.00	7.00E+07	3.65E+07	6	2.2	6.16E+07	2.48E+07	70	62

جابجایی های عرضی شکل‌های (۱۰-۳) تا (۱۹-۳) و میزان تغییر شکل مش بندی خاک اطراف در شرایط بارگذاری و اجرایی مدل شده ، نشان دهنده عملکرد دیوارها هستند.

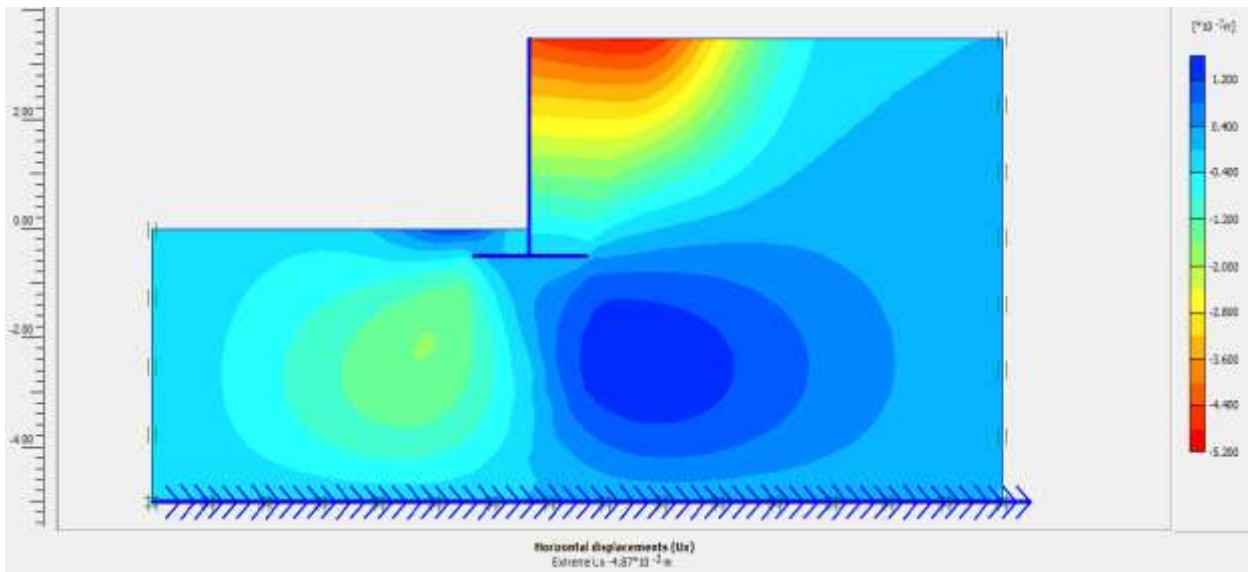


شکل (۱۰-۳) جابجایی عرضی در دیوار وزنی به ارتفاع ۴ متر در برابر خاک چسبنده تحت زلزله Park Field

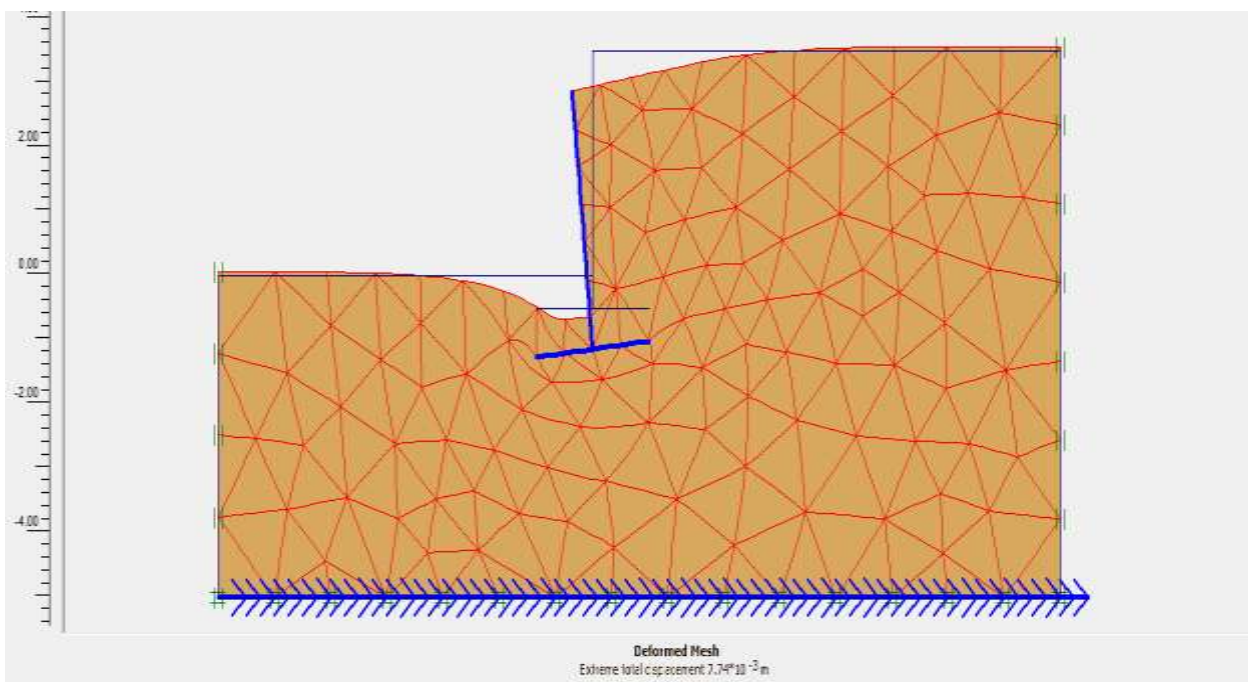


شکل (۱۱-۳) تغییر شکل نامناسب خاک در دیوار وزنی به ارتفاع ۴ متر خاک چسبنده تحت زلزله Park Field

همانگونه که از شمای جابجایی عرضی و تغییر شکل خاک مشخص است تغییر مکانهای ایجاد شده عمدتاً در اطراف دیوار است که باید توسط المان دیوار کنترل گردد.

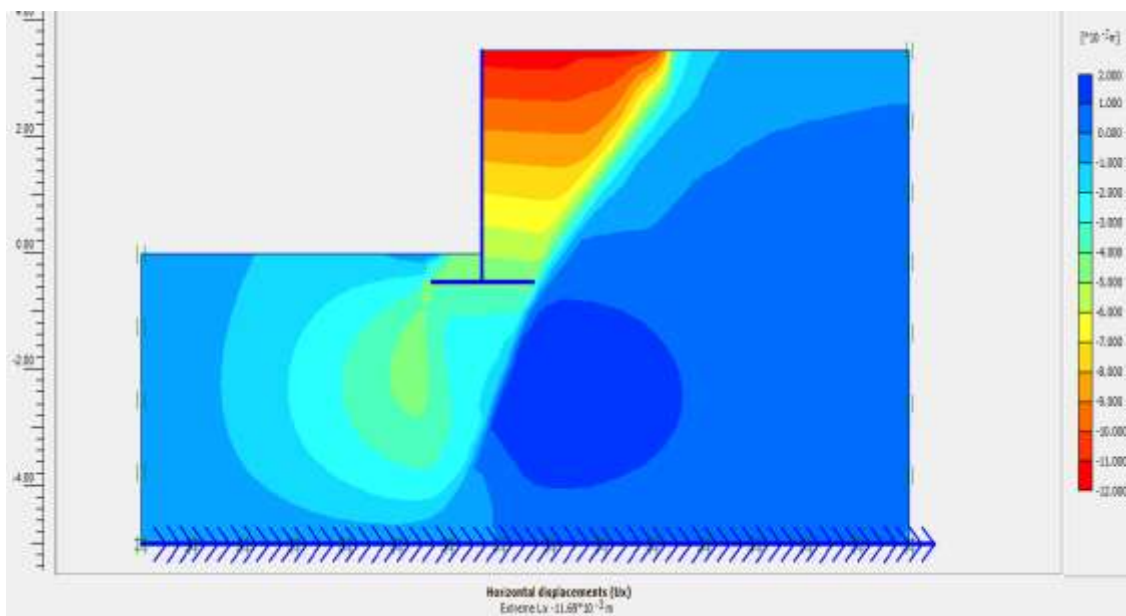


شکل (۳-۱۲) جابجایی عرضی در دیوار وزنی به ارتفاع ۴ متر در برابر خاک چسبنده تحت زلزله LomaPrieta

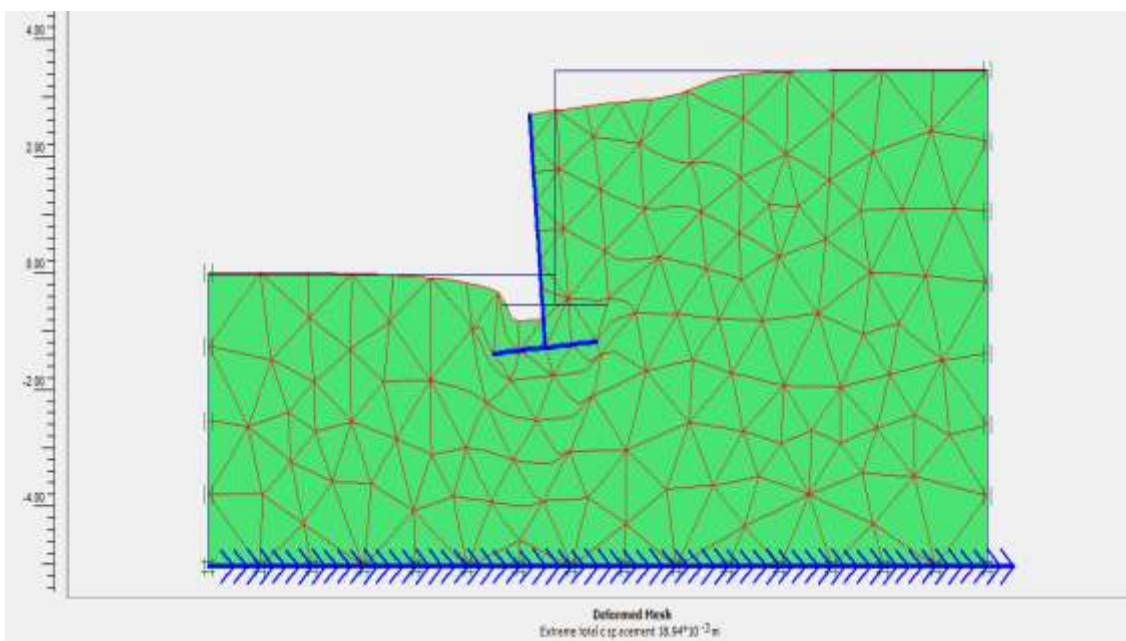


شکل (۳-۱۳) تغییر شکل نامناسب خاک در دیوار وزنی به ارتفاع ۴ متر - خاک چسبنده تحت زلزله LomaPrieta

جابجایی عرضی و تغییر شکل خاک فوق نشان میدهد تغییر مکانهای ایجاد شده عمدتاً در اطراف دیوار بخصوص در سر دیوار است که باید با تقویت در سازه توسط المان دیوار کنترل گردد.

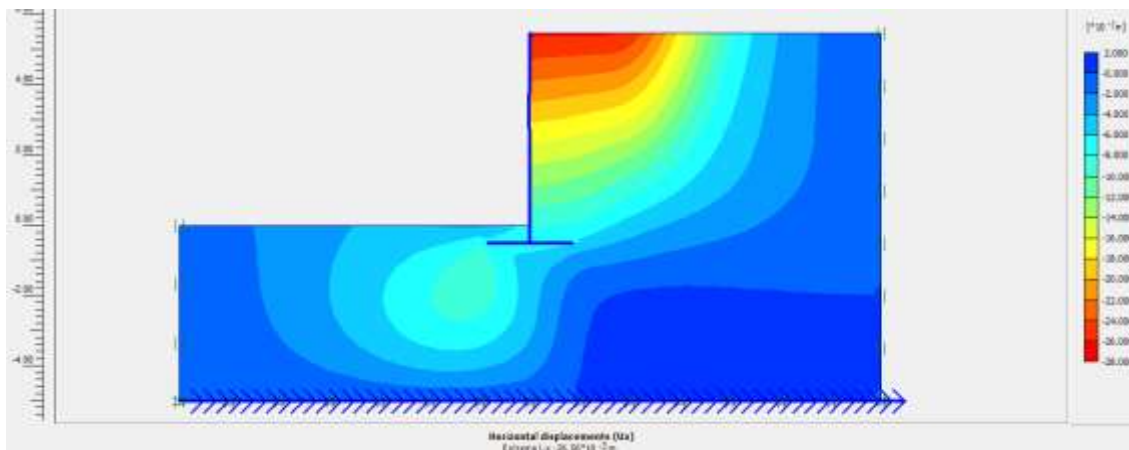


شکل (۳-۱۴) جابجایی عرضی در دیوار وزنی به ارتفاع ۴ متر در برابر خاک غیرچسبنده تحت زلزله Collier Bay

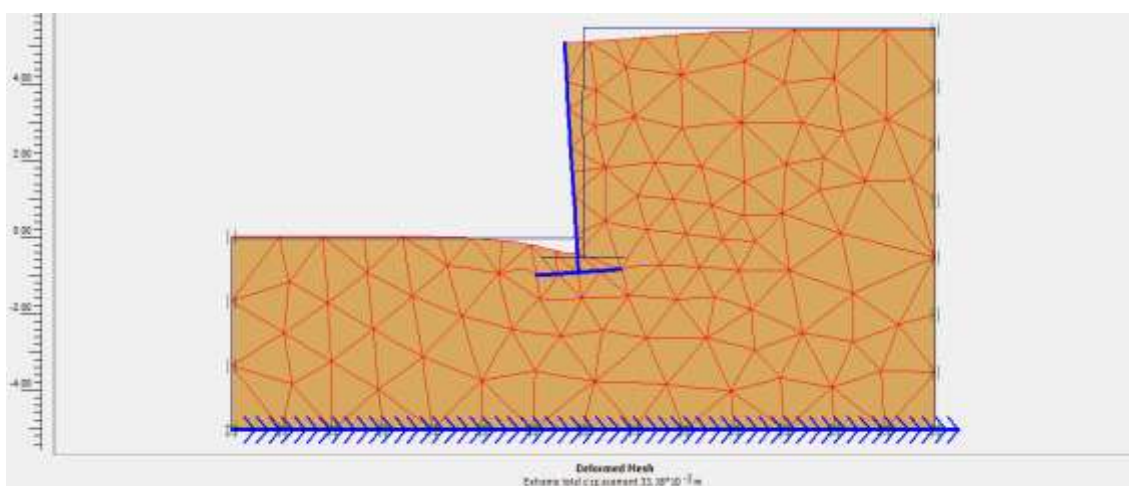


شکل (۳-۱۵) تغییر شکل نامناسب خاک در دیوار وزنی به ارتفاع ۴ متر - خاک غیر چسبنده - زلزله Collier Bay

از بررسی تغییر شکل‌های دو نوع خاک در دیوارهای وزنی به ارتفاع ۴ متر میتوان به این نتیجه رسید که تغییر نوع خاک موجب تغییر رفتار در مدل نشده است و کماکان عمده تغییر شکل‌ها در کنار دیوار ایجاد میگردد.

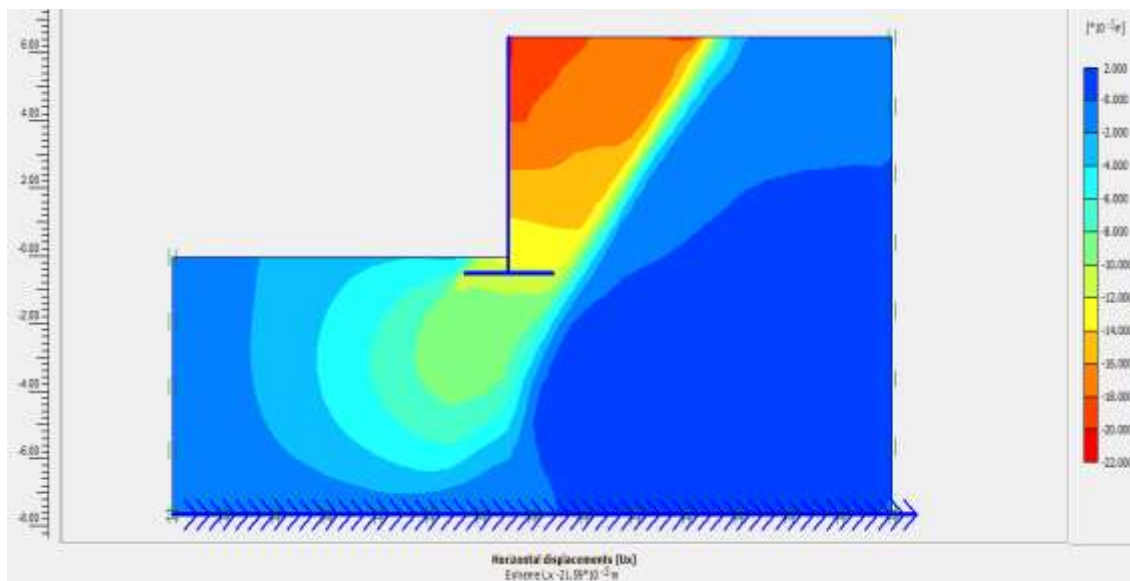


شکل (۳-۱۶) جابجایی عرضی در دیوار شبه وزنی به ارتفاع ۷ متر در برابر خاک چسبنده تحت زلزله Collier Bay

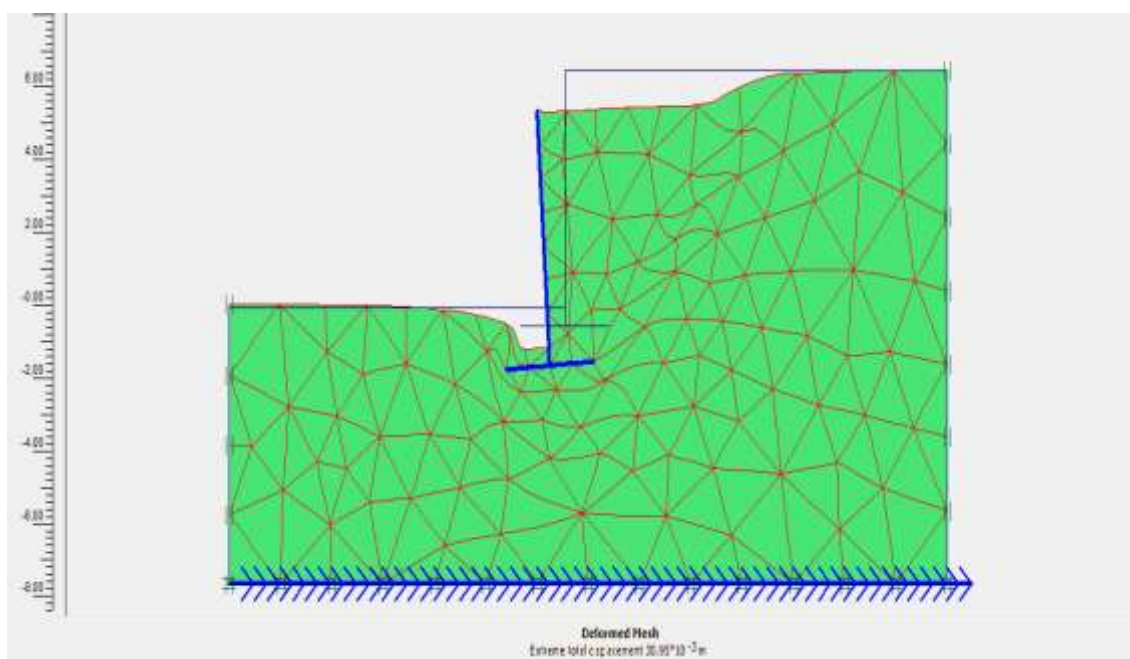


شکل (۳-۱۷) تغییر شکل نامناسب خاک در دیوار شبه وزنی به ارتفاع ۷ متر - خاک چسبنده - زلزله Collier Bay

حداکثر تغییر شکل نامناسب نشان داده شده در شکل‌های فوق در سر دیوار حاصل شده است. در این حالت نوع سیستم دیوار مناسب است اما بهتر است از آرماتورهای تقویتی بیشتر در بالای آن استفاده شود.



شکل (۳-۱۸) جابجایی عرضی در دیوار شبه وزنی به ارتفاع ۷ متر در برابر خاک غیر چسبند تحت زلزله LomaPrieta



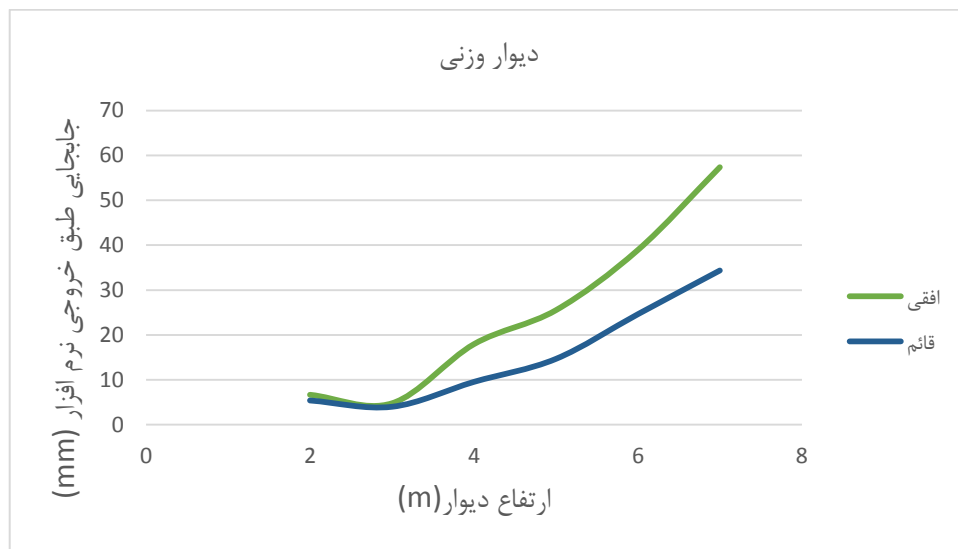
شکل (۳-۱۹) تغییر شکل نامناسب خاک در دیوار شبه وزنی به ارتفاع ۷ متر- خاک غیر چسبند- زلزله LomaPrieta

حداکثر تغییر شکل نامناسب نشان داده شده در شکل‌های فوق در توده خاک پشت دیوار حاصل شده است. اگر چه سیستم دیوار پاسخگوی این نوع تغییر شکل است ، اما به لحاظ اولویت طراحی به عنوان گزینه ارجح قابل توصیه نیست .

میزان جابجایی های افقی و عمودی هر نوع دیوار برای دو نوع خاک پایه مدل، در نمودارهای (۳-۲۰) الی (۳-۲۳) آورده شده است.



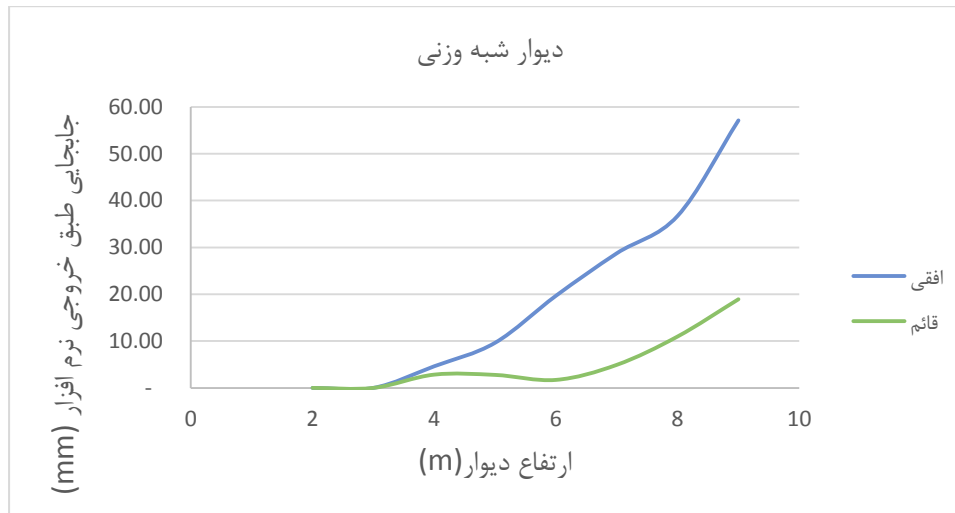
نمودار (۳-۲۰) میزان جابجایی های حاصل شده در دیوار های حائل وزنی برای خاک چسبنده



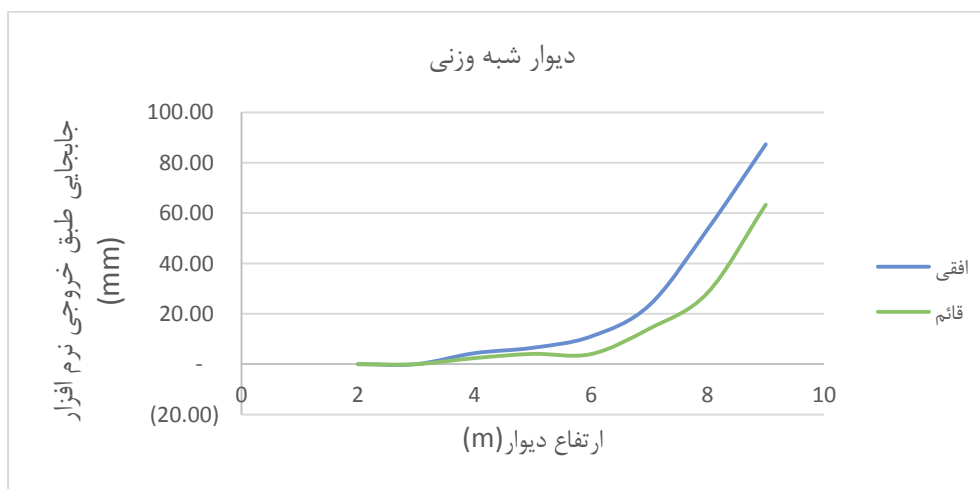
نمودار (۳-۲۱) میزان جابجایی های حاصل شده در دیوار های حائل وزنی برای خاک غیر چسبنده

دو نمودار فوق نشان میدهند که عکس‌العملهای دیوار در دو خاک روند نسبتاً مشابهی دارند و کلیه جابجایی‌ها بیشتر از دامنه پذیرش هستند. اگرچه این دیوارها به لحاظ اقتصادی و اجرایی بهترین نوع گزینه‌های سیستم طراحی محسوب میشوند، اما نمودارهای فوق گویای آن هستند برای پیشنهاد این

دیوارها در عمقهای مشخص فوق ، بعنوان گزینه مناسب و ارجح لازم است ابعاد آنها تغییر محسوس داشته باشد.



نمودار (۲۲-۳) میزان جابجایی های افقی حاصل شده در دیوار های حائل شبه وزنی برای خاک چسبنده



نمودار (۲۳-۳) میزان جابجایی های حاصل شده در دیوار های حائل شبه وزنی برای خاک غیر چسبنده

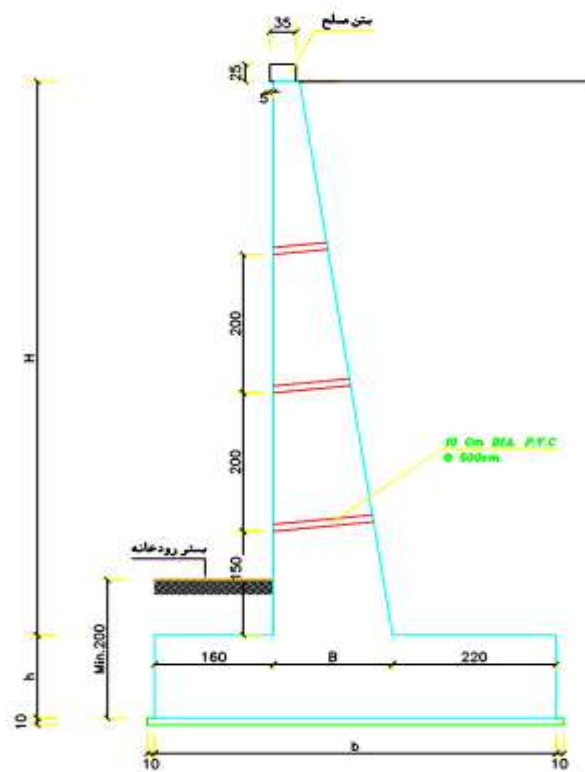
نمودارهای فوق بخوبی بیان میکنند که پس از ارتفاع ۷ متر باید سیستم طراحی دیگری را بعنوان گزینه ارجح انتخاب و اعمال نمود.

۳-۲-۲ - دیوارهای طره ای و طره ای با شمع:

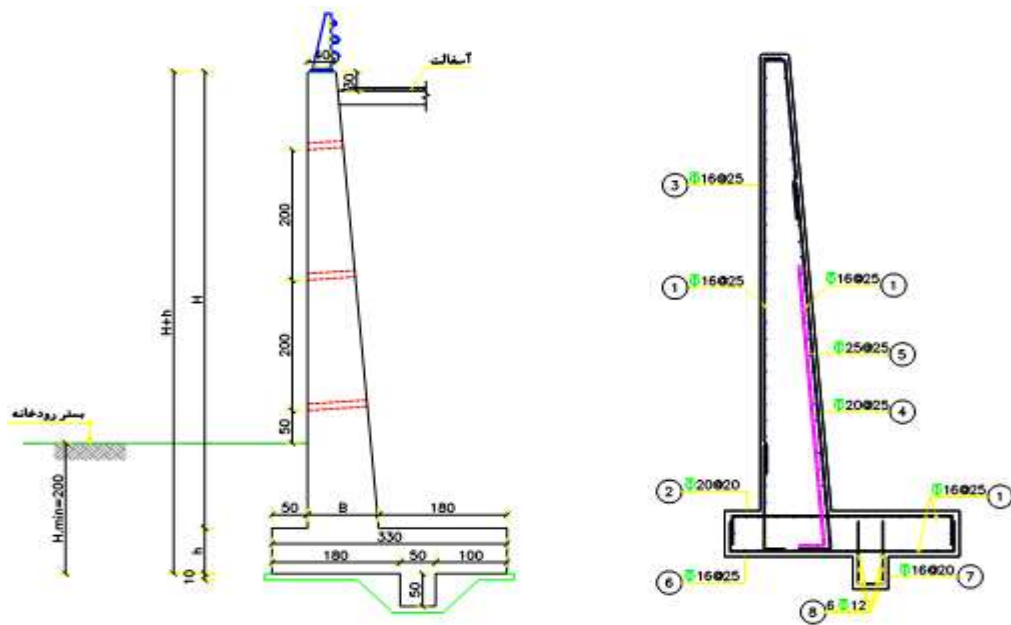
در دیوارهای طره ای ، عرض بالا(ضخامت دیوار) تقریباً ثابت است در حالیکه هر افزایش عمق یک متر در ارتفاع دیوارهای بالای ۶ متر موجب افزایش عرض پایین بمیزان تقریبی ۲۰ درصد ارتفاع میگردد. در ارتفاع بالاتر از ۱۲ متر این نسبت تغییر خواهد نمود، اما با استفاده از یک شمع در زیر پی ، نسبت پیش گفته در خاکهای چسبنده تا ارتفاع ۱۵ متر و خاکهای غیر چسبنده تا ۱۱ مترحفظ میگردد. جدول (۳-۳) داده های انواع دیوارهای معرفی شده را نشان میدهد.

جدول (۳-۳) داده های انواع دیوارهای حائل طره ای برای نرم افزار PLAXIS

المان	دیوار (W)				فنداسیون (B)				W _w	W _B
	H	B _{av}	EA	EI	b	h	EA	EI		
پارامتر واحد	m	m	KN/m	KN/m ² /m	m	m	KN/m	KN/m ² /m	KN/m	KN/m
دیوار طره ای	2	0.25	7.00E+06	3.65E+04	2.6	0.8	2.24E+07	1.19E+06	7	22
	3	0.28	7.70E+06	4.85E+04	3.6	0.9	2.52E+07	1.70E+06	8	25
	4	0.35	9.80E+06	1.00E+05	4.2	1	2.80E+07	2.33E+06	10	28
	5	0.40	1.12E+07	1.49E+05	5.6	2.1	5.88E+07	2.16E+07	11	59
	6	0.50	1.40E+07	2.92E+05	6	2.2	6.16E+07	2.48E+07	14	62
	7	0.88	2.45E+07	1.56E+06	5.2	2	5.60E+07	1.87E+07	25	56
	8	0.98	2.73E+07	2.16E+06	5.4	1.2	3.36E+07	4.03E+06	27	34
	9	1.08	3.01E+07	2.90E+06	6.2	1.4	3.92E+07	6.40E+06	30	39
	10	1.18	3.29E+07	3.79E+06	7.2	1.7	4.76E+07	1.15E+07	33	48
	11	1.28	3.57E+07	4.84E+06	7.9	1.7	4.76E+07	1.15E+07	36	48
12	1.38	3.85E+07	6.07E+06	8.5	2.2	6.16E+07	2.48E+07	39	62	
دیوار طره ای با شمع	7	0.70	1.96E+07	8.00E+05	3.3	0.7	1.96E+07	8.00E+05	20	20
	8	0.80	2.24E+07	1.19E+06	3.8	0.9	2.52E+07	1.70E+06	22	25
	9	0.85	2.38E+07	1.43E+06	4.8	1	2.80E+07	2.33E+06	24	28
	10	1.00	2.80E+07	2.33E+06	5.4	1.2	3.36E+07	4.03E+06	28	34
	11	1.20	3.36E+07	4.03E+06	6.5	1.4	3.92E+07	6.40E+06	34	39
	12	1.30	3.64E+07	5.13E+06	6.8	1.5	4.20E+07	7.88E+06	36	42.00
	13	1.45	4.06E+07	7.11E+06	7.7	1.6	4.48E+07	9.56E+06	41	45
	14	1.45	4.06E+07	7.11E+06	8.6	2	5.60E+07	1.87E+07	41	56
	15	1.70	4.76E+07	1.15E+07	8.6	2.5	7.00E+07	3.65E+07	48	70

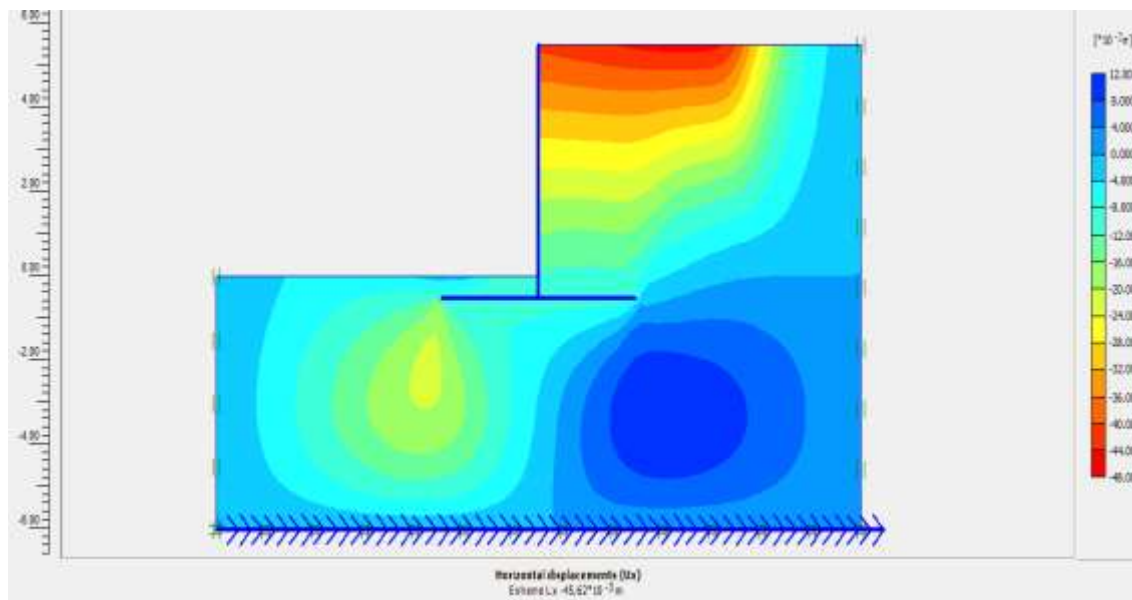


شکل (۲۴-۳) طرح تیپ دیوار حائل طره ای مدل

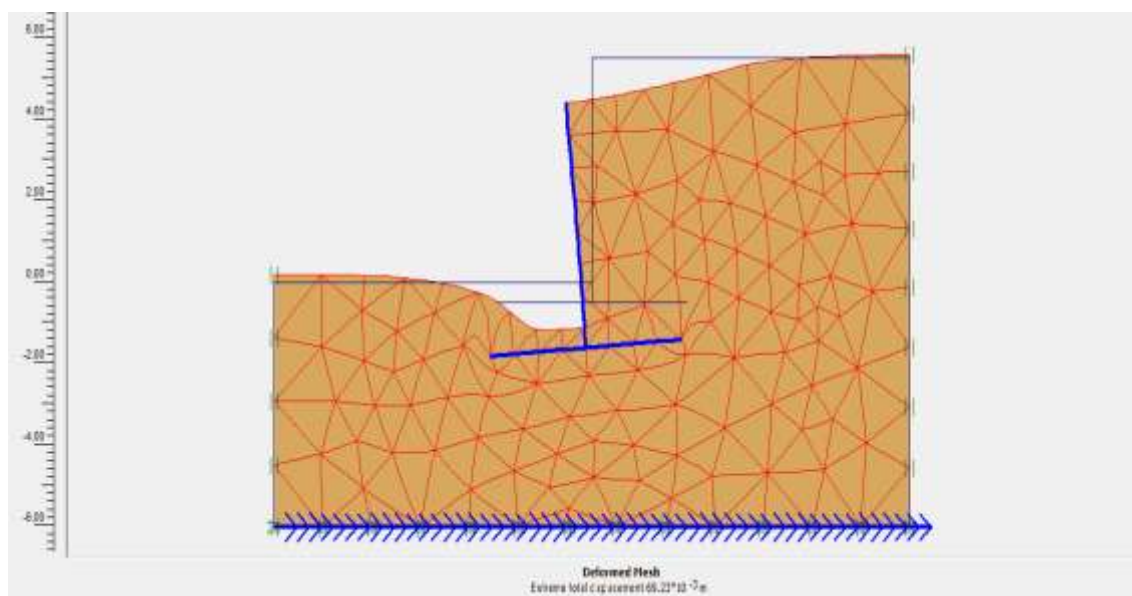


شکل (۲۵-۳) طرح تیپ دیوار حائل طره ای مدل به همراه شمع سطحی

جابجایی های عرضی تعدادی از این دیوارها در عمقهای مختلف، که جنبه بحرانی تری در تحلیل مدلها داشته اند در اشکال (۳-۲۶) الی (۳-۳۷) نمایش داده شده اند .

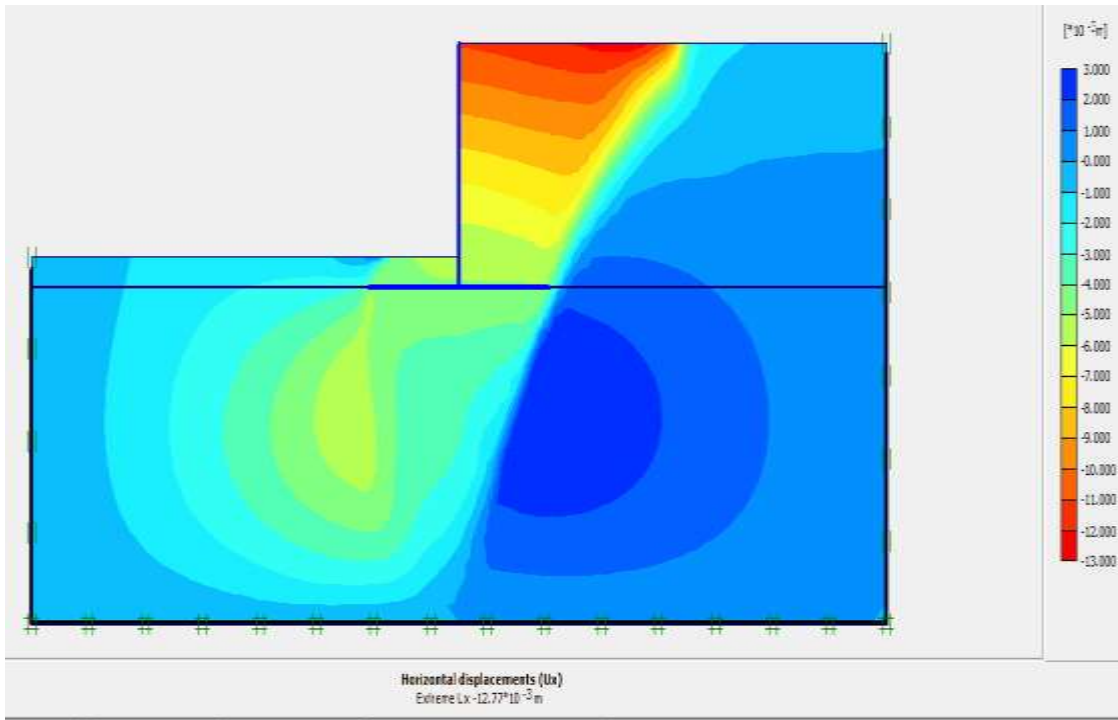


شکل (۳-۲۶) جابجایی عرضی در دیوار طره ای به ارتفاع ۶ متر در برابر خاک چسبنده تحت زلزله Collier Bay

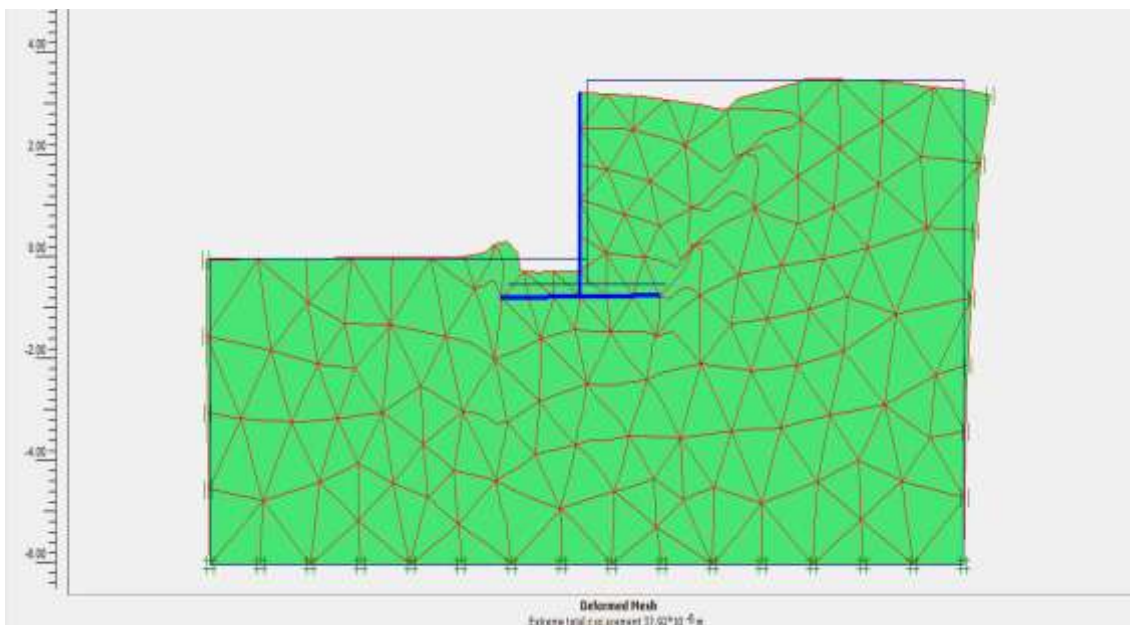


شکل (۳-۲۷) تغییر شکل نامناسب خاک در دیوار طره ای به ارتفاع ۶ متر - خاک چسبنده تحت زلزله Collier Bay

در شکل‌های فوق، مقدار تغییر شکل‌ها ی مهم در بالای دیوار ولی بسیار ناچیز است و اثر نیروی مقاوم به روشنی در جلوی دیوار مشخص است.



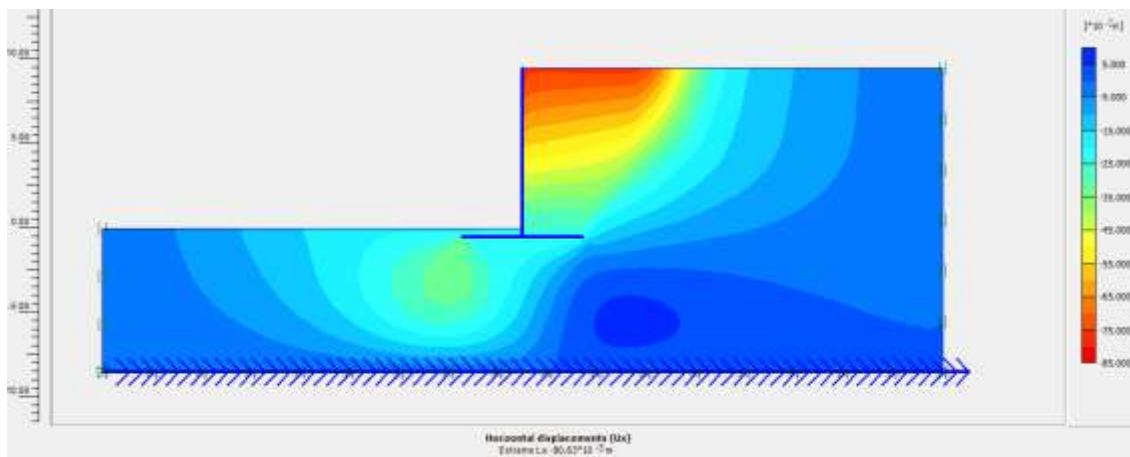
شکل (۳-۲۸) جابجایی عرضی در دیوار طره ای به ارتفاع ۶ متر در برابر خاک غیرچسبنده تحت زلزله Collier Bay



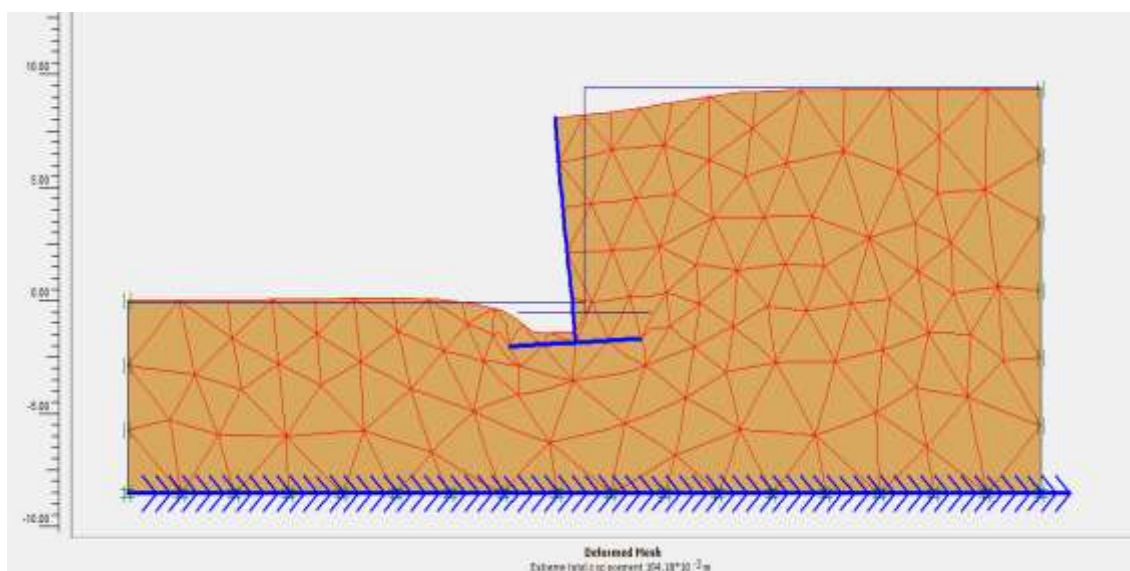
شکل (۳-۲۹) تغییر شکل نامناسب خاک در دیوار طره ای به ارتفاع ۶ متر - خاک غیرچسبنده - زلزله Collier Bay

در شکلهای فوق، علیرغم تغییر نوع خاک کماکان مقدار تغییر شکلهای مهم در بالای دیوار و بسیار

کم اثر است اما تأثیر بارهای وارده بر عرض محدوده اعمال آن گسترده شده است.

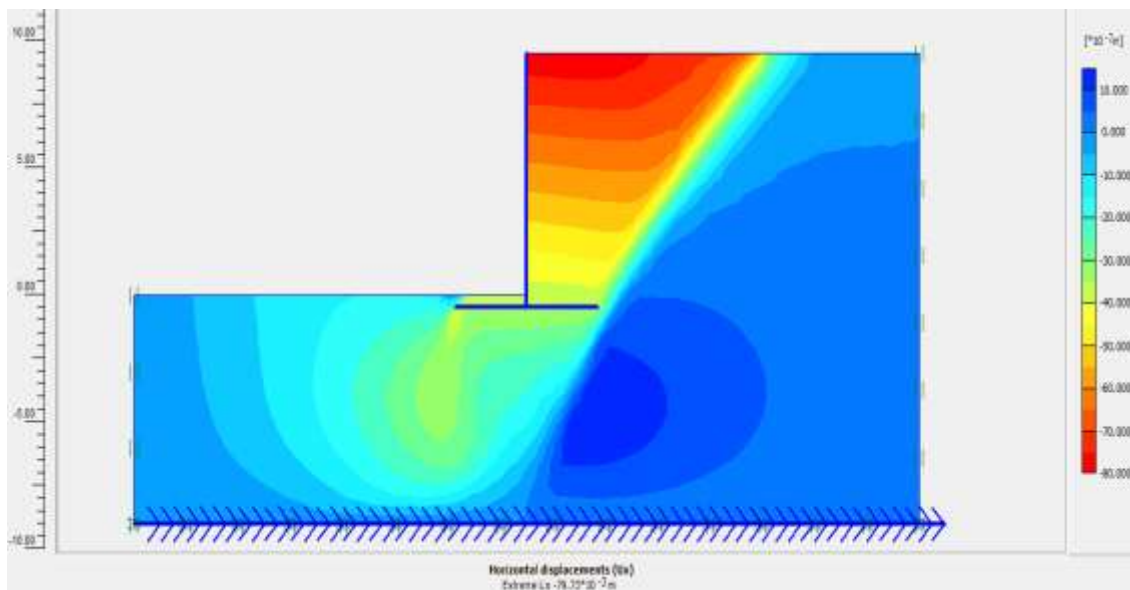


شکل (۳-۳۰) جابجایی عرضی در دیوار طره ای به ارتفاع ۱۰ متر در برابر خاک چسبنده زلزله Park Field

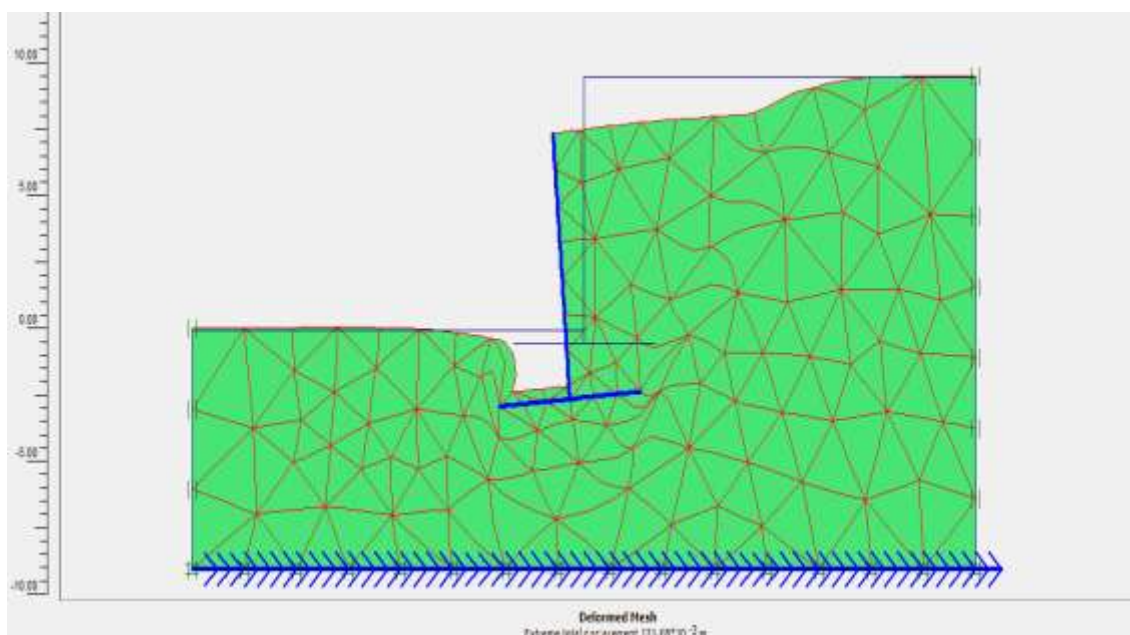


شکل (۳-۳۱) تغییر شکل نامناسب خاک-دیوار طره ای به ارتفاع ۱۰ متر در برابر خاک چسبنده-زلزله Park Field

در شکل‌های فوق، مقدار تغییر شکل‌های مهم همچنان در بالای دیوار ولی با میزان اثر قابل توجه است. در صورت تقویت المان طره ای به لحاظ ابعاد و آرمانتور مصرفی این سیستم دیوار میتواند در دامنه پذیرش کامل قرار بگیرد، اما با توجه به جمیع شرایط نمیتواند برای این ارتفاع دیوار، گزینه ارجح تلقی گردد.

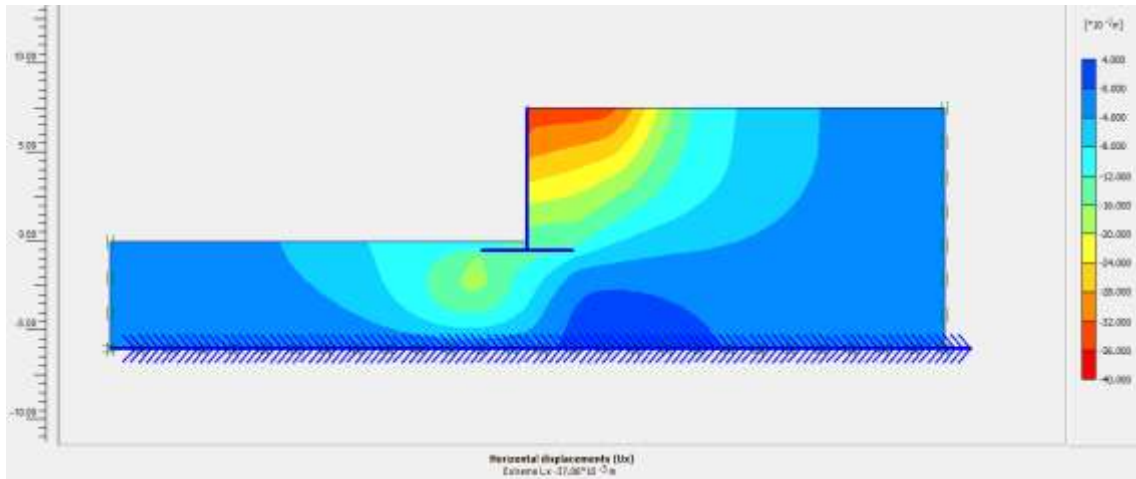


شکل (۳-۳۲) جابجایی عرضی در دیوار طره ای به ارتفاع ۱۰ متر در برابر خاک غیرچسبنده-زلزله Park Field

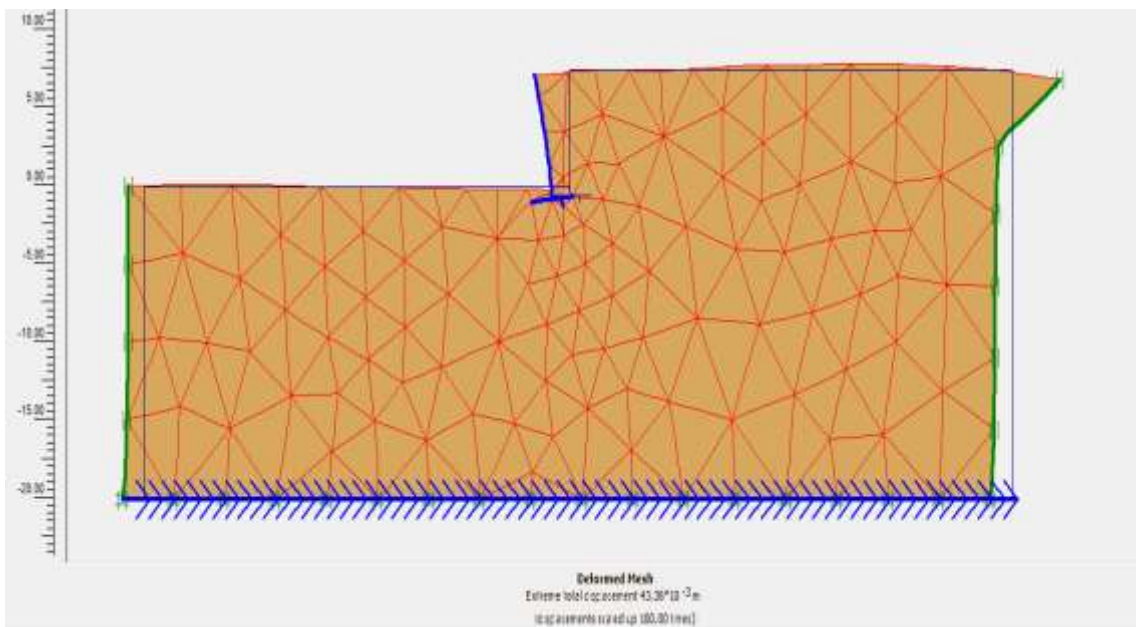


شکل (۳-۳۳) تغییر شکل نامناسب خاک در دیوار طره ای به ارتفاع ۱۰ متر - خاک غیرچسبندهزلزله Park Field

در شکل‌های فوق، مقدار تغییر شکل‌های مهم عمدتاً در بالای دیوار و میزان اثر آن قابل توجه است. نوع خاک این تفاوت را بارز تر نموده است. روشن است که این سیستم دیوار میتواند در دامنه پذیرش کامل قرار بگیرد، اما همچنان برای این ارتفاع دیوار، گزینه ارجح تلقی نمیگردد.

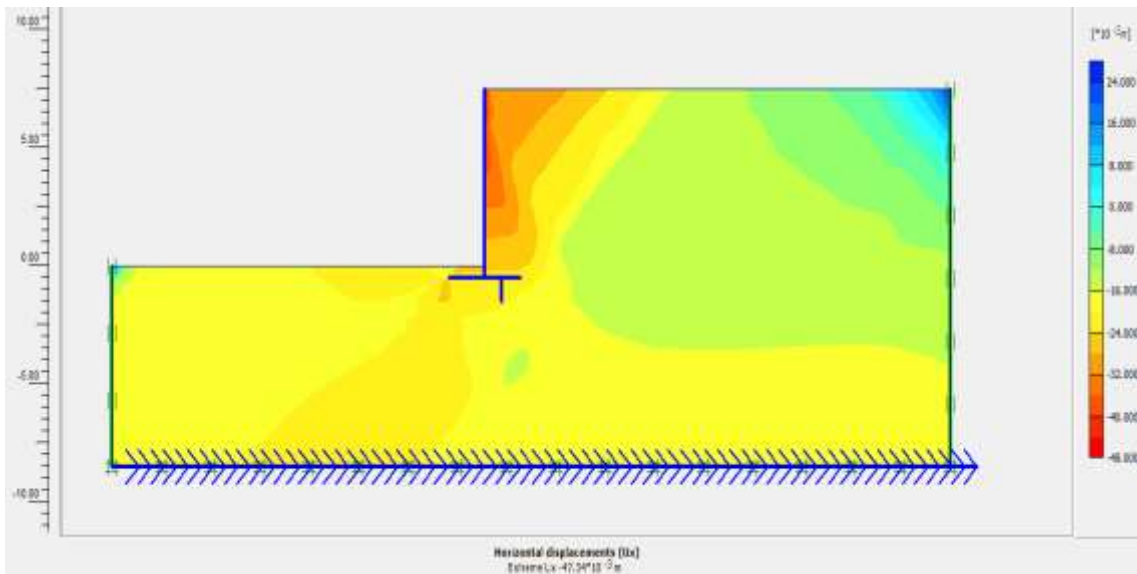


شکل (۳-۳۴) جابجایی عرضی - دیوار طره ای به همراه شمع سطحی به ارتفاع ۸ متر - خاک چسبنده - زلزله Park Field



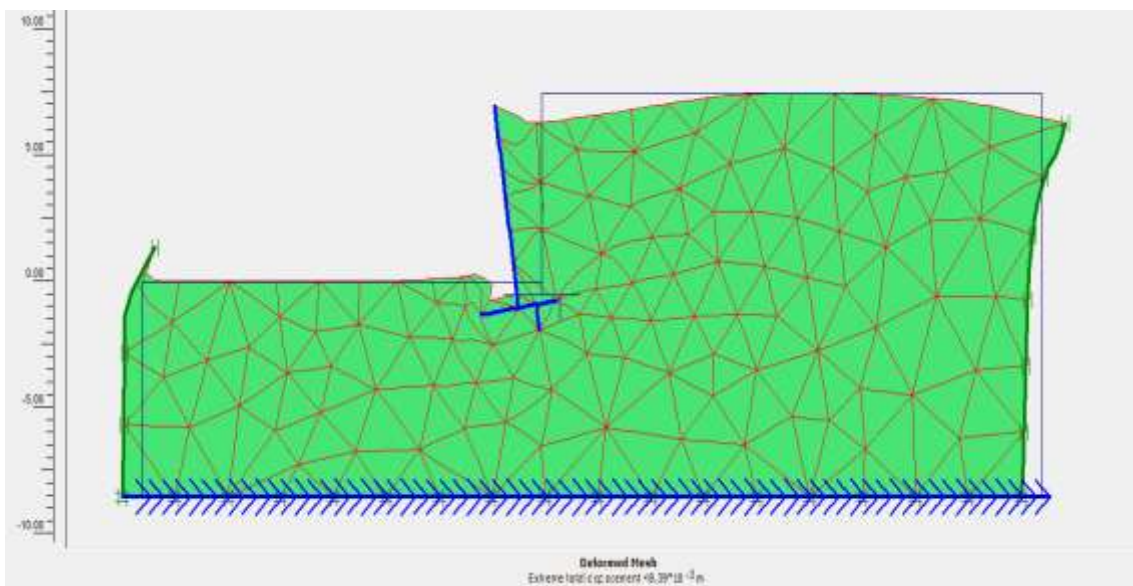
شکل (۳-۳۵) تغییر شکل نامناسب خاک-دیوار طره ای به همراه شمع سطحی به ارتفاع ۸ متر - خاک چسبنده زلزله Park Field

در شکل‌های فوق، مقدار تغییر شکل‌های مهم در بالای دیوار و پشت آن بطور همزمان رخ میدهد. البته این مقدار در بالای دیوار محسوس تر است.



شکل (۳-۳۶) جابجایی عرضی در دیوار طره ای به همراه شمع سطحی به ارتفاع ۸ متر - خاک غیر چسبنده تحت زلزله

LomaPrieta



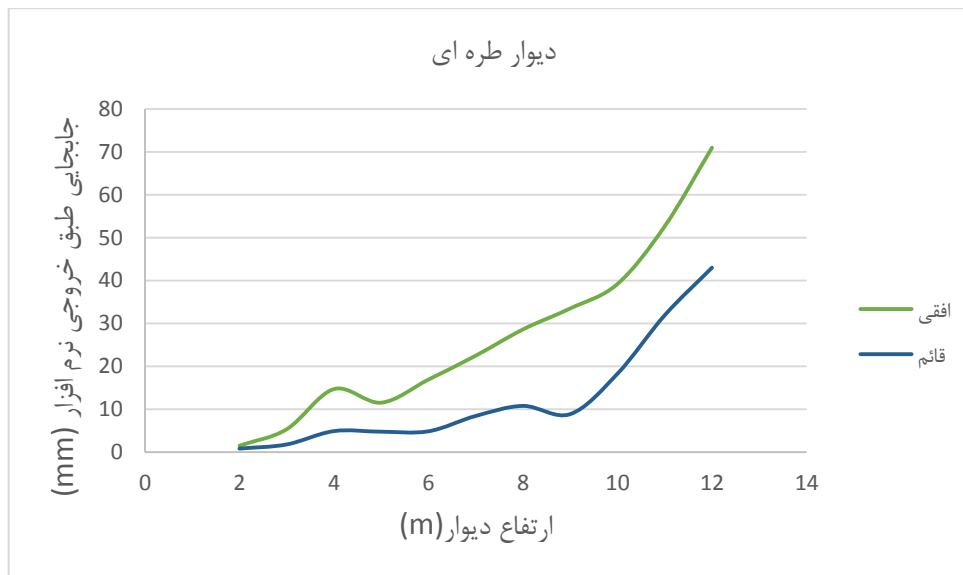
شکل (۳-۳۷) تغییر شکل نامناسب خاک در دیوار طره ای به همراه شمع سطحی به ارتفاع ۸ متر - خاک غیر چسبنده تحت

زلزله LomaPrieta

چنانکه از شکل‌های فوق مشخص است تغییرات و جابجایی ها ، در سر دیوار بطور واضحی تعیین کننده

است. لیکن استفاده از شمع با عمق بیشتر میتواند دامنه پذیرش را موجه تر نماید.

میزان جابجایی های افقی و عمودی هر نوع دیوار برای دو نوع خاک پایه مدل در نمودارهای (۳-۳۸) الی (۳-۴۱) آورده شده است.



نمودار (۳-۳۸) میزان جابجایی های افقی حاصل شده در دیوار های حائل طره ای-برای خاک چسبنده



نمودار (۳-۳۹) میزان جابجایی های حاصل شده در دیوار های حائل طره ای-برای خاک غیرچسبنده

همانگونه که از بررسی نمودارها مشخص است مقدار جابجایی ها بخصوص در جابجایی افقی از ارتفاع ۱۰ متر به بالا بطور قابل توجهی افزایش می یابد. کاهش میزان جابجایی در ارتفاع ۱۲ متری در خاک چسبنده صرفا مربوط به ابعاد دیوار مدل شده است.



نمودار (۳-۴۰) میزان جابجایی های افقی حاصل شده در دیوار های حائل طره ای با شمع- برای خاک چسبنده

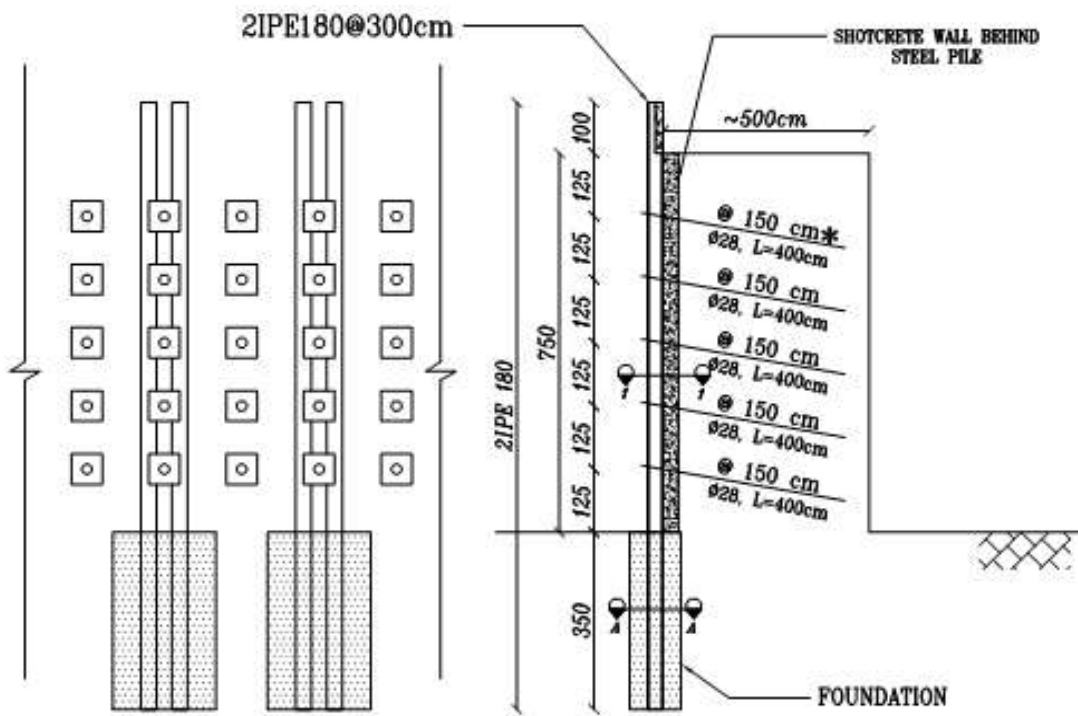


نمودار (۳-۴۱) میزان جابجایی های حاصل شده در دیوار های حائل طره ایبا شمع - برای خاک غیرچسبنده

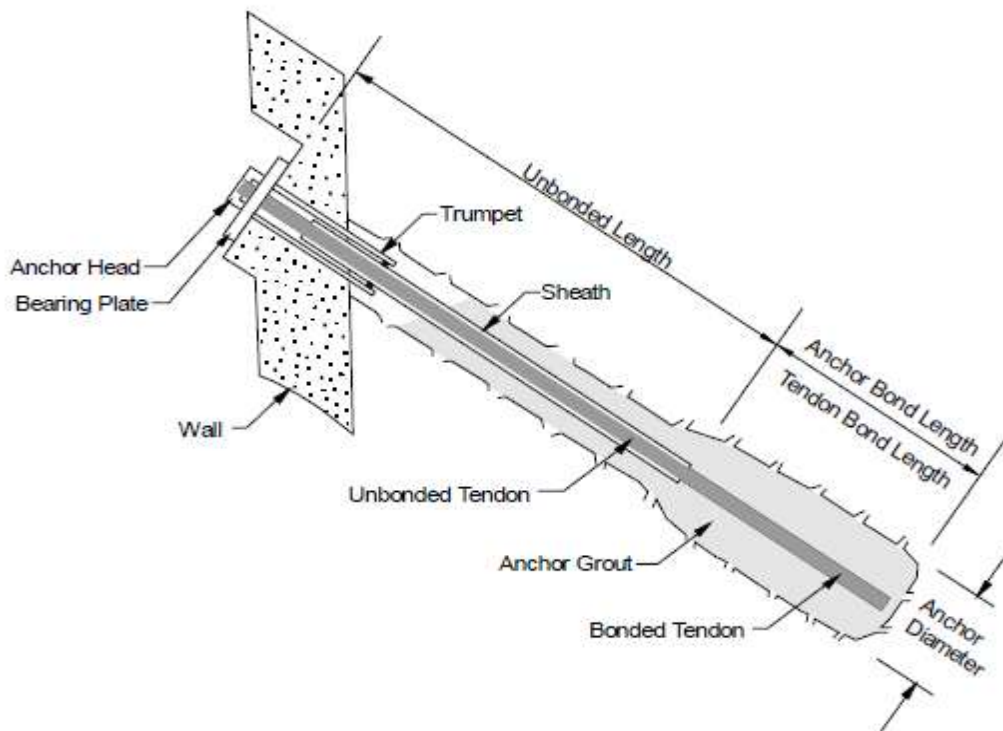
نمودارهای فوق گواه آن هستند که از ارتفاع ۱۳ متر به بالا حد تغییرات به طور قابل ملاحظه ای افزایش می یابد. بطوریکه از ارتفاع ۱۴ متر به بعد لزوم تغییر سیستم دیوار محسوس است.

۳-۲-۳ دیوارهای با انکر، نیلینگ و شمع:

از عمق ۱۱ متر به بعد دیوار طره ای مناسب بدون کمک شمع و یا انکر قادر به تحمل فشار خاک نبوده و یا میزان جابجایی افقی در سر دیوار بسیار بیشتر از محدوده قابل پذیرش خواهد بود ، لذا حفظ روند تغییر ابعاد بنحوی که در نتایج تحلیلی نرم افزار در نمودارهای (۳-۵۲) و (۳-۵۳) مشخص است، بطرز فاحشی تغییر می یابد که بلحاظ اجرایی و یا اقتصادی مناسب نخواهند بود . البته همانطور که قبلا هم توضیح داده شد، برخلاف دیوارهای طره ای همراه با شمع و انکر که کماکان با تحلیلهای دینامیکی آنالیز شده است. برای دیوارهای Shotcrete، Anchored و Piled از تحلیل دینامیکی استفاده نگردیده است. زیرا فازهای اجرایی آنها به لحاظ مرحله بندی هر فاز از تحلیل، با این نوع تحلیل سازگار نیستند. و به جای آن از روش کنترلی کاهش پارامترهای چسبندگی خاک استفاده شده تا ضریب ایمنی کار مشخص گردد. اگر چه این روش در مقایسه ها بکار نمی رود و صرفا یک کنترل برای طراحی های مربوطه است. در استفاده از شمع برای نیلینگ نیز با سعی و خطا روی فواصل شمعها به وضعیتی رسیدیم که جابجایی ها در محدوده پذیرش آیین نامه ای باشد.



شکل (۳-۴۲) - نقشه تیپ سازه ای نیلینگ، شاتکریت و مش و شمع



شکل (۳-۴۳) - اجزای اصلی انکر در اتصال به انواع دیوارهای بتنی

داده های لازم برای معرفی المانهای دیوارها بر اساس جداول (۳-۴) تا (۳-۶) معرفی شده اند.

جدول (۳-۴) داده های المانهای مورد استفاده در انواع دیوارهای حائل نیل و انکر برای نرم افزار PLAXIS

نوع المان	EA	EI	ν
	KN/m	KN/m ² /m	
¹⁵ Φ32	1.60E+05	-	0.05
Φ36	2.04E+05	-	0.05
Strand 4	4.00E+05	-	0.05
Sh.wall	351000	6580	0.05
2IPE200	1620000	13155	0.05
2IPE240	2044000	23393	0.05
2IPE300	2644000	46786	0.05

*مقدار پیش کشیدگی انکرها ۱۵ تن برای هر انکر در نظر گرفته شده است.

¹⁵Φ= Nail Or Anchore(an)

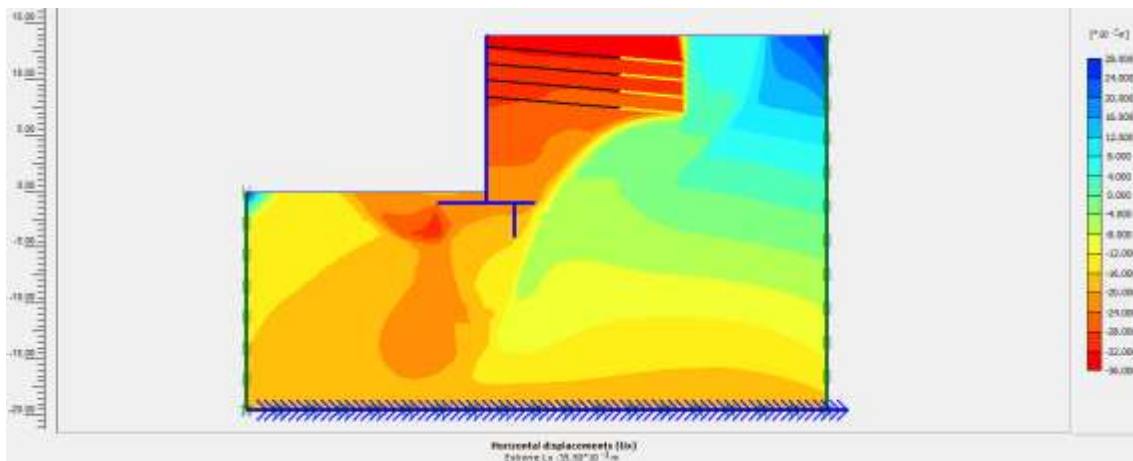
جدول (۳-۵) داده های انواع دیوارهای حائل برای نرم افزار PLAXIS در خاک غیر چسبیده

المان	المان مسلح						شمع	فاصله شمعها	
	H	SH.Th	D	H _{space}	V _{space}	L			No.
پارامتر واحد	m	m	mm	m	m	m		cm	m
تیلینگ یا انکر با شاکرتیت و وایرشم	8	0.15	Φ32	2	1.5	12	2	0	0
			Φ32			10	2	0	0
			Φ32			8	1	0	0
	10	0.15	Φ32	2	1.5	12	2	0	0
			Φ32			10	2	0	0
			Φ32			8	2	0	0
	12	0.15	Φ32	2	1.5	15(an)	1	0	0
			Φ32			12	1	0	0
			Φ32			10	2	0	0
			Φ32			8	4	0	0
	14	0.15	Φ32	1.5	1.5	15(an)	3	0	0
			Φ32			10	1	0	0
			Φ32			8	5	0	0
	16	0.15	Φ32	1.2	1.5	15(an)	3	0	0
			Φ32			12(an)	3	0	0
			Φ32			10	4	0	0
	18	0.15	Φ32	1.2	1.5	15(an)	3	0	0
			Φ32			12(an)	9	0	0
20	0.15	Φ32	1.2	1.5	18(Strand 4)	6	0	0	
		Φ32			18(an)	7	0	0	
تیلینگ یا انکر با شاکرتیت و وایرشم و شمع	8	0.15	Φ32	2	1.5	10	2	2IPE20	6
			Φ32			8	2		
			Φ32			6	1		
	10	0.15	Φ32	2	1.5	9	2	2IPE20	6
			Φ32			7	2		
	12	0.15	Φ32	2	1.5	15(an)	1	2IPE20	6
			Φ32			8	7		
	14	0.15	Φ32	1.5	1.5	15(an)	3	2IPE24	6
			Φ32			7	6		
	16	0.15	Φ32	1.2	1.5	15(an)	3	2IPE24	6
			Φ32			11(an)	4		
			Φ36			9	3		
	18	0.15	Φ32	1.2	1.5	15(an)	3	2IPE30	6
			Φ32			12(an)	7		
	20	0.15	Φ36	1.2	1.5	12	2	2IPE30	6
					18(an)	13	2IPE30	6	

جدول (۳-۶) داده های انواع دیوارهای حائل برای نرم افزار PLAXIS در خاک چسبیده

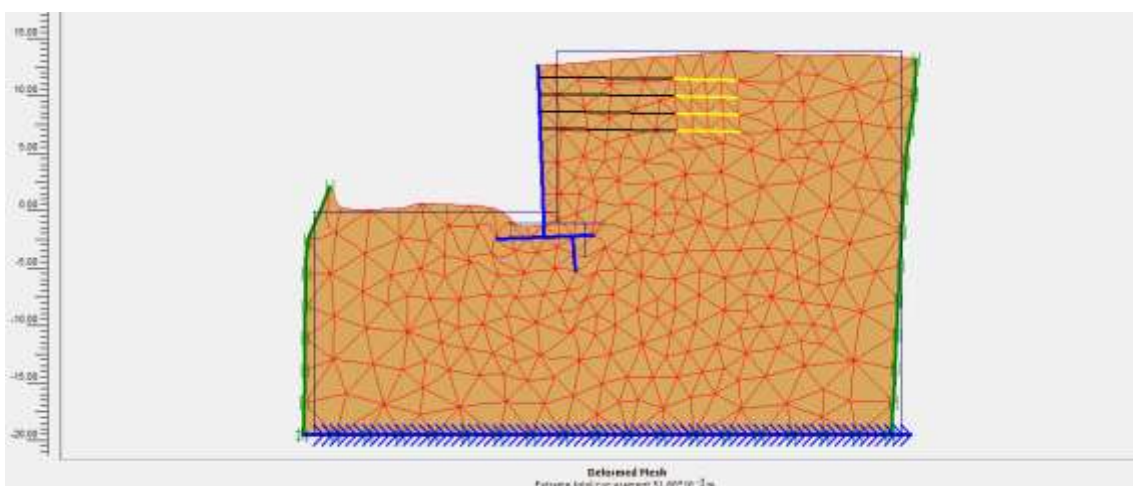
المان	المان مسلح						شمع			
	H	SH.Th	D	H _{space}	V _{space}	L	No.	h	فاصله	
	m	m	mm	m	m	m		cm	m	
تیلینگ یا انکر با شاتکریت و وایر مش	8	0.15	Φ32	2	1.5	10	2	0	0	
			Φ32			8	2	0	0	
			Φ32			6	1	0	0	
	10	0.15	Φ32	2	1.5	10	2	0	0	
			Φ32			8	2	0	0	
			Φ32			6	2	0	0	
	12	0.15	Φ32	2	1.5	15(an)	1	0	0	
			Φ32			10	1	0	0	
			Φ32			8	2	0	0	
			Φ32			6	4	0	0	
	14	0.15	Φ32	1.5	1.5	15(an)	3	0	0	
			Φ32			8	6	0	0	
	16	0.15	Φ32	1.2	1.5	15(an)	3	0	0	
			Φ32			12(an)	3	0	0	
			Φ32			9	4	0	0	
	18	0.15	Φ32	1.2	1.5	15(an)	3	0	0	
			Φ32			12(an)	9	0	0	
	20	0.15	Φ32	1.2	1.5	18(Strand 4)	6	0	0	
			Φ32			18(an)	7	0	0	
	تیلینگ یا انکر با شاتکریت و وایر مش و شمع	8	0.15	Φ32	2	1.5	8	2	2IPE20	6
				Φ32			6	2		
				Φ32			4	1		
		10	0.15	Φ32	2	1.5	8	6	2IPE20	6
				Φ32			15(an)	1	2IPE20	6
12		0.15	Φ32	2	1.5	7	7			
			Φ32			15(an)	3	2IPE24	6	
14		0.15	Φ32	1.5	1.5	7	6			
			Φ32			15(an)	3	2IPE24	6	
16		0.15	Φ32	1.2	1.5	11(an)	4			
			Φ32			9	3			
			Φ36			15(an)	3	2IPE30	6	
18		0.15	Φ32	1.2	1.5	12(an)	7			
			Φ32			12	2			
			Φ36			18(an)	13	2IPE30	6	
20	0.15	Φ36	1.2	1.5	18(an)	13	2IPE30	6		

جابجایی های عرضی برخی از این دیوارها در عمقهای مختلف ، به همراه تغییر شکل مش بندی خاک اطراف دیوار، تحت شرایط اجرایی و بارگذاری ، در شکلهای (۳-۴۴) تا (۳-۵۵) نمایش داده شده اند.



شکل (۳-۴۴) جابجایی عرضی در دیوار طره ای به همراه شمع و انکر به ارتفاع ۱۵ متر در برابر خاک چسبنده- زلزله

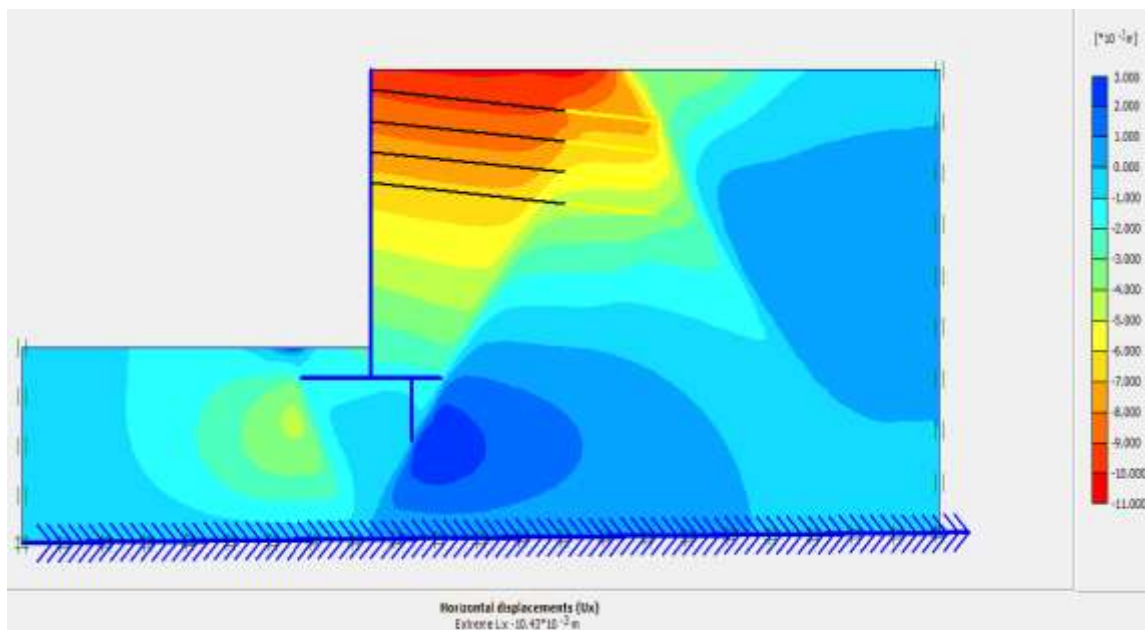
LomaPerita



شکل (۳-۴۵) تغییر شکل نامناسب خاک در دیوار طره ای به همراه شمع و انکر به ارتفاع ۱۵ متر در برابر خاک

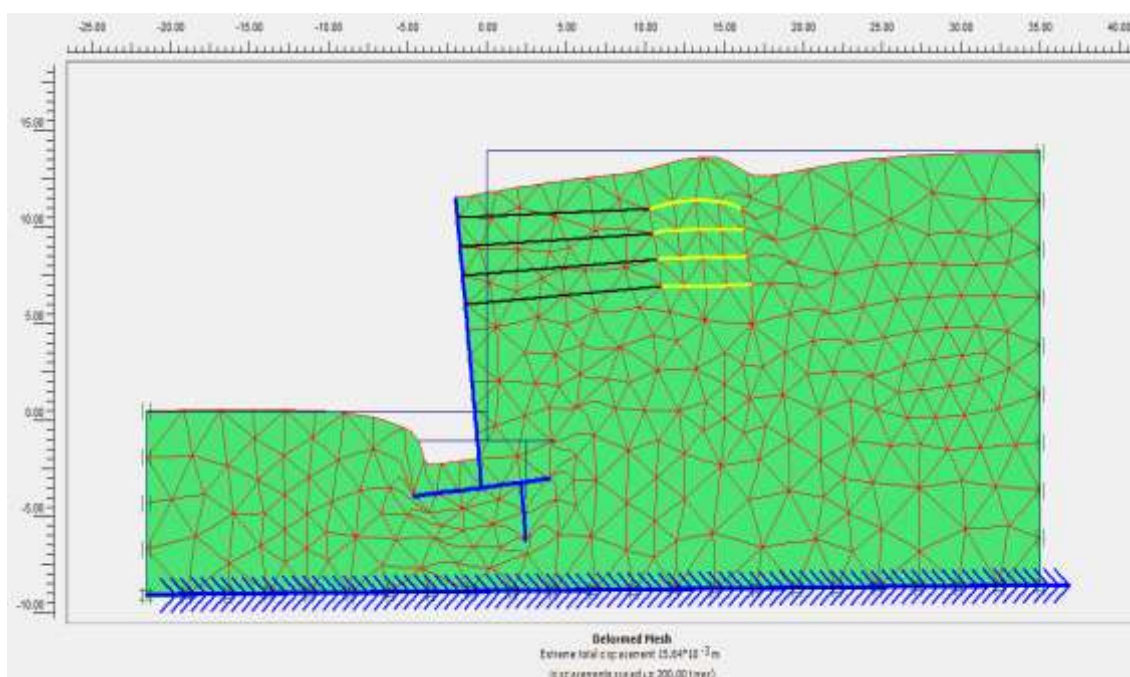
چسبنده زلزله LomaPerita

بیشترین تغییر شکلها در محدوده عمل انکرها و در سر دیوار است که با توجه به عملکرد المانهای مقاوم دیوار کنترل میگردند.



شکل (۳-۴۶) جابجایی عرضی در دیوار طره ای بهمراه شمع و انکر به ارتفاع ۱۵ متر - خاک غیرچسبندهزلزله

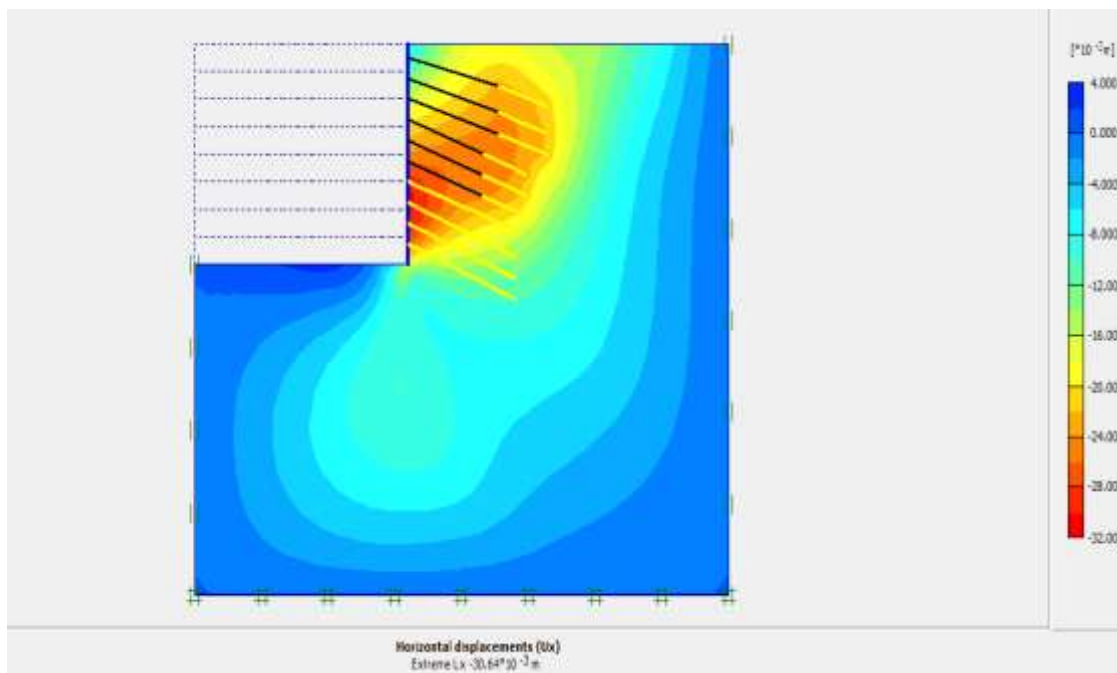
Collier Bay



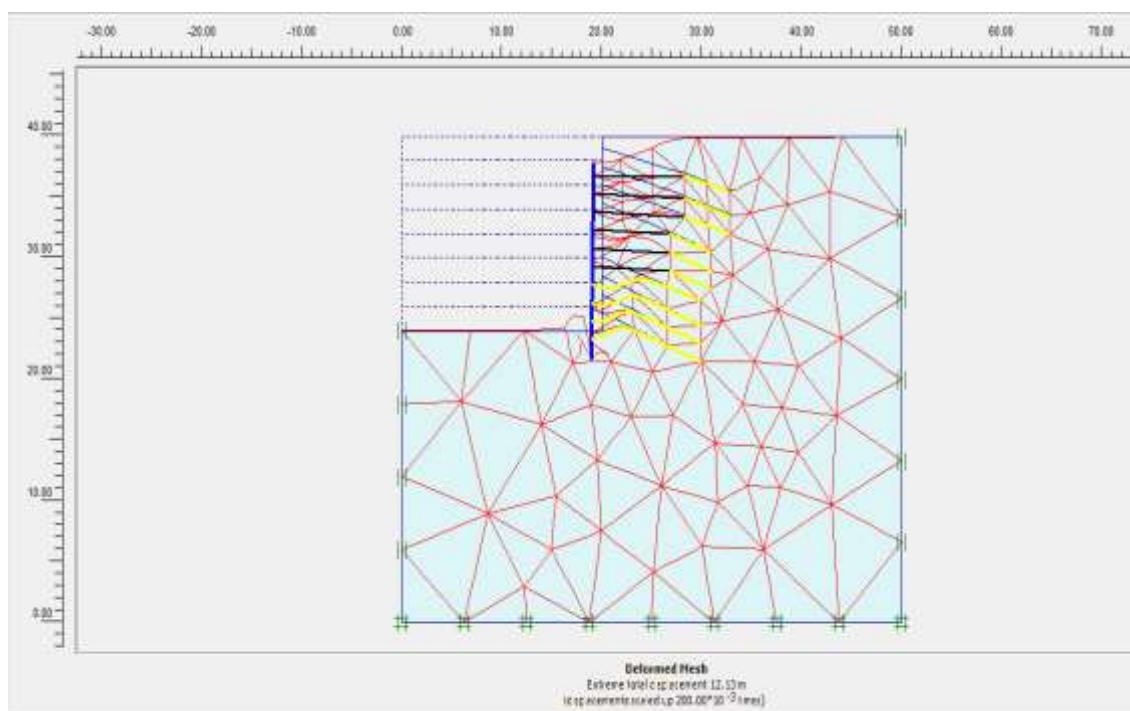
شکل (۳-۴۷) تغییر شکل نامناسب خاک در دیوار طره ای بهمراه شمع و انکر به ارتفاع ۱۵ متر - خاک غیرچسبندهزلزله

Collier Bay

چنانکه در شکل‌های فوق میتوان دید، تغییر شکلهای بوجود آمده در انکرها و سر دیوار نشان دهنده لزوم تغییر در نوع سیستم طراحی است.

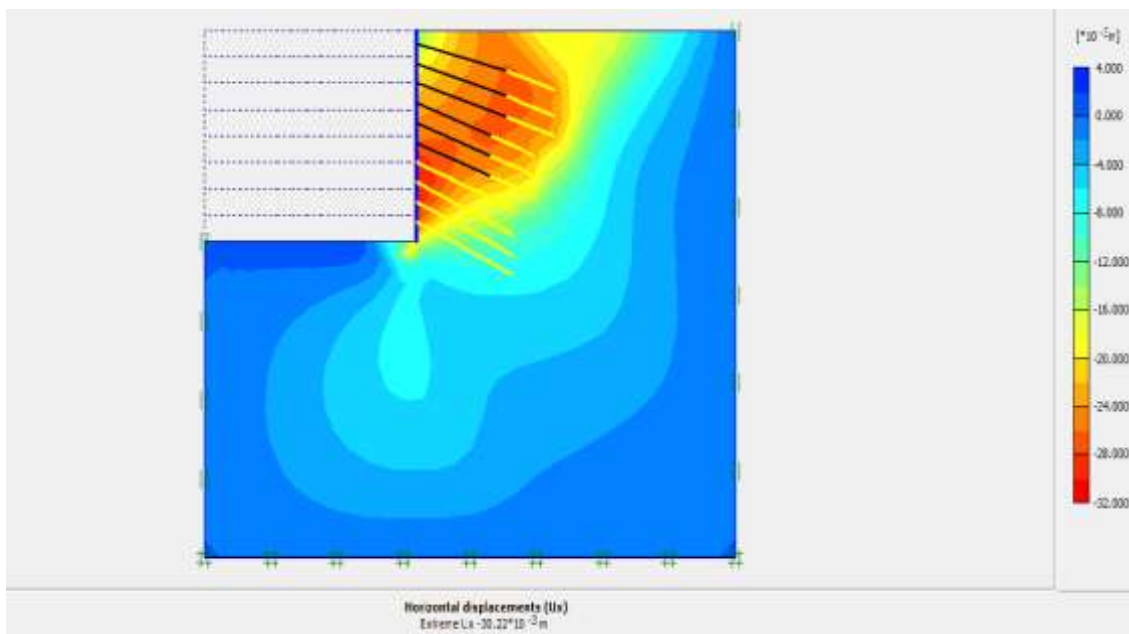


شکل (۳-۴۸) جابجایی عرضی در دیوار شات و نیل و انکر با شمع به ارتفاع ۱۶ متر در برابر خاک چسبنده

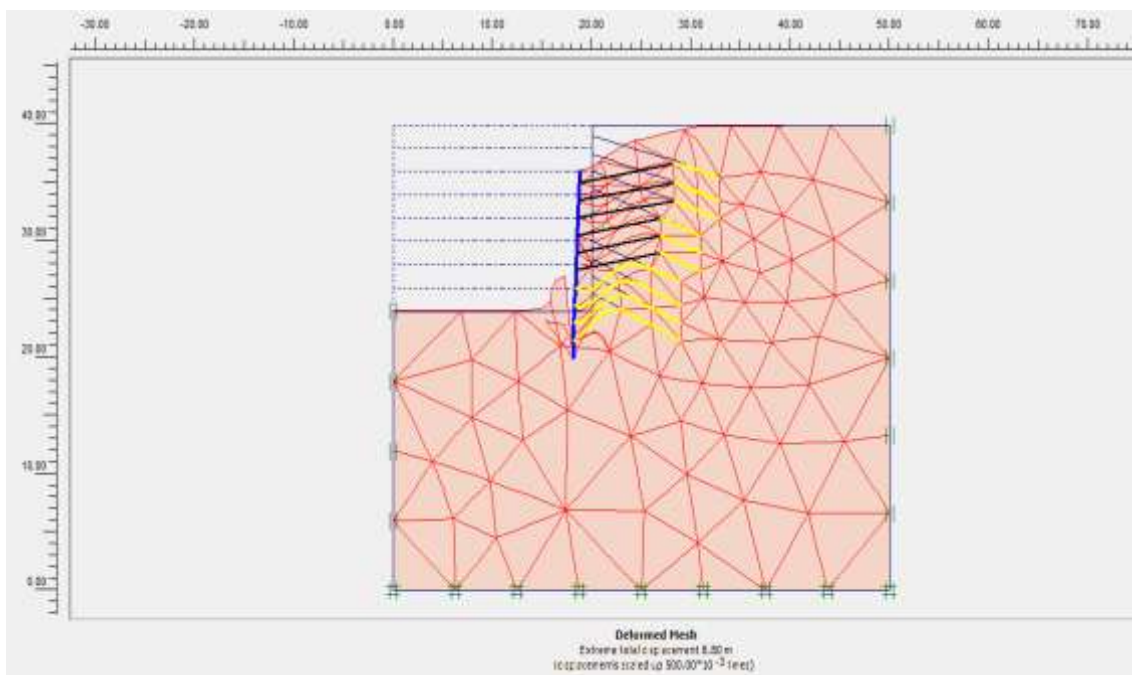


شکل (۳-۴۹) تغییر شکل نامناسب خاک در دیوار شات و نیل و انکر با شمع به ارتفاع ۱۶ متر - خاک چسبنده

مطابق شکل‌های فوق ، مقدار حداکثر تغییر شکل و جابجایی در محدوده وسط دیوار حادث شده است اما میزان آن بسیار ناچیز و کنترل شده است.

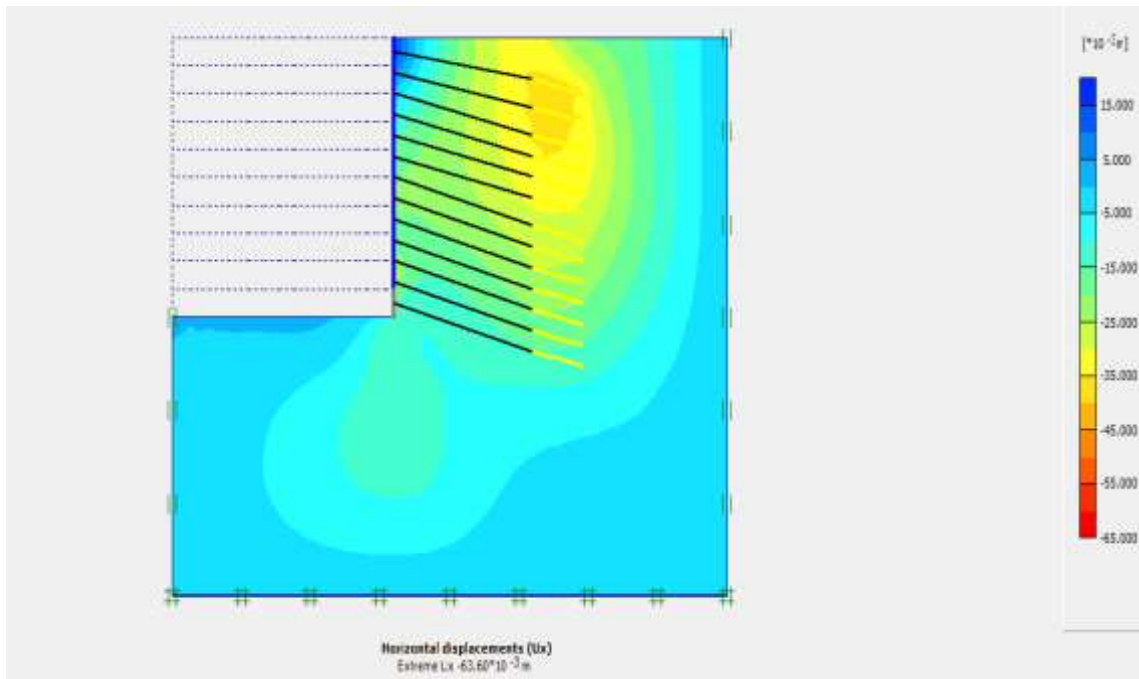


شکل (۳-۵۰) جابجایی عرضی در دیوار شات و نیل و انکر با شمع به ارتفاع ۱۶ متر در برابر خاک غیرچسبنده

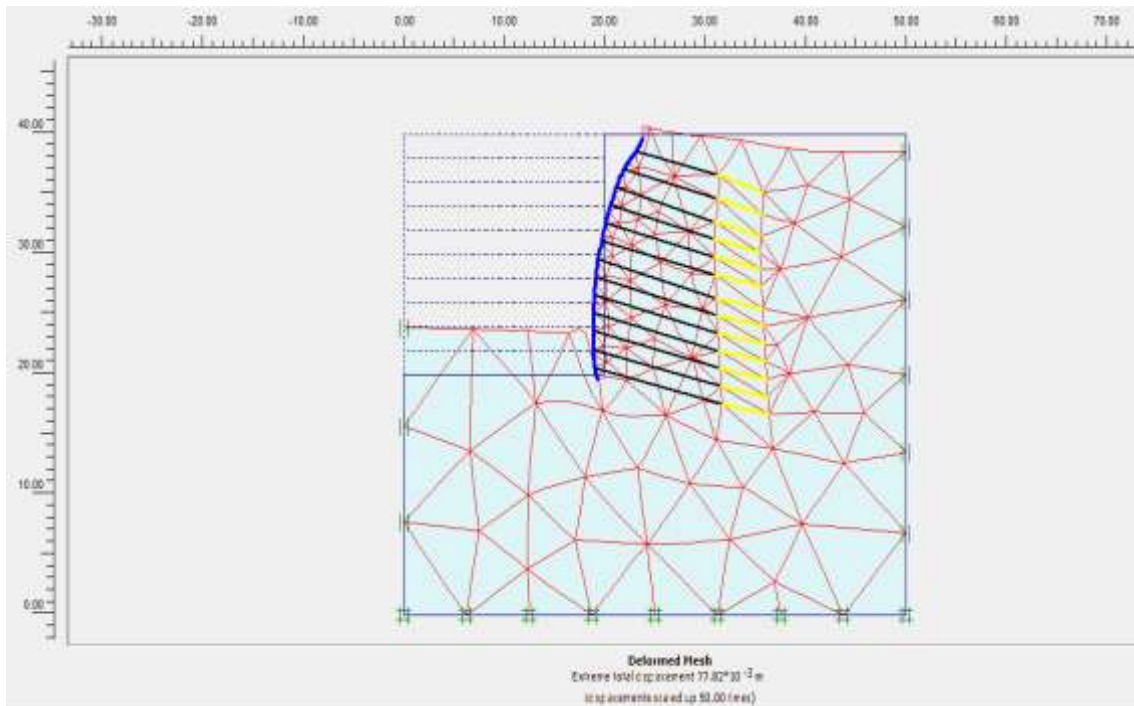


شکل (۳-۵۱) تغییر شکل نامناسب خاک در دیوار شات و نیل و انکر با شمع به ارتفاع ۱۶ متر - خاک غیرچسبنده

در شکلهای فوق، بیشترین جابجایی های مشاهده شده، در قسمت پایین دیوار و در محدوده عملکرد انکرها و نقطه اتصال نیلها، اتفاق افتاده است.

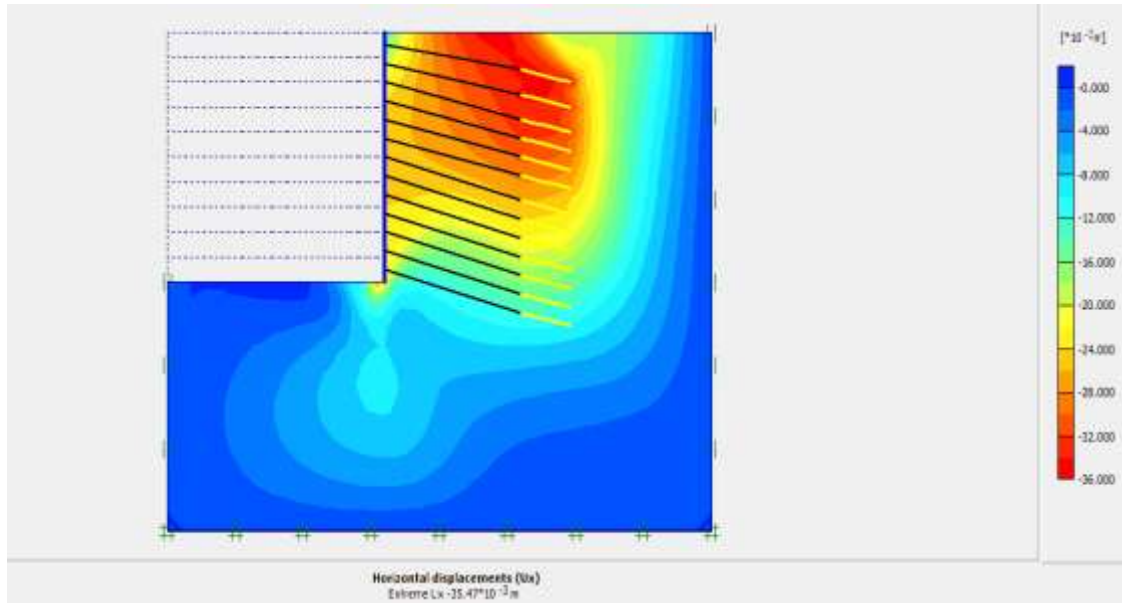


شکل (۵۲-۳) جابجایی عرضی در دیوار شات و نیل و انکر با شمع به ارتفاع ۲۰ متر در برابر خاک چسبنده

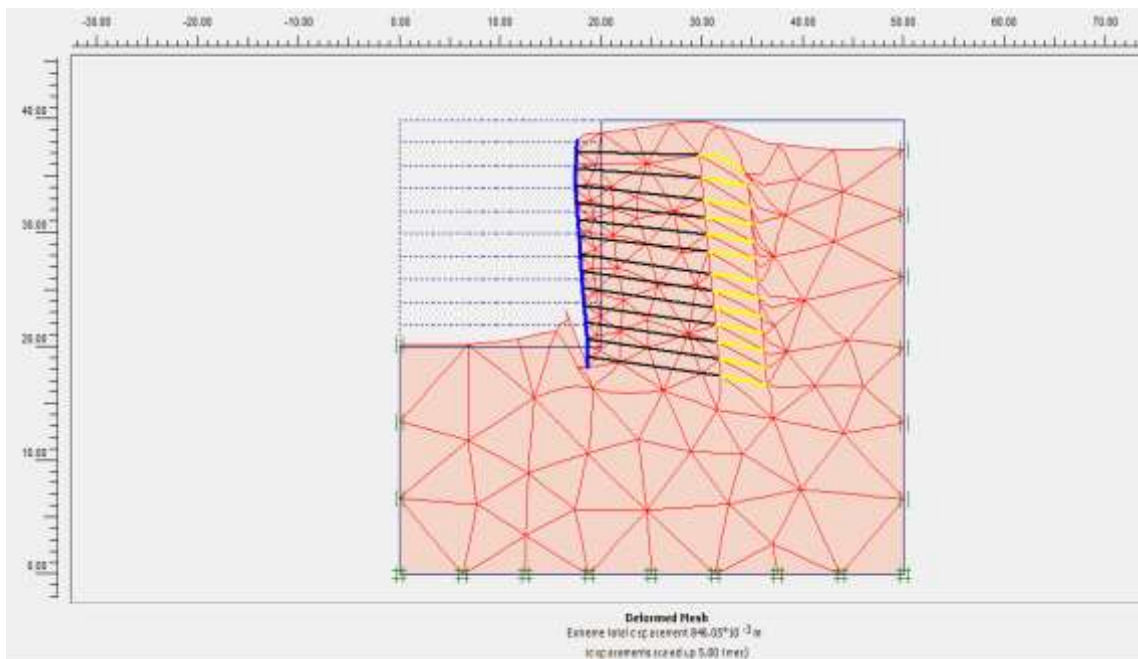


شکل (۵۳-۳) تغییر شکل نامناسب خاک در دیوار شات و نیل و انکر با شمع به ارتفاع ۲۰ متر - خاک چسبنده

مطابق شکل‌های فوق، بیشترین جابجایی در سر دیوار و ردیف انکرهای بالا، تا حد وسط دیوار است. مقدار جابجایی کاملاً در بازه پذیرش آیین نامه قرار داشته و کاملاً مناسب است.



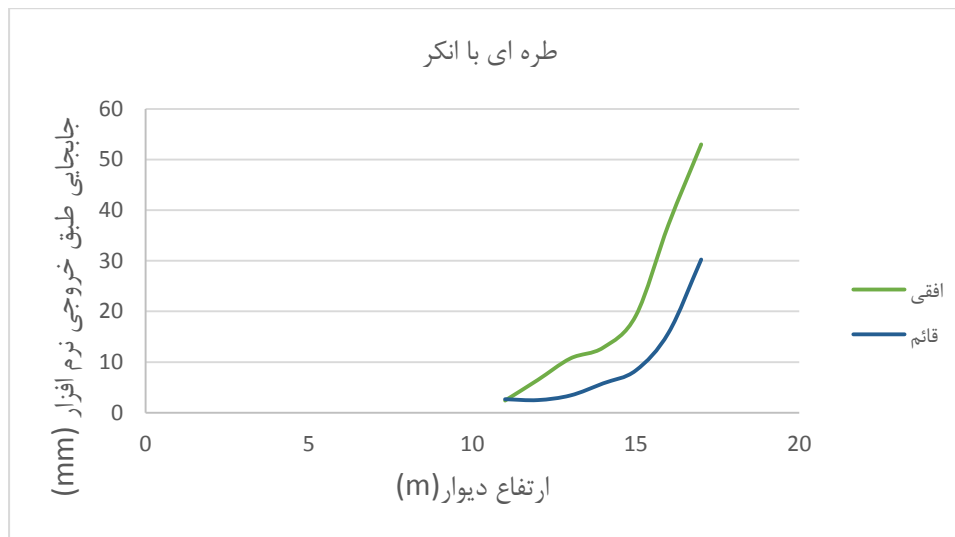
شکل (۳-۵۴) جابجایی عرضی در دیوار شات و نیل و انکر با شمع به ارتفاع ۲۰ متر در برابر خاک غیرچسبنده



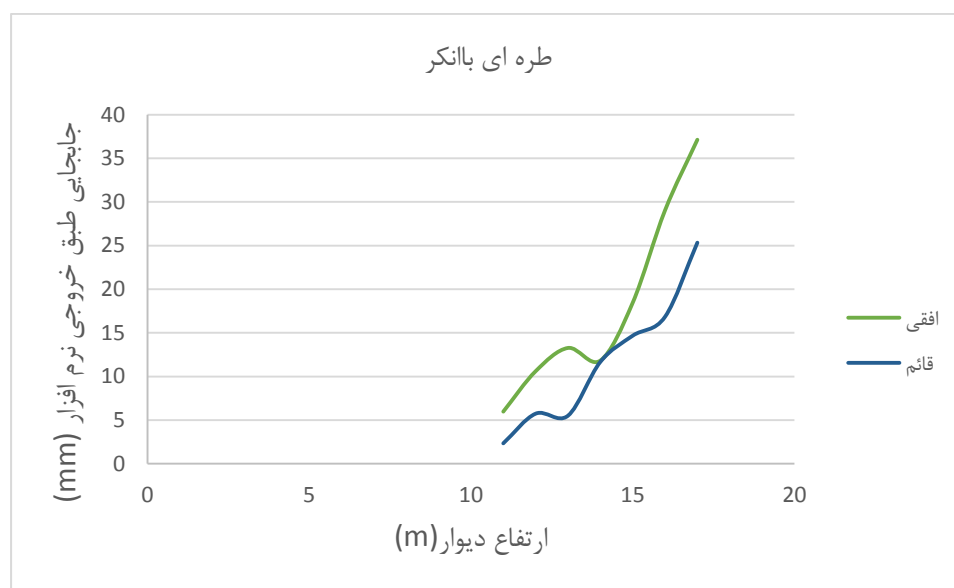
شکل (۳-۵۵) تغییر شکل نامناسب خاک در دیوار شات و نیل و انکر با شمع به ارتفاع ۲۰ متر - خاک غیرچسبنده

بر اساس آنچه در شکل‌های فوق دیده میشود، تغییر نوع خاک موجب شده است تا جابجایی‌ها غالباً در سر دیوار و بر روی انکرهای سه ردیف بالا رخ دهد.

میزان جابجایی های افقی و عمودی هر نوع دیوار برای دو نوع خاک پایه مدل در نمودارهای (۳-۵۶) الی (۳-۶۱) آورده شده است.

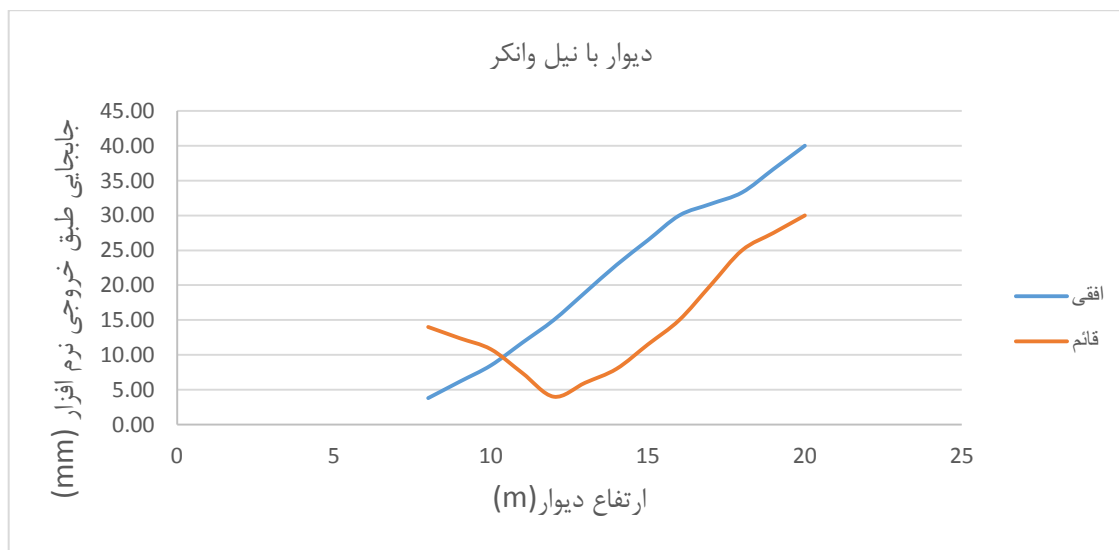


نمودار (۳-۵۶) میزان جابجایی های افقی حاصل شده در دیوار های حائل طره ای با انکر-برای خاک چسبنده

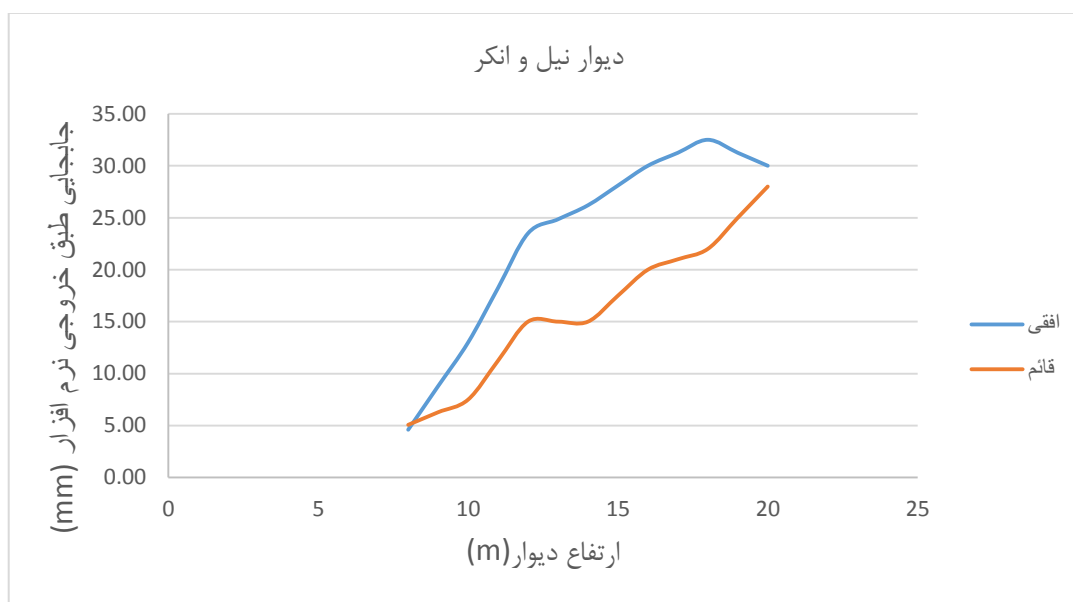


نمودار (۳-۵۷) میزان جابجایی های حاصل شده در دیوار های حائل طره ایبا شمع -برای خاک غیرچسبنده

با توجه به نمودارهای بدست آمده ، این نوع دیوارها بخصوص در خاکهای غیر چسبنده، صرفا بازه ارتفاعی کمی را پاسخگو هستند. زیرا در صورت تغییر مشخصات دیوار و انکرها، احجام و مقادیر کار به لحاظ اقتصادی مقرون به صرفه نخواهند بود.

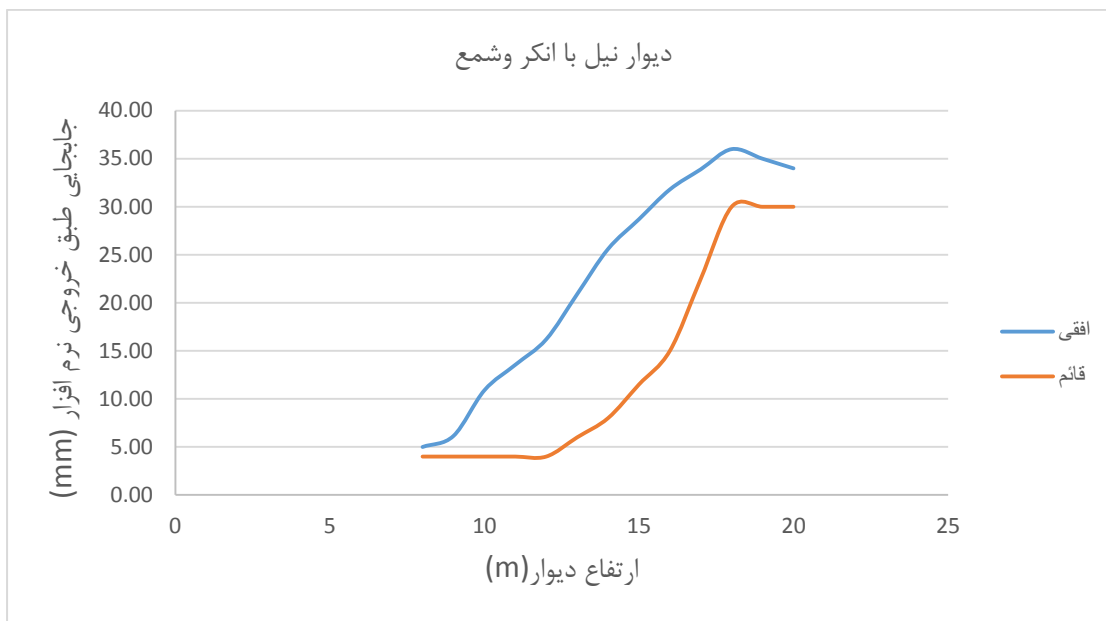


نمودار (۳-۵۸) میزان جابجایی های افقی حاصل شده در دیوار های حائل نیل و انکر- برای خاک چسبنده

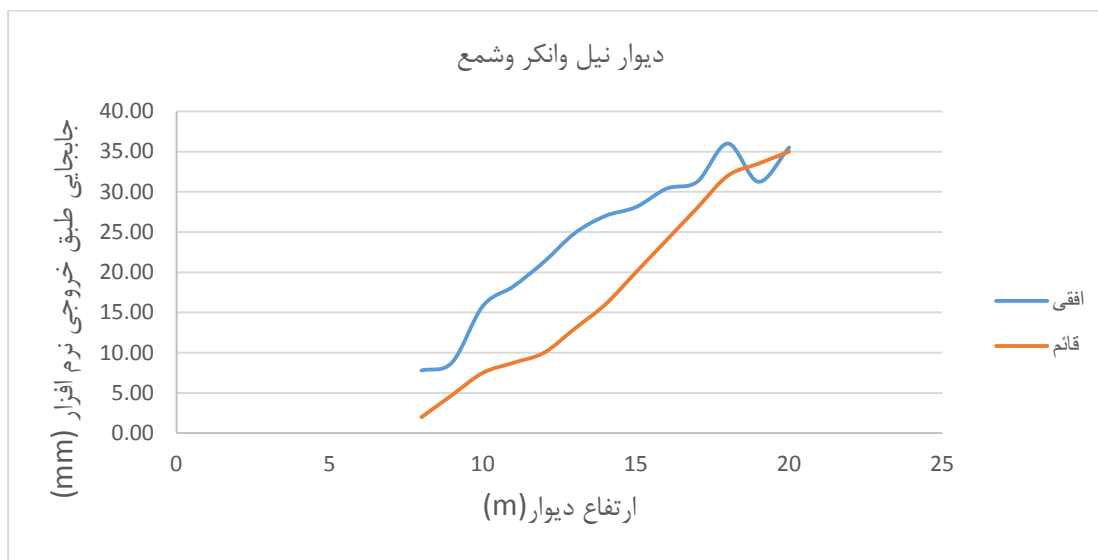


نمودار (۳-۵۹) میزان جابجایی های حاصل شده در دیوار های نیل و انکر- برای خاک غیرچسبنده

همانگونه که در نمودارهای فوق مشخص است، با تغییر نوع خاک میزان جابجایی ها بسیار نزدیک به هم و در حد قابل اقماضی یکسان بنظر میرسند.



نمودار (۳-۶۰) میزان جابجایی های افقی حاصل شده در دیوار های حائل طرنیل و انکر با شمع- برای خاک چسبنده



نمودار (۳-۶۱) میزان جابجایی های حاصل شده در دیوار های نیل و انکر و شمع- برای خاک غیرچسبنده

نمودارهای فوق نشان میدهند، میزان جابجاییهای افقی و قائم برای این نوع دیوارها بدون در نظر گرفتن نوع خاک شرایط قابل قبولی دارند.

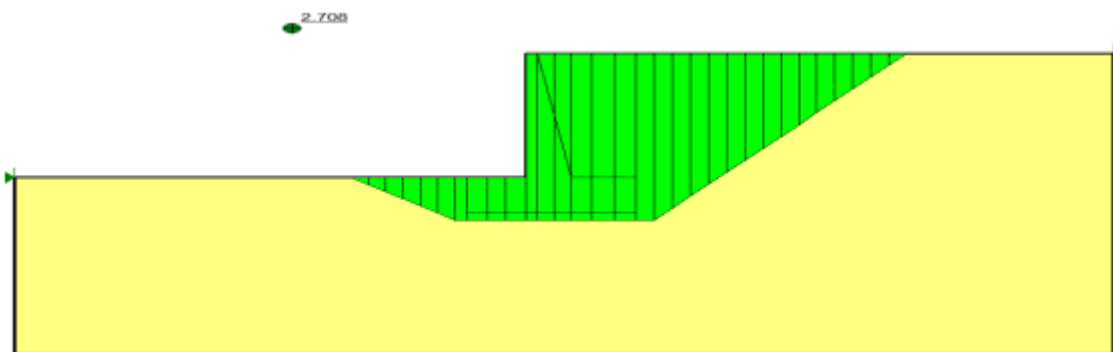
- دیوارهای مدل شده و نتایج حاصله بخوبی نشان میدهند که استفاده از دیوارهای حائل حتی در عمقهای کم، الزامی و به لحاظ ابعاد سازه ای بخصوص در نوع دیوارهای وزنی و شبه وزنی، قابل توجه هستند. که این امر میتواند ناشی از مدول الاستیسیته خاکهای منتخب در این بررسی باشد. این موضوع روند تقریباً خطی در تغییر ابعاد متداول در طراحیهای انجام شده در این نوع دیوارها را دچار تغییر میکند. اما در مجموع، در نمودارهای فوق تأثیر گذاری نوع خاک، بعد از عمق ۱۵ متر، تفاوت بسیار نا محسوسی در نتایج جابجایی های افقی و عمودی دیوارها ایجاد می کند. به گونه ای که میتوان دسته بندی روش طراحی دیوارهای بیشتر از این عمق را برای هر دو نوع خاک به یک قاعده پیشنهاد نمود. (جدول مربوط به این نتایج در پیوست (۴-۵) ارائه شده اند). لازم به توضیح است از آنجاییکه دامنه منفی نیرو (بعنوان نیروی محرک) و محل اثر این نیرو در هر تصویر، در تحلیلهای کاربردی ملاک قضاوت و کنترل های آیین نامه ای هستند، نمایش تغییر مکانها در حالت Shading در ارزیابی رفتار توامان خاک و دیوار در برابر نیروهای محرک مناسب تر بنظر میرسند. حال آنکه برای بررسی رفتار بخش خاصی از دیوار در برابر اثر نیروهای محرک و یا مقاوم، منحنی جابجایی - نیرو در گره انتخابی مورد نظر میتواند اطلاعات دقیقتری را ارائه دهد، که در اینجا مورد نظر نبوده اند.

- مقایسه تحلیلهای دینامیکی بارگذاری اعمال شده زلزله های Collier Bay, Park Field و Loma Perietta روی دیوارها نشان میدهند که اثر تغییر شتابها بر جابجایی دیوارها متفاوت است. لذا برای آنکه تأثیر هر کدام بطور مشخص نشان داده شود، بجای آنکه از یک طیف متوسط این شتابنگاشتها استفاده شود، هر سه زلزله مذکور جداگانه اعمال و نتایج حاصل از آنها بصورت متوسط گیری، در جدول لحاظ و نتیجه گیری شده اند. (جدول (۵-۱) و (۲-۵) پیوست).

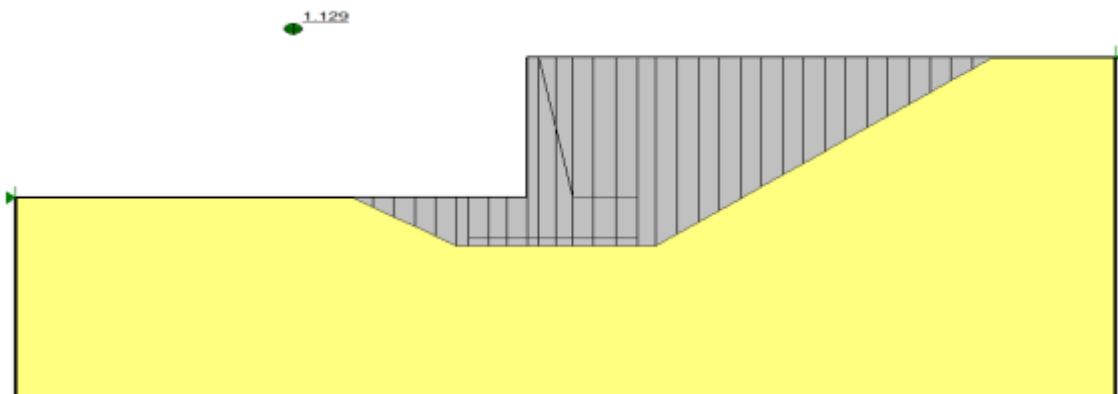
۳-۳- بررسی ضریب ایمنی طراحیها:

برای کنترل اینکه طراحیهای انجام شده به لحاظ ابعادی مناسب و با ضریب اطمینان توصیه شده آیین نامه FHWA همخوانی داشته باشند، از نرم افزار تعادل حدی Geo Studio-Slope/W نسخه ۲۰۰۷ استفاده شد. مرز مدلها کماکان ۱/۵ تا ۲ برابر ارتفاع دیوارها در نظر گرفته شده است. مشخصات مقاومتی (ϕ, C) خاک مورد بررسی در تحلیل استاتیکی CD و در تحلیلهای شبه استاتیکی و اعمال بار زلزله CU در نظر گرفته شده اند. روش مورد نمایش نتایج Bishop در نظر گرفته شده اند.

برای دیوارهای وزنی، شبه وزنی و انواع دیوارهای طره ای ، مقدار وزن مخصوص مصالح بنایی و بتن به ترتیب ۲۲ و 24 KN/m^2 و همچنین در حالت تنش حداکثر ، مقدار چسبندگی ۱۰۰ و زاویه اصطکاک داخلی ۴۵ درجه اعمال شده است. سطوح لغزش به گونه ای تعریف شده اند که از داخل دیوار بتنی عبور نکنند. برای دیوارهای شات ، نیل ، انکر و شمع ضخامت کم قسمت شات و وایر مش بر اساس سیستم Default نرم افزار Geo Slope در نظر گرفته نشده و با جسم خاک یکی دیده میشود. در این نوع دیوارها میزان ضریب اطمینان در سه بخش گودبرداری ، تحت پیش کشیدگی انکرها و حالت بدون اثر انکر طرح و بررسی شده اند. اشکال (۳-۶۲) تا (۳-۶۸) بیانگر نتایج حاصل از نرم افزار در بررسی مقادیر ضریب ایمنی دیوارهای مذکور است که کاملاً در محدوده پذیرش آیین نامه (جدول (۲-۴)) میباشد.



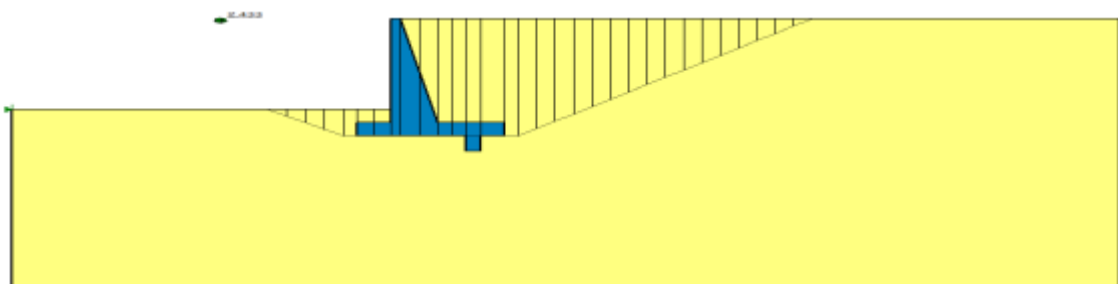
شکل (۳-۶۲) - توزیع تنش گسیختگی بحرانی با ضریب ایمنی ۲/۷۰۸ در دیوار وزنی به ارتفاع ۷ متر در حالت استاتیکی



شکل (۳-۶۳) - توزیع تنش گسیختگی بحرانی با ضریب ایمنی ۱/۱۲۹ در دیوار وزنی به ارتفاع ۷ متر در حالت شبه

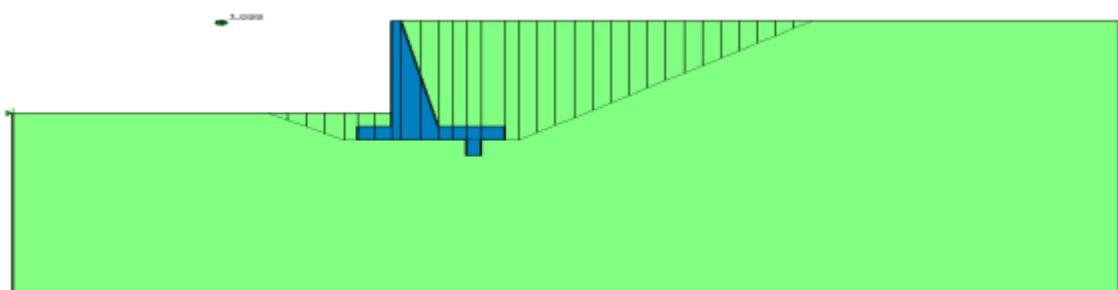
استاتیکی با اعمال زلزله Loma Prieta

میزان ضریب اطمینان بدست آمده نشانگر آنست که مقطع انتخابی تا حد زیادی بهینه بوده و از ابعاد مناسبی برخوردار است .



شکل (۳-۶۴) - توزیع تنش گسیختگی بحرانی با ضریب ایمنی ۲/۴۳۳ در دیوار طره ای به ارتفاع ۱۱ متر در حالت

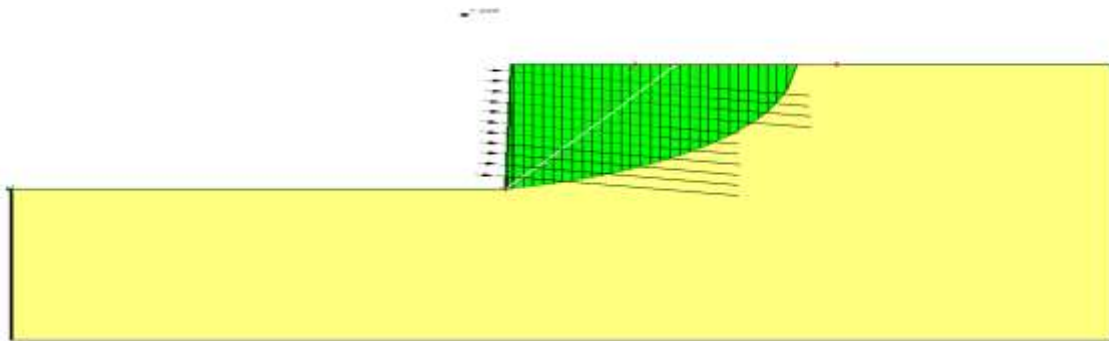
استاتیکی



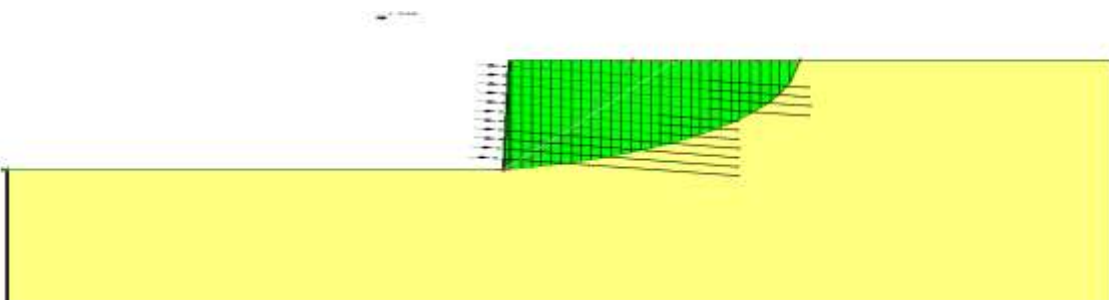
شکل (۳-۶۵) - توزیع تنش گسیختگی بحرانی با ضریب ایمنی ۱/۰۹۹ در دیوار طره ای به ارتفاع ۱۱ متر در حالت شبه

استاتیکی با اعمال زلزله Loma Prieta

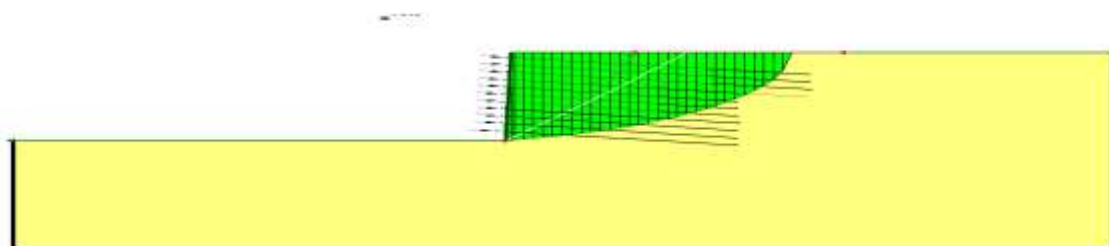
مقدار ضریب اطمینان بدست آمده کاملاً شرایط شدیداً مرزی را نشان میدهد، که قابل پذیرش است.



شکل (۳-۶۶) - توزیع تنش گسیختگی بحرانی با ضریب ایمنی $1/228$ در دیوار شات و نیل با انکر به ارتفاع ۱۹ متر - ایستایی گود-در حالت استاتیکی



شکل (۳-۶۷) - توزیع تنش گسیختگی بحرانی با ضریب ایمنی $1/336$ در دیوار شات و نیل با انکر به ارتفاع ۱۹ متر - اثر ضریب اطمینان $1/5$ در SIF-در حالت استاتیکی



شکل (۳-۶۸) - توزیع تنش گسیختگی بحرانی با ضریب ایمنی $1/210$ در دیوار شات و نیل با انکر به ارتفاع ۱۹ متر - بدون اثر کشش انکر-در حالت استاتیکی

در سه حالت فوق خطوط نمایش پاشنه های گسیختگی و همچنین سطح قطع انکرها، کنترل شده بودن کامل جریان، تحت بارهای اعمال شده، با ضریب ایمنی مناسب حاصل شده، را نشان میدهند.

۳-۴- مبانی تحلیل اقتصادی و نتایج مدلها :

با توجه به نقش مهم اقتصاد در پذیرش یک طرح در فازهای اجرایی، در کنار آزمونهای نرم افزاری ، بررسی مالی جداگانه ای برای هر نوع دیوار و در عمقهای مختلف انجام شده است. همچنین برای هر دسته از دیوارهای مدل شده ، با در نظر گرفتن چهارچوب اثر این برآورد در ابعاد مدل و نتایج نرم افزاری ، تغییر سیستمهای طراحی مد نظر قرار گرفته است.

۳-۴-۱- تحلیل اقتصادی :

کلیه برآوردها با توجه به فهرس بهاء موضوعی سال ۱۳۹۴ سازمان مدیریت و برنامه ریزی راهبردی ریاست جمهوری (راه و باند فرودگاه و راه آهن و ابنیه) ، با اعمال ضریب بالاسری ۱/۳ و ضریب منطقه ای ۱، انجام شده است. این فهرس بهاء یک مبنای کاملاً کارشناسی شده در اعمال هزینه های مصالح، ماشین آلات و دستمزد را در تعیین قیمت تمام شده، بدست میدهند. کلیه دیوارها در راستای طولی در واحد متر و یا با رعایت تعداد و فواصل المانهای مشابهی مانند شمعها، با در نظر گرفتن هزینه حمل سیمان تا فاصله ۱۵۰ کیلومتر و آهن آلات تا ۷۵۰ کیلومتر و عدم نیاز به حمل خاک ، برآورد مالی شده و مقایسه گردیده اند .

آنچه قابل توجه است اینکه هزینه خاکبرداری گود جلوی دیوارها در همه انواع آنها یکسان بوده و صرفاً در اجرای هر دیوار، از روش اجرایی خاص خود برخوردار است. بنابراین در محاسبات اقتصادی از برآورد هزینه های آن صرف نظر گردیده است. علاوه بر این جنس خاک نیز تأثیری بر سختی اجرا ندارد. بر این پایه جدول مقایسه ای قیمت انواع تیپ دیوارهای حائل که بعنوان سازه نگهبان دائمی مورد استفاده قرار میگیرند و عمدتاً در این تحقیق مورد بررسی نرم افزاری قرار گرفته اند، به شرح جدول (۳-۱۱) ارائه میگردد. البته برای تبیین این جدول نمونه برآوردهای مالی انجام گرفته از برخی از دیوارهای مدل شده در جداول (۳-۷) تا (۳-۱) آورده شده است.

جدول (۳-۷) - نمونه متره و برآورد انجام شده برای دیوار حائل شات و نیلینگ و شمع به ارتفاع ۱۸ متر

شماره	شرح	واحد	بهای واحد	مقدار	بهای کل
21051003	بارگیری شمع فلزی از تیر آهن نوع H تا نمره ۲۴ سانتیمتر و یا شمع‌های ساخته شده از تیر آهن، ورق، ناودانی، نبشی یا ترکیبی از آنها که وزن حاصله حدود وزن تیر آهن H نظیر باشد، حمل از پای کار، استقرار در محل شمع و کوبیدن آن به طور عمودی تا عمق ۱۲ متر در زمینهایی که در آنها $N < 25$ باشد	مترطول	301,500	18.00	5,427,000
21051103	اضافه بها به ردیف ۰۰۵۱۰۰۳، در صورتیکه طول شمع فلزی از ۱۲ متر بیشتر باشد به ازاء هر متر مازاد بر ۱۲ متر.	مترطول	263,000	6	1,578,000
21090502*	تهیه و نصب میل مهار با پیچ و مهره (انکر بولت و استاد).	کیلوگرم	45,400	1683.00	76,408,200
21110401	تهیه شبکه میل گرد پیش جوش (مش) ساخته شده از میل گرد ساده، به انضمام بریدن و کار گذاشتن همراه با سیم پیچی لازم.	کیلوگرم	26,700	156.06	4,166,802
21120310	اضافه بها به ردیف‌های بتن ریزی در صورت مصرف بتن در بتن مسلح.	مترمکعب	25,600	1.80	46,080
21120401	تهیه و اجرای بتن پاشی جداره تونل با بتن ۳۰۰ کیلوگرم سیمان در هر متر مکعب، لایه اول به ازای هر سانتی‌متر ضخامت.	مترمربع	52,700	1.80	94,860
21120701	اضافه بها برای مصرف سیمان نوع ۲ در بتن و یا ملات‌ها به جای سیمان نوع ۱.	کیلوگرم	31	540.00	16,740
21120801	حمل بتن با تراک میکسر از محل دستگاه بتن ساز تا محل مصرف، به ازای هر یک کیلومتر. کسر کیلومتر به تناسب محاسبه می‌شود.	مترمکعب - کیلومتر	5,970	1.80	10,746
21121001	حمل مصالح (طبق مقدمه فصل) در راه‌های آسفالتی، بیش از یک کیلو متر تا ۱۰ کیلومتر.	مترمکعب - کیلومتر	2,790	7.92	22,097
21100501	تهیه شمع‌های فلزی با مقطع H به هر اندازه.	کیلوگرم	32700	1051.2	34,374,240

ادامه جدول (۳-۷) - نمونه متره و برآورد انجام شده برای دیوار حائل شات و نیلینگ و شمع به ارتفاع ۱۸ متر

شماره	شرح	واحد	بهای واحد	مقدار	بهای کل
21200101	حمل آهن الات، سیمان پاکتی نسبت به مازاد بر ۳۰ کیلومتر تا فاصله ۷۵ کیلومتر.	تن - کیلومتر	985	154.95	152,625
21200102	حمل آهن الات، سیمان پاکتی نسبت به مازاد بر ۷۵ کیلومتر تا فاصله ۱۵۰ کیلومتر.	تن - کیلومتر	665	258.25	171,735
21200103	حمل آهن الات، سیمان پاکتی نسبت به مازاد بر ۱۵۰ کیلومتر تا فاصله ۳۰۰ کیلومتر.	تن - کیلومتر	420	430.64	180,867
21200104	حمل آهن الات، سیمان پاکتی نسبت به مازاد بر ۳۰۰ کیلومتر تا فاصله ۴۵۰ کیلومتر.	تن - کیلومتر	345	430.64	148,570
21200105	حمل آهن الات، سیمان پاکتی نسبت به مازاد بر ۴۵۰ کیلومتر تا فاصله ۷۵۰ کیلومتر.	تن - کیلومتر	295	861.27	254,076
جمع کل با ضریب بالاسری ۱/۳ و منطقه ای (ریال)			159,968,428		

جدول (۳-۸) - نمونه متره و برآورد انجام شده برای دیوار حائل بتنی وزنی به ارتفاع ۴ متر

شماره	شرح	واحد	بهای واحد	مقدار	بهای کل
21020501	تسطیح و رگلاژ کف پی‌ها و کانال‌های کنده شده.	مترمربع	3,700	3.40	12,580
21020502	ریختن خاکها یا مصالح سنگی موجود در کنار پی‌ها و کانالها، به درون پی‌ها و کانالها در قشرهای حداکثر ۱۵ سانتیمتر در هر عمق پخش، تراکم با حداقل ۹۰ درصد کوبیدگی و تسطیح لازم.	مترمکعب	29,000	11.36	329,513
21030701	پی کنی و کانال کنی با وسیله مکانیکی در زمینهای خاکی تا عمق ۲ متر و ریختن خاک کنده شده به کنار محل‌های مربوط.	مترمکعب	20,900	14.56	304,304
21030901	بارگیری مواد حاصل از عملیات خاکی یا خاک‌های توده شده و حمل آن با کامیون یا هر نوع وسیله مکانیکی دیگر، تا فاصله ۱۰۰ متری مرکز ثقل برداشت و تخلیه آن.	مترمکعب	10,400	14.56	151,424
21030902	حمل مواد حاصل از عملیات خاکی یا خاک‌های توده شده، وقتی که فاصله حمل بیش از ۱۰۰ متر و حداکثر تا ۵۰۰ متر باشد به ازای هر ۱۰۰ مترمازاد بر ۱۰۰ متر اول، کسر صدمتر به تناسب محاسبه می‌شود.	مترمکعب	895	72.80	65,156
21030910	حمل آب در صورتی که فاصله حمل بیش از یک کیلومتر باشد، برای هر کیلومتر اضافه بر یک کیلومتر اول. (کسر کیلومتر به تناسب محاسبه می‌شود).	مترمکعب - کیلومتر	4,100	1.70	6,988
21080101	تهیه وسایل و قالب بندی در پی‌ها.	مترمربع	178,500	8.16	1,456,560
21080201	تهیه وسایل و قالب بندی دیوارها و ستونهای بتنی که، ارتفاع آنها حداکثر ۲ متر باشد.	مترمربع	223,500	6.50	1,452,750
21080202	تهیه وسایل و قالب بندی دیوارها و ستونهای بتنی که، ارتفاع آنها بیش از ۲ متر و حداکثر ۳ متر باشد.	مترمربع	235,000	2.13	500,550
21080203	تهیه وسایل و قالب بندی دیوارها و ستونهای بتنی که، ارتفاع آنها بیش از ۳ متر و حداکثر ۵ متر باشد.	مترمربع	308,500	1.38	425,730
21120102	تهیه و اجرای بتن باشن و ماسه شسته طبیعی یا شکسته، از مصالح رودخانه‌ای، با ۱۵۰ کیلو گرم سیمان در متر مکعب بتن.	مترمکعب	640,500	0.26	166,530

ادامه جدول (۳-۸) - نمونه متره و برآورد انجام شده برای دیوار حائل بتنی وزنی به ارتفاع ۴ متر

شماره	شرح	واحد	بهای واحد	مقدار	بهای کل
21120106	تهیه و اجرای بتن باشن و ماسه شسته طبیعی یا شکسته، از مصالح رودخانه‌ای، با ۳۵۰ کیلو گرم سیمان در مترمکعب بتن.	مترمکعب	868,500	9.38	8,146,530
21120302	اضافه بهای بتن ریزی از پی به بالا در دیوارها و پایه پلها، برای حجمهای واقع تا ارتفاع ۵ متر.	مترمکعب	79,700	6.25	498,125
21120303	اضافه بهای بتن ریزی از پی به بالادر دیوارها و پایه پلها، برای حجمهای واقع در ارتفاع بیش از ۵ متر تا ۱۰ متر.	مترمکعب	148,500	2.00	297,000
21120310	اضافه بها به ردیفهای بتن ریزی در صورت مصرف بتن در بتن مسلح.	مترمکعب	25,600	9.38	240,128
21120701	اضافه بها برای مصرف سیمان نوع ۲ در بتن و یا ملاتها به جای سیمان نوع ۱.	کیلوگرم	31	3322.00	102,982
21120801	حمل بتن با تراک میکسر از محل دستگاه بتن ساز تا محل مصرف، به ازای هریک کیلومتر. کسر کیلومتر به تناسب محاسبه می شود.	مترمکعب - کیلومتر	5,970	9.64	57,551
21121001	حمل مصالح (طبق مقدمه فصل) در راههای آسفالتی، بیش از یک کیلو متر تا ۱۰ کیلومتر.	مترمکعب - کیلومتر	2,790	42.42	118,341
21200101	حمل آهن الات، سیمان پاکتی نسبت به مازاد بر ۳۰ کیلومتر تا فاصله ۷۵ کیلومتر.	تن - کیلومتر	985	158.46	156,083
21200102	حمل آهن الات، سیمان پاکتی نسبت به مازاد بر ۷۵ کیلومتر تا فاصله ۱۵۰ کیلومتر.	تن - کیلومتر	665	264.10	175,626
جمع کل با ضریب بالاسری ۱/۳ و منطقه ای (ریال)			19,063,784		

جدول (۳-۹) - نمونه متره و برآورد انجام شده برای دیوار حائل طره ای با شمع به ارتفاع ۸ متر

شماره	شرح	واحد	بهای واحد	مقدار	بهای کل
21020501	تسطیح و رگلاژ کف پی ها و کانال های کنده شده.	مترمربع	3,700	4.80	17,760
21020502	ریختن خاکها یا مصالح سنگی موجود در کنار پی ها و کانالها، به درون پی ها و کانالها در قشرهای حداکثر ۱۵ سانتیمتر در هر عمق پخش، تراکم با حداقل ۹۰ درصد کوبیدگی و تسطیح لازم.	مترمکعب	29,000	7.27	210,903
21030701	پی کنی و کانال کنی با وسیله مکانیکی در زمینهای خاکی تا عمق ۲ متر و ریختن خاک کنده شده به کنار محلهای مربوط.	مترمکعب	20,900	34.61	723,245
21030901	بارگیری مواد حاصل از عملیات خاکی یا خاکهای توده شده و حمل آن با کامیون یا هر نوع وسیله مکانیکی دیگر، تا فاصله ۱۰۰ متری مرکز نقل برداشت و تخلیه آن.	مترمکعب	10,400	34.61	359,892
21030902	حمل مواد حاصل از عملیات خاکی یا خاکهای توده شده، وقتی که فاصله حمل بیش از ۱۰۰ متر و حداکثر تا ۵۰۰ متر باشد به ازای هر ۱۰۰ مترمآزاد بر ۱۰۰ متر اول، کسر صدمتر به تناسب محاسبه می شود.	مترمکعب	895	173.03	154,857
21030910	حمل آب در صورتی که فاصله حمل بیش از یک کیلومتر باشد، برای هر کیلومتر اضافه بر یک کیلومتر اول. (کسر کیلومتر به تناسب محاسبه می شود).	مترمکعب - کیلومتر	4,100	1.09	4,473
21080101	تهیه وسایل و قالب بندی در پی ها.	مترمربع	178,500	8.64	1,542,240
21080201	تهیه وسایل و قالب بندی دیوارها و ستونهای بتنی که، ارتفاع آنها حداکثر ۲ متر باشد.	مترمربع	223,500	4.60	1,028,100
21080202	تهیه وسایل و قالب بندی دیوارها و ستونهای بتنی که، ارتفاع آنها بیش از ۲ متر و حداکثر ۳ متر باشد.	مترمربع	235,000	2.00	470,000
21080203	تهیه وسایل و قالب بندی دیوارها و ستونهای بتنی که، ارتفاع آنها بیش از ۳ متر و حداکثر ۵ متر باشد.	مترمربع	308,500	3.20	987,200
21080204	تهیه وسایل و قالب بندی دیوارها و ستونهای بتنی که، ارتفاع آنها بیش از ۵ متر و حداکثر ۷ متر باشد.	مترمربع	339,000	2.50	847,500

ادامه جدول (۳-۹) - نمونه متره و برآورد انجام شده برای دیوار حائل طره ای با شمع به ارتفاع ۸ متر

شماره	شرح	واحد	بهای واحد	مقدار	بهای کل
21080205	تهیه وسایل و قالب بندی دیوارها و ستونهای بتنی که، ارتفاع آنها بیش از ۷ متر و حداکثر ۱۰ متر باشد.	مترمربع	375,500	2.85	1,070,175
21090205	تهیه، بریدن، خم کردن و کار گذاشتن میل گرد آجدار از نوع AIII به قطر ۱۲ تا ۱۸ میلیمتر برای بتن مسلح با سیم پیچی لازم.	کیلوگرم	20,300	241.86	4,909,758
21090206	تهیه، بریدن، خم کردن و کار گذاشتن میل گرد آجدار از نوع AIII به قطر ۲۰ و بیش از ۲۰ میلیمتر برای بتن مسلح با سیم پیچی لازم.	کیلوگرم	19,200	313.56	6,020,352
21120102	تهیه و اجرای بتن باشن و ماسه شسته طبیعی یا شکسته، از مصالح رودخانه‌ای، با ۱۵۰ کیلو گرم سیمان در متر مکعب بتن.	مترمکعب	640,500	0.40	256,200
21120106	تهیه و اجرای بتن باشن و ماسه شسته طبیعی یا شکسته، از مصالح رودخانه‌ای، با ۳۵۰ کیلو گرم سیمان در مترمکعب بتن.	مترمکعب	868,500	12.75	11,069,033
21120302	اضافه بهای بتن ریزی از پی به بالا در دیوارها و پایه پلها، برای حجمهای واقع تا ارتفاع ۵ متر.	مترمکعب	79,700	4.75	378,575
21120303	اضافه بهای بتن ریزی از پی به بالادری دیوارها و پایه پلها، برای حجمهای واقع در ارتفاع بیش از ۵ متر تا ۱۰ متر.	مترمکعب	148,500	2.20	326,700
21120310	اضافه بها به ردیفهای بتن ریزی در صورت مصرف بتن در بتن مسلح.	مترمکعب	25,600	12.75	326,272
21120701	اضافه بها برای مصرف سیمان نوع ۲ در بتن و یا ملاتها به جای سیمان نوع ۱.	کیلوگرم	31	4520.75	140,143
21120801	حمل بتن با تراک میکسر از محل دستگاه بتن ساز تا محل مصرف، به ازای هر یک کیلومتر. کسر کیلومتر به تناسب محاسبه می شود.	مترمکعب - کیلومتر	5,970	13.15	78,476
21121001	حمل مصالح (طبق مقدمه فصل) در راههای آسفالتی، بیش از یک کیلو متر تا ۱۰ کیلومتر.	مترمکعب - کیلومتر	2,790	57.84	161,368
21200101	حمل آهن الات، سیمان پاکتی نسبت به مازاد بر ۳۰ کیلومتر تا فاصله ۷۵ کیلومتر.	تن - کیلومتر	985	241.88	238,255

ادامه جدول (۳-۹) - نمونه متره و برآورد انجام شده برای دیوار حائل طره ای با شمع به ارتفاع ۸ متر

شماره	شرح	واحد	بهای واحد	مقدار	بهای کل
21200102	حمل آهن الات، سیمان پاکتی نسبت به مازاد بر ۷۵ کیلومتر تا فاصله ۱۵۰ کیلومتر.	تن - کیلومتر	665	403.14	268,087
21200103	حمل آهن الات، سیمان پاکتی نسبت به مازاد بر ۱۵۰ کیلومتر تا فاصله ۳۰۰ کیلومتر.	تن - کیلومتر	420	87.48	36,741
21200104	حمل آهن الات، سیمان پاکتی نسبت به مازاد بر ۳۰۰ کیلومتر تا فاصله ۴۵۰ کیلومتر.	تن - کیلومتر	345	87.48	30,180
21200105	حمل آهن الات، سیمان پاکتی نسبت به مازاد بر ۴۵۰ کیلومتر تا فاصله ۷۵۰ کیلومتر.	تن - کیلومتر	295	174.96	51,612
جمع کل با ضریب بالاسری ۱/۳ و منطقه ای (ریال)			41,220,525		

جدول (۳-۱۰) - نمونه متره و برآورد انجام شده برای دیوار حائل بتنی شبه وزنی به ارتفاع ۶ متر

شماره	شرح	واحد	بهای واحد	مقدار	بهای کل
21020501	تسطیح و رگلاژ کف پی ها و کانال های کنده شده.	مترمربع	3,700	3.50	12,950
21020502	ریختن خاکها یا مصالح سنگی موجود در کنار پی ها و کانالها، به درون پی ها و کانالها در قشرهای حداکثر ۱۵ سانتیمتر در هر عمق پخش، تراکم با حداقل ۹۰ درصد کوبیدگی و تسطیح لازم.	مترمکعب	29,000	3.38	98,093
21030701	پی کنی و کانال کنی با وسیله مکانیکی در زمینهای خاکی تا عمق ۲ متر و ریختن خاک کنده شده به کنار محللهای مربوط.	مترمکعب	20,900	23.15	483,835
21030901	بارگیری مواد حاصل از عملیات خاکی یا خاکهای توده شده و حمل آن با کامیون یا هر نوع وسیله مکانیکی دیگر، تا فاصله ۱۰۰ متری مرکز ثقل برداشت و تخلیه آن.	مترمکعب	10,400	23.15	240,760
21030902	حمل مواد حاصل از عملیات خاکی یا خاکهای توده شده ، وقتی که فاصله حمل بیش از ۱۰۰ متر و حداکثر تا ۵۰۰ متر باشد به ازای هر ۱۰۰ مترمزد بر ۱۰۰ متر اول، کسر صدمتر به تناسب محاسبه می شود.	مترمکعب	895	115.75	103,596
21030910	حمل آب در صورتی که فاصله حمل بیش از یک کیلومتر باشد، برای هر کیلومتر اضافه بر یک کیلومتر اول. (کسر کیلومتر به تناسب محاسبه می شود).	مترمکعب - کیلومتر	4,100	0.51	2,080

ادامه جدول (۳-۱۰) - نمونه متره و برآورد انجام شده برای دیوار حائل بتنی شبه وزنی به ارتفاع ۶ متر

شماره	شرح	واحد	بهای واحد	مقدار	بهای کل
21080101	تهیه وسایل و قالب بندی در پی ها.	مترمربع	178,500	8.40	1,499,400
21080201	تهیه وسایل و قالب بندی دیوارها و ستونهای بتنی که، ارتفاع آنها حداکثر ۲ متر باشد.	مترمربع	223,500	8.74	1,953,390
21080202	تهیه وسایل و قالب بندی دیوارها و ستونهای بتنی که، ارتفاع آنها بیش از ۲ متر و حداکثر ۳ متر باشد.	مترمربع	235,000	3.37	791,950
21080203	تهیه وسایل و قالب بندی دیوارها و ستونهای بتنی که، ارتفاع آنها بیش از ۳ متر و حداکثر ۵ متر باشد.	مترمربع	308,500	4.06	1,252,510
21080204	تهیه وسایل و قالب بندی دیوارها و ستونهای بتنی که، ارتفاع آنها بیش از ۵ متر و حداکثر ۷ متر باشد.	مترمربع	339,000	1.03	349,170
21090205	تهیه، بریدن، خم کردن و کار گذاشتن میل گرد آجدار از نوع AIII به قطر ۱۲ تا ۱۸ میلیمتر برای بتن مسلح با سیم پیچی لازم.	کیلوگرم	20,300	171.32	3,477,745
21090206	تهیه، بریدن، خم کردن و کار گذاشتن میل گرد آجدار از نوع AIII به قطر ۲۰ و بیش از ۲۰ میلیمتر برای بتن مسلح با سیم پیچی لازم.	کیلوگرم	19,200	222.11	4,264,416
21120102	تهیه و اجرای بتن باشن و ماسه شسته طبیعی یا شکسته، از مصالح رودخانه‌ای، با ۱۵۰ کیلو گرم سیمان در متر مکعب بتن.	مترمکعب	640,500	0.27	172,935
21120106	تهیه و اجرای بتن باشن و ماسه شسته طبیعی یا شکسته، از مصالح رودخانه‌ای، با ۳۵۰ کیلو گرم سیمان در متر مکعب بتن.	مترمکعب	868,500	16.11	13,991,535
21120302	اضافه بهای بتن ریزی از پی به بالا در دیوارها و پایه پلها، برای حجمهای واقع تا ارتفاع ۵ متر.	مترمکعب	79,700	7.58	603,728
21120303	اضافه بهای بتن ریزی از پی به بالادریوارها و پایه پلها، برای حجمهای واقع در ارتفاع بیش از ۵ متر تا ۱۰ متر.	مترمکعب	148,500	1.03	152,955
21120310	اضافه بها به ردیفهای بتن ریزی در صورت مصرف بتن در بتن مسلح.	مترمکعب	25,600	16.11	412,416
21120701	اضافه بها برای مصرف سیمان نوع ۲ در بتن و یا ملاتنها به جای سیمان نوع ۱.	کیلوگرم	31	5679.00	176,049
21120801	حمل بتن با تراک میکسر از محل دستگاه بتن ساز تا محل مصرف، به ازای هریک کیلومتر. کسر کیلومتر به تناسب محاسبه می شود.	مترمکعب - کیلومتر	5,970	16.38	97,789

ادامه جدول (۳-۱۰) - نمونه متره و برآورد انجام شده برای دیوار حائل بتنی شبه وزنی به ارتفاع ۶ متر

شماره	شرح	واحد	بهای واحد	مقدار	بهای کل
21121001	حمل مصالح (طبق مقدمه فصل) در راه‌های آسفالتی، بیش از یک کیلو متر تا ۱۰ کیلومتر.	مترمکعب - کیلومتر	2,790	72.07	201,081
21200101	حمل آهن الات، سیمان پاکتی نسبت به مازاد بر ۳۰ کیلومتر تا فاصله ۷۵ کیلومتر.	تن - کیلومتر	985	289.48	285,135
21200102	حمل آهن الات، سیمان پاکتی نسبت به مازاد بر ۷۵ کیلومتر تا فاصله ۱۵۰ کیلومتر.	تن - کیلومتر	665	482.46	320,838
21200103	حمل آهن الات، سیمان پاکتی نسبت به مازاد بر ۱۵۰ کیلومتر تا فاصله ۳۰۰ کیلومتر.	تن - کیلومتر	420	61.96	26,025
21200104	حمل آهن الات، سیمان پاکتی نسبت به مازاد بر ۳۰۰ کیلومتر تا فاصله ۴۵۰ کیلومتر.	تن - کیلومتر	345	61.96	21,378
21200105	حمل آهن الات، سیمان پاکتی نسبت به مازاد بر ۴۵۰ کیلومتر تا فاصله ۷۵۰ کیلومتر.	تن - کیلومتر	295	123.93	36,559
جمع کل با ضریب بالاسری ۱/۳ و منطقه ای (ریال)					40,336,811

جدول (۳-۱۱) - مقایسه برآوردهای مالی انواع دیوار های حائل طرح شده در نرم افزار

ارتفاع (متر)	نوع دیوار	هزینه هر متر طول (ریال)	نوع دیوار	هزینه هر متر طول (ریال)
2	بنایی وزنی	3,546,241	بتنی وزنی	6,153,681
3	بنایی وزنی	6,556,339	بتنی وزنی	11,275,468
4	بنایی وزنی	10,857,927	بتنی وزنی	19,063,784
5	بنایی وزنی	16,514,893	بتنی وزنی	28,500,866
6	بنایی وزنی	23,728,171	بتنی وزنی	40,346,937
7	بنایی وزنی	30,364,281	بتنی وزنی	54,248,871
8	بنایی وزنی	32,186,138	بتنی وزنی	57,503,804
9	بنایی وزنی	34,117,306	بتنی وزنی	60,954,032
10	بنایی وزنی	36,164,344	بتنی وزنی	64,611,274
11	بنایی وزنی	38,334,205	بتنی وزنی	68,487,950
12	بنایی وزنی	40,634,257	بتنی وزنی	72,597,227
13	بنایی وزنی	-	بتنی وزنی	-

ادامه جدول (۳-۱۱) - مقایسه برآوردهای مالی انواع دیوار های حائل طرح شده در نرم افزار

ارتفاع (متر)	نوع دیوار	هزینه هر متر طول (ریال)	نوع دیوار	هزینه هر متر طول (ریال)
2	بتنی شبه وزنی	25,419,912	طره ای	8,814,392
3	بتنی شبه وزنی	27,042,459	طره ای	12,507,129
4	بتنی شبه وزنی	28,768,574	طره ای	15,911,045
5	بتنی شبه وزنی	31,433,339	طره ای	41,550,305
6	بتنی شبه وزنی	40,336,811	طره ای	53,332,047
7	بتنی شبه وزنی	53,622,473	طره ای	61,408,104
8	بتنی شبه وزنی	71,460,717	طره ای	67,785,936
9	بتنی شبه وزنی	89,468,446	طره ای	89,123,500
10	بتنی شبه وزنی	96,625,921	طره ای	126,699,690
11	بتنی شبه وزنی	104,355,995	طره ای	144,930,087
12	بتنی شبه وزنی	112,704,475	طره ای	156,477,447
13	بتنی شبه وزنی	121,720,833	طره ای	165,866,094
14	بتنی شبه وزنی	131,458,499	طره ای	175,818,060
15	بتنی شبه وزنی	-	طره ای	-

ادامه جدول (۳-۱۱) - مقایسه برآوردهای مالی انواع دیوار های حائل طرح شده در نرم افزار

ارتفاع (متر)	نوع دیوار	هزینه هر متر طول (ریال)	نوع دیوار	هزینه هر متر طول (ریال)
6	طره ای با شمع	-	طره ای با انکر	-
7	طره ای با شمع	30,329,089	طره ای با انکر	128,194,998
8	طره ای با شمع	41,220,525	طره ای با انکر	136,377,657
9	طره ای با شمع	48,020,604	طره ای با انکر	145,082,614
10	طره ای با شمع	61,101,802	طره ای با انکر	154,343,206
11	طره ای با شمع	83,751,620	طره ای با انکر	164,194,900
12	طره ای با شمع	95,637,351	طره ای با انکر	174,675,426
13	طره ای با شمع	101,694,525	طره ای با انکر	205,082,485
14	طره ای با شمع	130,553,269	طره ای با انکر	224,370,857
15	طره ای با شمع	149,468,754	طره ای با انکر	237,754,921
16	طره ای با شمع	158,436,880	طره ای با انکر	254,712,964
17	طره ای با شمع	167,943,092	طره ای با انکر	282,667,687
18	طره ای با شمع	178,019,678	طره ای با انکر	299,627,748
19	طره ای با شمع	188,700,859	طره ای با انکر	317,605,413
20	طره ای با شمع	200,022,910	طره ای با انکر	336,661,738

ادامه جدول (۳-۱۱) - مقایسه برآوردهای مالی انواع دیوارهای حائل طرح شده در نرم افزار

ارتفاع (متر)	نوع دیوار	هزینه هر متر طول (ریال)	نوع دیوار	هزینه هر متر طول (ریال)
8	نیل و انکر	36,540,402	نیل و انکر باشمع	36,541,249
9	نیل و انکر	39,473,737	نیل و انکر باشمع	37,677,053
10	نیل و انکر	42,407,072	نیل و انکر باشمع	38,812,857
11	نیل و انکر	46,548,481	نیل و انکر باشمع	55,865,310
12	نیل و انکر	50,689,890	نیل و انکر باشمع	72,917,763
13	نیل و انکر	58,625,169	نیل و انکر باشمع	84,149,191
14	نیل و انکر	66,560,449	نیل و انکر باشمع	95,380,620
15	نیل و انکر	75,376,959	نیل و انکر باشمع	98,275,706
16	نیل و انکر	84,193,470	نیل و انکر باشمع	101,170,792
17	نیل و انکر	94,971,039	نیل و انکر باشمع	127,534,110
18	نیل و انکر	105,748,609	نیل و انکر باشمع	159,968,428
19	نیل و انکر	150,191,018	نیل و انکر باشمع	183,529,493
20	نیل و انکر	194,633,427	نیل و انکر باشمع	213,161,558

بر اساس نتایج حاصل از محاسبات مالی فوق در انواع دیوارها در عمقهای ۲ تا ۶ متر اقتصادی ترین دیوارها به ترتیب دیوارهای وزنی، شبه وزنی و طره ای هستند. حال آنکه در عمقهای بیش از ۷ متر دیوار طره ای با شمع، بر دیوارهای طره ای و طره ای با مهار بندی انکر ارجح تر هستند. همچنین نتایج نشان میدهد، اگرچه در عمقهای ۸ تا ۱۰ متر دیوار طره ای با شمع از دیوارهای نیلینگ و انکر و یا نیلینگ-انکر و شمع هم اقتصادی تر هستند. اما در عمقهای بیش از ۱۰ متر این روند تا حدی تغییر یافته است.

فصل چهارم: جمع بندی و پیشنهادات

۴-۱- جمع بندی نتایج :

از ملاحظه مقدار جابجایی های افقی و عمودی بخوبی روشن است که جابجایی های افقی در کنترل و تعیین سیستم دیوار مناسب و بهینه ، تعیین کننده تر هستند و با مرتب کردن نتایج حاصل از جابجایی های افقی دیوار ها در خروجی نرم افزار و بررسی اقتصادی آنها، مطابق جداول (۱-۴)، (۲-۴) و (۳-۴) روش طراحی های مناسب برای طرح یک دیوار ایمن قابل توصیه است. همانطور که قبلا اشاره شد، این نتایج بر اساس یک دسته طراحیهای اولیه سازه ای دیوار های حائل ، با رعایت یک روند تقریبا خطی برای حفظ ضریب تغییر ابعادی به نسبت هر متر افزایش عمق، حاصل آمده اند. مشاهده جداول (۱-۴) و (۲-۴) گویای آن است که، اگرچه مقادیر جابجایی در دو دسته خاک مورد بررسی متفاوت هستند ، اما تفاوت این خاکها تأثیر چندانی بر روند استفاده از روشهای طراحی به نسبت تغییر عمق نداشته است. البته در محدوده عمق ۸ تا ۱۳ متر شرایط به گونه ای دیگر است و تأثیر گذاری رفتار نوع خاک نسبتا محسوس است. لیکن با ملاحظه نتایج جابجایی در این دامنه عمقها میتوان چنین نتیجه گرفت که برای در نظر گرفتن شرایطی بهینهتر و کاملا منطبق بر دامنه پذیرش استاندارد FHWA تغییر ابعاد دیوارهای مدل شده در برابر خاکهای غیر چسبنده به نسبت خاکهای چسبنده، می تواند کل این روند را تقریبا یکسان نموده و باعث شود تا از اثر نوع خاک بر تعیین روشهای طراحی چشم پوشی گردد. این تغییر ابعاد با توجه به نرخ تغییر این ابعاد در مدل‌های انجام شده است. با در نظر گرفتن تناسب جابجاییهای دو نوع خاک به نسبت ابعاد مدل شده، یک افزایش ۱۰ درصدی در ابعاد را پاسخگو می نمایاند. با فیلتر کردن برآوردهای مالی انجام شده برای هر کدام از دیوارهای مدل شده، میتوان توصیه های جدول (۳-۴) را ارائه نمود. جدول (۴-۴) یک رویهم گذاری در مقایسه جداول (۱-۴)، (۲-۴) و اولویت بندیهای مالی ذکر شده در جدول (۳-۴) میباشد. در همه این جداول، پیشنهاد هایی با اولویت بندی، توصیه-۱ تا توصیه-۵، ارائه شده است.

جدول (۴-۱) روش طراحی های پیشنهادی بر اساس نتایج نرم افزار در خاکهای چسبنده

دیوارهای توصیه شده					ارتفاع
متر	توصیه ۱	توصیه ۲	توصیه ۳	توصیه ۴	توصیه ۵
۲	دیوار طره ای	دیوار بتنی وزنی	-	-	-
۳	دیوار طره ای	دیوار بتنی وزنی	-	-	-
۴	دیوار طره ای	دیوار بتنی شبه وزنی	دیوار بتنی وزنی	-	-
۵	دیوار طره ای	دیوار بتنی شبه وزنی	دیوار بتنی وزنی	-	-
۶	دیوار طره ای	دیوار بتنی شبه وزنی	دیوار بتنی وزنی	-	-
۷	دیوار طره ای	دیوار بتنی شبه وزنی	دیوار بتنی وزنی	-	-
۸	دیوار طره ای با شمع	دیوار طره ای	نیل و انکر	نیل و انکر با شمع	دیوار بتنی شبه وزنی
۹	دیوار طره ای با شمع	دیوار طره ای	نیل و انکر	نیل و انکر با شمع	دیوار بتنی شبه وزنی
۱۰	دیوار طره ای با شمع	دیوار طره ای	نیل و انکر	نیل و انکر با شمع	-
۱۱	دیوار طره ای با شمع	نیل و انکر	نیل و انکر با شمع	دیوار طره ای	-
۱۲	طره ای با انکر	دیوار طره ای با شمع	نیل و انکر	نیل و انکر با شمع	دیوار طره ای
۱۳	طره ای با انکر	دیوار طره ای با شمع	نیل و انکر	نیل و انکر با شمع	-
۱۴	نیل و انکر	نیل و انکر با شمع	طره ای با انکر	دیوار طره ای با شمع	-
۱۵	نیل و انکر	نیل و انکر با شمع	طره ای با انکر	دیوار طره ای با شمع	-
۱۶	نیل و انکر	نیل و انکر با شمع	طره ای با انکر	-	-
۱۷	نیل و انکر	نیل و انکر با شمع	طره ای با انکر	-	-
۱۸	نیل و انکر	نیل و انکر با شمع	-	-	-
۱۹	نیل و انکر با شمع	نیل و انکر	-	-	-
۲۰	نیل و انکر با شمع	نیل و انکر	-	-	-

جدول (۴-۲) روش طراحی های پیشنهادی بر اساس نتایج نرم افزار در خاکهای غیر چسبنده

دیوارهای توصیه شده					ارتفاع
متر	توصیه ۱	توصیه ۲	توصیه ۳	توصیه ۴	توصیه ۵
۲	دیوار طره ای	دیوار بتنی وزنی	-	-	-
۳	دیوار طره ای	دیوار بتنی وزنی	-	-	-
۴	دیوار طره ای	بتنی شبه وزنی	بتنی وزنی	-	-
۵	دیوار طره ای	بتنی شبه وزنی	بتنی وزنی	-	-
۶	دیوار طره ای	بتنی شبه وزنی	بتنی وزنی	-	-
۷	دیوار طره ای	بتنی شبه وزنی	بتنی وزنی	-	-
۸	دیوار طره ای	نیل و انکر	نیل و انکر باشمع	دیوار طره ای با شمع	دیوار بتنی شبه وزنی
۹	دیوار طره ای	نیل و انکر	نیل و انکر باشمع	دیوار طره ای با شمع	دیوار بتنی شبه وزنی
۱۰	دیوار طره ای	نیل و انکر	نیل و انکر باشمع	دیوار طره ای با شمع	-
۱۱	نیل و انکر	نیل و انکر باشمع	طره ای با انکر	دیوار طره ای با شمع	دیوار طره ای
۱۲	نیل و انکر	نیل و انکر باشمع	طره ای با انکر	دیوار طره ای با شمع	دیوار طره ای
۱۳	نیل و انکر	نیل و انکر باشمع	طره ای با انکر	دیوار طره ای با شمع	-
۱۴	نیل و انکر	نیل و انکر باشمع	طره ای با انکر	دیوار طره ای با شمع	-
۱۵	نیل و انکر	نیل و انکر باشمع	طره ای با انکر	دیوار طره ای با شمع	-
۱۶	نیل و انکر	نیل و انکر باشمع	طره ای با انکر	-	-
۱۷	نیل و انکر	نیل و انکر باشمع	طره ای با انکر	-	-
۱۸	نیل و انکر	نیل و انکر باشمع	-	-	-
۱۹	نیل و انکر باشمع	نیل و انکر	-	-	-
۲۰	نیل و انکر باشمع	نیل و انکر	-	-	-

جدول (۳-۴) روش طراحی های پیشنهادی بر اساس برآوردهای مالی هزینه اجرا

دیوارهای توصیه شده					ارتفاع
توصیه ۵	توصیه ۴	توصیه ۳	توصیه ۲	توصیه ۱	متر
—	—	دیوار طره ای	دیوار بتنی وزنی	دیوار بنایی وزنی	۲
—	—	دیوار طره ای	دیوار بتنی وزنی	دیوار بنایی وزنی	۳
—	دیوار بتنی شبه وزنی	دیوار طره ای	دیوار بتنی وزنی	دیوار بنایی وزنی	۴
—	دیوار طره ای	دیوار بتنی شبه وزنی	دیوار بتنی وزنی	دیوار بنایی وزنی	۵
—	دیوار طره ای	دیوار بتنی شبه وزنی	دیوار بتنی وزنی	دیوار بنایی وزنی	۶
دیوار طره ای	دیوار بتنی وزنی	دیوار بتنی شبه وزنی	دیوار طره ای با شمع	دیوار بنایی وزنی	۷
نیل و انکر با شمع	دیوار طره ای	دیوار بتنی شبه وزنی	دیوار طره ای با شمع	نیل و انکر	۸
نیل و انکر با شمع	دیوار طره ای	دیوار بتنی شبه وزنی	دیوار طره ای با شمع	نیل و انکر	۹
—	نیل و انکر با شمع	دیوار طره ای	دیوار طره ای با شمع	نیل و انکر	۱۰
—	نیل و انکر با شمع	دیوار طره ای	دیوار طره ای با شمع	نیل و انکر	۱۱
نیل و انکر با شمع	طره ای با انکر	دیوار طره ای	دیوار طره ای با شمع	نیل و انکر	۱۲
—	نیل و انکر با شمع	طره ای با انکر	دیوار طره ای با شمع	نیل و انکر	۱۳
—	نیل و انکر با شمع	طره ای با انکر	دیوار طره ای با شمع	نیل و انکر	۱۴
—	نیل و انکر با شمع	طره ای با انکر	دیوار طره ای با شمع	نیل و انکر	۱۵
—	—	طره ای با انکر	نیل و انکر با شمع	نیل و انکر	۱۶
—	—	طره ای با انکر	نیل و انکر با شمع	نیل و انکر	۱۷
—	—	—	نیل و انکر با شمع	نیل و انکر	۱۸
—	—	—	نیل و انکر با شمع	نیل و انکر	۱۹
—	—	—	نیل و انکر با شمع	نیل و انکر	۲۰

۴-۱-۱- خلاصه نتایج:

با در نظر گرفتن نکاتی مانند در دسترس بودن مصالح ، امکانات و نیروی متخصص لازم ، سهولت اجرا و رعایت صرفه اقتصادی میتوان از سه جدول فوق یک نتیجه گیری مناسب بدست آورد که بر پایه نکات زیر استوار است:

۴-۱-۱-۱- با صرف نظر کردن از جزئیات مشابه مانند برداشت خاک گود در جلوی دیوار که

هزینه آن تقریباً در همه انواع دیوار یکسان در نظر گرفته شده است.

۴-۱-۱-۲- با رعایت حدود استاندارد FHWA و عمر گود بیش از ۱۸ ماه

۴-۱-۱-۳- با استفاده از تجربیات اجرایی و قضاوت مهندسی

جدول (۴-۴) روش طراحی های پیشنهادی نهایی بر اساس عمق

دیوارهای توصیه شده					ارتفاع
توصیه ۵	توصیه ۴	توصیه ۳	توصیه ۲	توصیه ۱	متر
—	—	دیوار بتنی وزنی	دیوار بنایی وزنی	دیوار طره ای	۳~۲
—	دیوار بنایی وزنی	دیوار بتنی وزنی	دیوار بتنی شبه وزنی	دیوار طره ای	۷~۳
دیوار بتنی شبه وزنی	نیل و انکر با شمع	دیوار طره ای	دیوار طره ای با شمع	نیل و انکر	۹~۷
نیل و انکر با شمع	دیوار طره ای	دیوار طره ای با شمع	طره ای با انکر	نیل و انکر	۱۲~۹
—	نیل و انکر با شمع	دیوار طره ای با شمع	طره ای با انکر	نیل و انکر	۱۵~۱۲
—	—	طره ای با انکر	نیل و انکر با شمع	نیل و انکر	۱۸~۱۵
—	—	—	نیل و انکر	نیل و انکر با شمع	۱۸<

۲-۴ - نتیجه گیری:

- ۱- اگر چه دیوارهای وزنی و شبه وزنی آسانترین و اقتصادی ترین دیوارهای مورد نظر کارگاهها هستند، اما گزینه ارجح سیستمهای طراحی به نسبت تغییر عمق نیستند.
- ۲- بجز محدوده عمق ۸ الی ۱۳ متر رفتار انواع خاک تأثیر چندانی بر انتخاب روش مناسب طراحی ندارد.
- ۳- در محدوده عمق ۸ تا ۱۳ متر با افزایش ضریب اطمینان ۱۰ درصدی در طرح ابعاد دیوار برای خاکهای غیر چسبنده به نسبت خاکهای چسبنده میتوان از اثر نوع خاک بر روش طراحی چشم پوشی کرد. این میزان با در نظر گرفتن حداقل تغییر در روند محاسبات اقتصادی مربوط به این دیوارها میباشد.
- ۴- در عمقهای بالای ۱۵ متر اساساً مقدار تغییرات مشخصات فیزیکی خاکها در برابر عوامل تعیین کننده بر تحلیل نرم افزار بسیار ناچیز بوده و میزان تأثیر گذاری اندک نوع خاک به صفر نزدیک میشود.
- ۵- در عمق ۱۵ تا ۱۸ متر میتوان تفاوت اندک در هزینه بیشتر نیل و انکر و شمع را نسبت به عدم استفاده از شمع چشم پوشی نمود تا ضریب اطمینان بهتری در نتایج حاصل گردد.

۳-۴ - پیشنهاد:

- ۱- بررسی انتخاب سیستم مناسب طراحی دیوار حائل بر اساس عمق در نواحی ساحلی
- ۲- بررسی عددی میزان تغییر شکلها در نقاط مختلف دیوار های پشت بند دار در عمقهای زیاد و خاکهای زهکشی نشده

پیوستها و منابع:

۵-۱- مثال همسان کردن مدولها :

در مصالح مختلفی که بصورت هماهنگ در برابر نیروها و یکجا ، عمل میکنند:

$$E_{con}=23392819\text{KN/m} \longrightarrow E_{st}/E_{con}=8.55$$

پس بطور مثال برای شمع 2IPE20 خواهیم داشت: $A=81\text{E-}4*8.55$

$$I=6579\text{E-}8*8.55$$

و در نتیجه: $EA=1619501\text{ KN}$, $EI=13155\text{ KN/m}^2$

حال اگر فاصله بین شمعها را ۶ متر در نظر بگیریم :

$$EA = 1619501/6=269917\text{ KN/m}$$
 میانگین

$$EI=13155/6=2192.5\text{ KN.m}^2/\text{m}$$
 میانگین

۵-۲- جداول نتایج جابجایی های افقی و عمودی نرم افزار PLAXIS-در خاکهای

چسبنده و غیر چسبنده:

جدول (۵-۱) -مقایسه میزان جابجایی های افقی در انواع دیوار های حائل طرح شده در نرم افزار برای خاک چسبنده

Total		Collier Bay		Loma Preita		Park field		Earthquake	
ΔV	ΔH	ΔV	ΔH	ΔV	ΔH	ΔV	ΔH	W.Type	Height
(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)		(m)
3	3	6	4	1	3	2	2	بتنی وزنی	2
4	11	4.29	7	2	17	6	8	بتنی وزنی	3
5	18	4.03	14	2	27	9.5	12	بتنی وزنی	4
9	23	4.43	16	7	33	15	19	بتنی وزنی	5
15	30	3.95	25	20	38	20	27	بتنی وزنی	6
18	35	6.78	26	19	44	27	35	بتنی وزنی	7

ادامه جدول (۵-۱) - مقایسه میزان جابجایی ها در انواع دیوار های حائل طرح شده در نرم افزار برای خاک چسبنده

Total		Collier Bay		Loma Preita		Park field		Earthquake	
ΔV	ΔH	ΔV	ΔH	ΔV	ΔH	ΔV	ΔH	W.Type	Height
(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)		(m)
3	5	4.27	8.70	4.05	4.87	0.18	0.28	بتنی شبه وزنی	4
3	10	3.86	12.00	4.31	16.49	0.14	0.40	بتنی شبه وزنی	5
2	20	3.39	17.00	1.50	26.00	0.22	16.00	بتنی شبه وزنی	6
5	29	2.11	26.56	12.36	33.18	0.29	26.50	بتنی شبه وزنی	7
11	37	4.77	35.00	10.16	36.20	18.00	39.00	بتنی شبه وزنی	8
19	57	15.39	57.60	14.50	62.19	26.90	51.60	بتنی شبه وزنی	9

ادامه جدول (۵-۱) - مقایسه میزان جابجایی ها در انواع دیوار های حائل طرح شده در نرم افزار برای خاک چسبنده

Total		Collier Bay		Loma Preita		Park field		Earthquake	
ΔV	ΔH	ΔV	ΔH	ΔV	ΔH	ΔV	ΔH	W.Type	Height
(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)		(m)
1	2	0.3	0.6	2	3.6	0.2	0.3	طره ای	2
2	5	1.9	2.7	3.3	13.2	0.2	0.1	طره ای	3
5	15	4.9	5.10	9.55	38.90	0.3	0.13	طره ای	4
5	12	4.2	5.5	9.4	28.7	0.7	0.4	طره ای	5
5	17	4.77	12.77	9.03	31.29	0.79	6.72	طره ای	6
8	22	7.92	22.01	17.07	38.17	0.34	7	طره ای	7
11	29	5.3	35.1	24.1	42.8	3	8	طره ای	8
9	34	4.11	40.2	19.65	45.3	2.85	15	طره ای	9
18	39	8.7	40.87	11.1	45.75	35	31	طره ای	10
32	53	6.39	45	23.41	64	66	49	طره ای	11
43	71	19.24	63.71	13.79	91.2	96	58	طره ای	12

ادامه جدول (۵-۱) - مقایسه میزان جابجایی ها در انواع دیوار های حائل طرح شده در نرم افزار برای خاک چسبنده

Total		Collier Bay		Loma Preita		Park field		Earthquake	
ΔV	ΔH	ΔV	ΔH	ΔV	ΔH	ΔV	ΔH	W. Type	Height
(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)		(m)
3	27	3.5	29.0	3.1	39.1	2.2	12.0	طره ای- شمع	7
11	43	4.6	45.0	6.4	47.3	22	37.1	طره ای- شمع	8
12	49	4.0	48.0	7.9	59.7	25	39.0	طره ای- شمع	9
20	53	5.6	55.0	20	64	34	41	طره ای- شمع	10
18	60	6	58	12	78	36	43	طره ای- شمع	11
22	65	8	62	20	83	39	49	طره ای- شمع	12
28	69	19	72	17	85	47	51	طره ای- شمع	13
37	80	43	78	19	97	50	65	طره ای- شمع	14
60	92	90	84	35	121	56	70	طره ای- شمع	15

ادامه جدول (۵-۱) - مقایسه میزان جابجایی ها در انواع دیوار های حائل شده در نرم افزار برای خاک چسبنده

Total		Collier Bay		Loma Preita		Park field		Earthquake	
ΔV	ΔH	ΔV	ΔH	ΔV	ΔH	ΔV	ΔH	W.Type	Height
(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)		(m)
3	2	2.1	2.7	5.1	3.5	0.8	1.0	طره ای-انکر	11
2	6	3.0	6.2	4.1	12.0	0.3	1.2	طره ای-انکر	12
3	11	5	7	3	22	2	3	طره ای-انکر	13
6	13	8	9	5	25	4	5	طره ای-انکر	14
8	19	9	14	9	36	7	8	طره ای-انکر	15
16	37	22	28	12	66	13	18	طره ای-انکر	16
30	53	32	44	33	76	26	39	طره ای-انکر	17

ادامه جدول (۵-۱) - مقایسه میزان جابجایی ها در انواع دیوار های حائل شده در نرم افزار برای خاک چسبنده

ΔV	ΔH	W. Type	ΔV	ΔH	W. Type	Height
(mm)	(mm)		(mm)	(mm)		(m)
4	5	نیل-انکر-شمع	14	4	نیل-انکر	8
4	6	نیل-انکر-شمع	12	6	نیل-انکر	9
4	11	نیل-انکر-شمع	11	9	نیل-انکر	10
4	14	نیل-انکر-شمع	7	12	نیل-انکر	11
4	16	نیل-انکر-شمع	4	15	نیل-انکر	12
6	21	نیل-انکر-شمع	6	19	نیل-انکر	13
8	26	نیل-انکر-شمع	8	23	نیل-انکر	14
12	29	نیل-انکر-شمع	12	26	نیل-انکر	15
15	32	نیل-انکر-شمع	15	30	نیل-انکر	16
23	34	نیل-انکر-شمع	20	32	نیل-انکر	17
30	36	نیل-انکر-شمع	25	33	نیل-انکر	18
30	35	نیل-انکر-شمع	28	37	نیل-انکر	19
30	34	نیل-انکر-شمع	30	40	نیل-انکر	20

جدول (۲-۵) - مقایسه میزان جابجایی ها در انواع دیوار های حائل طرح شده در نرم افزار برای خاک غیرچسبنده

Total		Collier Bay		Loma Preita		Park field		Earthquake	
ΔV	ΔH	ΔV	ΔH	ΔV	ΔH	ΔV	ΔH	W.Type	Height
(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)		(m)
5	7	11	12	3	6	2	2	بتنی وزنی	2
4	5	3	5	6	5	3	4	بتنی وزنی	3
10	18	4	12	21	36	4	6	بتنی وزنی	4
15	26	17	14	21	54	6	9	بتنی وزنی	5
25	39	24	26	27	66	23	25	بتنی وزنی	6
34	57	28	32	42	93	33	47	بتنی وزنی	7

ادامه جدول (۲-۵) - مقایسه میزان جابجایی ها در انواع دیوار های حائل طرح شده در نرم افزار برای خاک غیرچسبنده

Total		Collier Bay		Loma Preita		Park field		Earthquake	
ΔV	ΔH	ΔV	ΔH	ΔV	ΔH	ΔV	ΔH	W.Type	Height
(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)		(m)
2	4	7	12	0	1	0.10	0.19	بتنی شبه وزنی	4
4	7	11	17	1	2	0.23	0.18	بتنی شبه وزنی	5
4	11	10	24	2	9	0.13	0.23	بتنی شبه وزنی	6
14	23	13	37	21	22	8	12	بتنی شبه وزنی	7
28	54	17	41	33	63	35	57	بتنی شبه وزنی	8
63	87	29	82	82	95	79	85	بتنی شبه وزنی	9

ادامه جدول (۵-۲) - مقایسه میزان جابجایی ها در انواع دیوار های حائل طرح شده در نرم افزار برای خاک غیر چسبنده

Total		Collier Bay		Loma Preita		Park field		Earthquake	
ΔV	ΔH	ΔV	ΔH	ΔV	ΔH	ΔV	ΔH	W.Type	Height
(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)		(m)
0	0	0.10	0.30	0.50	0.50	0.10	0.20	طره ای	2
1	0	0.70	0.40	0.60	0.70	0.20	0.30	طره ای	3
1	2	0.80	2.10	3.00	4.10	0.30	0.50	طره ای	4
3	6	3.10	4	3.50	12.00	1.50	2.70	طره ای	5
7	20	8.1	13	12	36	2.0	10.0	طره ای	6
10	28	11.2	47	9	26	10.2	10.4	طره ای	7
10	42	3.10	51	16	48	12	28	طره ای	8
17	49	14	54	23	58	15	34	طره ای	9
29	86	31	85	29	92	26	80	طره ای	10
31	94	19	94	43	101	31	86	طره ای	11
47	108	31	103	66	123	43	99	طره ای	12

ادامه جدول (۵-۲) - مقایسه میزان جابجایی ها در انواع دیوار های حائل طرح شده در نرم افزار برای خاک غیر چسبنده

Total		Collier Bay		Loma Preita		Park field		Earthquake	
ΔV	ΔH	ΔV	ΔH	ΔV	ΔH	ΔV	ΔH	W. Type	Height
(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)		(m)
2	1	4.5	3.0	0.2	0.3	0.3	0.5	طره ای-شمع	7
12	25	4	24	28	47	4	3	طره ای-شمع	8
21	32	17	33	35	48	12	15	طره ای-شمع	9
24	38	20	42	39	54	13	17	طره ای-شمع	10
29	43	27	49	43	58	17	21	طره ای-شمع	11
33	51	29	56	45	65	26	33	طره ای-شمع	12
39	58	34	59	55	73	27	42	طره ای-شمع	13
45	66	41	67	64	82	31	49	طره ای-شمع	14
52	84	55	78	67	106	33	67	طره ای-شمع	15

ادامه جدول (۲-۵) - مقایسه میزان جابجایی ها در انواع دیوار های حائل طرح شده در نرم افزار برای خاک غیر چسبنده

Total		Collier Bay		Loma Preita		Park field		Earthquake	
ΔV	ΔH	ΔV	ΔH	ΔV	ΔH	ΔV	ΔH	W.Type	Height
(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)		(m)
2	6	2	2	4	14	1	2	طره ای با انکر	11
6	11	3	3	12	25	2	3	طره ای با انکر	12
6	13	6	7	8	29	3	4	طره ای با انکر	13
12	12	7	8	23	21	5	6	طره ای با انکر	14
15	18	8	10	29	37	7	8	طره ای با انکر	15
17	29	13	24	21	44	17	19	طره ای با انکر	16
25	37	24	33	31	51	21	27	طره ای با انکر	17

ادامه جدول (۲-۵) - مقایسه میزان جابجایی ها در انواع دیوار های حائل طرح شده در نرم افزار برای خاک غیر چسبنده

ΔV	ΔH	W.Type	ΔV	ΔH	W.Type	Height
(mm)	(mm)		(mm)	(mm)		(m)
2	8	نیل و انکریا شمع	5	5	نیل و انکر	8
5	9	نیل و انکریا شمع	6	9	نیل و انکر	9
8	16	نیل و انکریا شمع	8	13	نیل و انکر	10
9	18	نیل و انکریا شمع	11	18	نیل و انکر	11
10	21	نیل و انکریا شمع	15	24	نیل و انکر	12
13	25	نیل و انکریا شمع	15	25	نیل و انکر	13
16	27	نیل و انکریا شمع	15	26	نیل و انکر	14
20	28	نیل و انکریا شمع	18	28	نیل و انکر	15
24	30	نیل و انکریا شمع	20	30	نیل و انکر	16
28	31	نیل و انکریا شمع	21	31	نیل و انکر	17
32	36	نیل و انکریا شمع	22	33	نیل و انکر	18
34	31	نیل و انکریا شمع	25	31	نیل و انکر	19
35	36	نیل و انکریا شمع	28	30	نیل و انکر	20

۵-۳- مراجع :

- [1] Tennessee Department of Transportation (TDOT(2012)),Division Materials and Tests .
- [2](http://realhistorywww.com/world_history/ancient/Misc/Persepolis.html)
- [3] Babu S. and Basha B. (2008). "Optimum Design of Cantilever Retaining Walls Using.
- [4] Quintanar.F.P. (2014). "Development of a comprehensive database & selection model for optimum retaining wakk.Construction, Cost and Production".Master Degree Thisis.Texas University.
- [5] ASCE Seminar (2013): "Earth Retaining Structures, Selection, Design, Construction andInspection", Pittsburgh, PA / November 7-8, 2013
- [6] Mononobe, N. and Matsuo H. (1929). "On the determination of earth pressures during earthquakes."Department of Civil Engineering, Royal Military College of Canada. Kingston. Ontario Indian Geotech J (October–December 2013) 43(4):283–291
DOI 10.1007/s40098-013-0047-5
- [7] World Academy of Science, Engineering and TechnologyVol: 6 2012-03-20
Target Reliability Approach". International Journal of Geomechanics, Vol. 8, No.4, August 1, 2008. Bangalore, India
- [8] Naderi,R.,Yosefi Samangany,A. Talebpour,M.H. and Moradzadeh, R.(2011) "Effect of Type of Soil in Seismic Analysis of Retaining Walls According to Interaction of Soil-Structure", The first national conference of disaster management, earthquake and vulnerable places and Lifelines.
- [9] ج. بلوری بزازی و همکاران(۱۳۹۰)، " تحلیل دینامیکی دیوار حایل بتنی با توجه به اثر اندرکنش خاک و سازه در مدل‌های سه بعدی"، چهارمین کنفرانس ملی عمران(مقاوم سازی و حفظ بناهای ماندگار).
- [10] S. Chowdhury ,K.D. A. Sengupta(2015):"EFFECT OF THE DEPTH OF EXCAVATION ON SOIL PRESSURE ACTING ON STRUTTED RETAINING WALLS UNDER SEISMIC CONDITION",Department of Civil Engineering, Indian Institute of Technology Kharagpur, Kharagpur– 721 302.

- [11] M. Choi., Ghang L. (2010): "Decision tree for selecting retaining wall systems based on logistic regression analysis" Automation in Construction, Volume 19, Issue 7, November 2010, Pages 917–928
- [12] Yau N. et al (2002). "Inducing rules for selection retaining wall systems". Department of Civil Engineering, National Central University. Taiwan, ROC.
- [13] Yang J.B. (2004) "Hybrid AI system for retaining wall selection". Construction Innovation 2004;4:33-52. Department of Construction Engineering, Chung-Hua University, Hsinchu, Taiwan, ROC.
- [14] Braja M. Das. (2011) "Principles of Foundation Engineering". Seventh Edition. Cengage Learning Engineering. Stamford, CT.
- [15] نشریه ۳۰۸ (۱۳۹۱)، "راهنمای طراحی دیوارهای حائل"، سازمان مدیریت و برنامه ریزی راهبردی ریاست جمهوری، وزارت نیرو، ایران.
- [16] Florida Building Code — Building, "Foundations & Retaining Walls". (New Edition 2014), Chapter 18. Section 1801~1834.
- [17] FHWA 0-IF-03-017 (2003), "GEOTECHNICAL ENGINEERING CIRCULAR NO.7-RETAINING WALLS", Geosyntec Consultants, Columbia, Maryland, USA.
- [18] Brinkgreve, R., Engin, E. & Swolfs, W. (2002). PLAXIS 2D version 8.1 – Dynamic Manual. Delft, Netherlands: Plaxis bv.
- [19] Lysmer, J. and Kuhlemeyer, R.L. (1969) Finite Dynamic Model for Infinite Media. Journal of Engineering Mechanics Division, ASCE, Vol. 95, No. EM4, 859–877
- [20] پرندهک، س. ن. (۱۳۸۹)، پایان نامه کارشناسی ارشد، "بررسی رفتار لرزه ای دیوارهای انعطاف پذیر مهار شده با استفاده از تحلیل‌های عددی"، استاد راهنما: دکتر عباس قلندرزاده (استادیار دانشکده فنی دانشگاه تهران)، مشاور: دکتر فرج اله عسکری. دانشکده عمران، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات.
- [21] Ground Motion Database, from the World Wide Web: ngawest2.berkeley.edu.
- [22] Mubarak S. (2010). "Construction Project Scheduling and Control". John Wiley and Sons, Second Edition. New York, Hoboken. NJ.

- [23] Okabe, S. (1924). "General theory of earth pressures." *Journal of Japanese Society of Civil Engineering*, Vol.10, No. 6, PP. 1277-1323.
- [24] Pourbaba M. et al. (2012). "A Chaotic Imperialist Competitive Algorithm for Optimum Cost Design of Cantilever Retaining Walls". *KSCE Journal of Civil Engineering* (2013)17(5):972-979. Tabriz, Iran.

ABSTARACT

This thesis is a study on the effect of depth in the selection of a proper design of retaining walls, which help PLAXIS 2D analysis software with a comparable economic side, made the comments at the conclusion of these discussions, comparison of a system in depth to prioritize these systems have been proposed. Soil protection walls, in both cohesive and uncohesive range has been evaluated in a variety of software systems that have been analyzed. Because of the type of application performance or lack of appropriate enforcement options, some of the designing system established should be used unique or there were limited options and overall trenches protection system stability in comparison. For example, in trenches with a little area or along rivers and coastal areas using sheet pile walls is inevitable and in a variety of Gravity walls, software is merely adopted with elastic modulus of materials and this little effect into consideration changes in the modeling module not very impressive. In this case, with a great drainage system the effect of pore water pressure are connivanced and surcharge isn't uncountable also dynamic analysis in cases where the type of performance have influenced been done. All results with regard to regulation and control engineering judgment, optimization and the effect of soil type and depth on the appropriate systems for the design of retaining walls has been obtained.

Key Words: Effect of Depth, Economical Compare, Plaxis 2D ,Retaining wall



Shahrood University of Technology

Faculty of Pardis

MSc Thesis in Geotechnique

Effect of Depth on the Selection of Proper Retaining Wall System

By: Hassan Sobhani

Supervisor:

Dr. A.Bazrafshan.M

July 2016