دانشگاه سمنان
دانشکده مهندسی عمران (گروه ژئوتکنیک)

تحلیل و مقایسه‌ی عددی پایداری شیب های خاکی همگن تحت بارگذاری لرزه ای

پایان‌نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد

در رشته مهندسی عمران گرایش ژئوتکنیک

نام دانشجو

میثم ایمان داش

استاد راهنما:

دکتر حاجی عزیزی

۱۳۹۱

دانشگاه سمنان
دانشکده مهندسی عمران (گروه ژئوتکنیک)

تحلیل و مقایسه‌ی عددی پایداری شیب های خاکی همگن تحت بارگذاری لرزه ای

پایان‌نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد

در رشته مهندسی عمران گرایش ژئوتکنیک

نام دانشجو

میثم ایمان داش

استاد راهنما:

دکتر حاجی عزیزی

اساتید مشاور:

دکتر وهدانی

۱۳۹۱

بسم الله الرحمن الرحیم

تأییدیه‌ی هیأت داوران جلسه‌ی دفاع از پایان‌نامه/رساله

نام دانشکده:

نام دانشجو:

عنوان پایان‌نامه یا رساله:

تاریخ دفاع:

رشته:

گرایش:

ردیف	سمت	نام و نام خانوادگی	مرتبه دانشگاهی	دانشگاه یا مؤسسه	امضا
۱	استاد راهنما				
۲	استاد راهنما				
۳	استاد مشاور				
٤	استاد مشاور				
٥	استاد مدعو خارجی				
٦	استاد مدعو خارجی				
۷	استاد مدعو داخلی				
۸	استاد مدعو داخلی				

تأییدیه‌ی صحت و اصالت نتایج

باسمه تعالي

اینجانب ..... به شماره دانشجویی ..... دانشجوی رشته ..... مقطع تحصیلی..... تأیید می‌نمایم که کلیه‌ی نتایج این پایان‌نامه/رساله حاصل کار اینجانب و بدون هرگونه دخل و تصرف است و موارد نسخه‌برداری‌شده از آثار دیگران را با ذکر کامل مشخصات منبع ذکر کرده‌ام. در صورت اثبات خلاف مندرجات فوق، به تشخیص دانشگاه مطابق با ضوابط و مقررات حاکم (قانون حمایت از حقوق مؤلفان و مصنفان و قانون ترجمه و تکثیر کتب و نشریات و آثار صوتی، ضوابط و مقررات آموزشی، پژوهشی و انضباطی ...) با اینجانب رفتار خواهد شد و حق هرگونه اعتراض در خصوص احقاق حقوق مکتسب و تشخیص و تعیین تخلف و مجازات را از خویش سلب می‌نمایم. در ضمن، مسئولیت هرگونه پاسخگویی به اشخاص اعم از حقیقی و حقوقی و مراجع ذی‌صلاح (اعم از اداری و قضایی) به عهده‌ی اینجانب خواهد بود و دانشگاه هیچ‌گونه مسئولیتی در این خصوص نخواهد داشت.

نام و نام خانوادگی:

امضا و تاریخ:

مجوز بهره‌برداری از پایان‌نامه

بهره‌برداری از این پایان‌نامه در چهارچوب مقررات کتابخانه و با توجه به محدودیتی که توسط استاد راهنما به شرح زیر تعیین می‌شود، بلامانع است:

☐ بهره‌برداری از این پایان‌نامه/ رساله برای همگان بلامانع است.

☐ بهره‌برداری از این پایان‌نامه/ رساله با اخذ مجوز از استاد راهنما، بلامانع است.

☐ بهره‌برداری از این پایان‌نامه/ رساله تا تاریخ ..... ممنوع است.

نام استاد یا اساتید راهنما:

تاریخ:

امضا:

تقدیم به: (اختیاری)

.....

تشکر و قدردانی: (اختیاری)

.....

چکیده

پایداری سازه های خاکی یکی از مهم‌ترین مسائل در مهندسی ژئوتکنیک است و از آنجایی که زلزله‌ها عامل بسیار مهمی در ناپایداری این سازه‌ها می‌باشد، بررسی و آنالیز دینامیکی سازه های خاکی بسیار حائز اهمیت است. یکی از این سازه های خاکی پرکاربرد، سدهای خاکی همگن کوتاه می‌باشند. این سدها که معمولاً توسط ژئوممبرین آب‌بند می‌شوند، جهت ذخیره آب و دیگر مایعات بسیار مناسب می‌باشند.

این سدها به دلیل اینکه هزینه‌ی آن‌ها کم بوده و ساخت آن‌ها مشکل نمی‌باشد، نیازی به محاسبات مهندسی پیچیده ندارند و جهت اطمینان از ایمنی ژئوتکنیکی سد، تنها دانستن شیب‌های خاکریزها کافی می‌باشد. در این تحقیق تعدادی گراف تهیه شده که به استفاده کننده این امکان را می‌دهد تا بتواند ضریب اطمینان شیب‌های سدهای خاکی تا ارتفاع ۱۰ متر در شرایط استاتیکی و شبه استاتیکی را فوری محاسبه کند.

در این تحقیق همچنین یک مقایسه‌ی عددی بین روش‌های مختلف جهت آنالیز پتانسیل پایداری شیب‌ها هنگام وقوع زلزله انجام شده است.

واژه‌های کلیدی: سد خاکی، شیب، ضریب اطمینان، پایداری.

فهرست مطالب

فصل ۱: مقدمه ۱۰

۱-۱- پیشگفتار ۱۱

۱-۲- هدف تحقیق ۱۲

۱-۳- ساختار تحقیق ۱۳

فصل ۲: مروری بر منابع ۱٤

۲-۱- مقدمه ۱۵

۲-۲- تعریف سد ۱۵

۲-۳- اهداف ساخت سد ۱۵

۲-٤- انواع سدها ۱٦

۲-۵- سدهای خاکریزه ای ۱۷

۲-٦- انواع سدهای خاکریزه ای ۱۹

۲-٦-۱- سدهای خاکی همگن ۱۹

۲-٦-۲- سدهای خاکی با هسته نفوذ ناپذیر ۲۰

۲-٦-۳- سد سنگریزه ای با غشاء بالادست : ۲۰

۲-۷- بارهای وارد بر سدهای خاکریزه ای ۲۱

۲-۸- اشکال مختلف خرابی در یک سد خاکریزه ای ۲۱

فصل ۳: روش تحلیل شیب‌های خاکی ۲۳

۳-۱- مقدمه ۲٤

۳-۲- عوامل موثر بر آنالیز پایداری ۲٦

۳-۳- ضریب اطمینان ۲٦

۳-٤- تحلیل پایداری استاتیکی شیروانی ۲۸

۳-٤-۱- تحلیل تعادل حدی ۲۹

۳-٤-۲- تحلیل‌های تنش- تغییر شکل ۲۹

۳-٤-۳- روش‌های مهم تحلیل تعادل حدی ۳۰

۳-٤-٤- مقایسه روش‌های مختلف تحلیل تعادل حدی ۳٤

۳-۵- روش‌های دیگر تحلیل پایداری شیب ۳۸

۳-٦- پایداری لرزه ای شیروانی‌ها ۳۸

۳-٦-۱- تحلیل شبه استاتیکی ۳۹

۳-٦-۲- محدوديت‌های روش شبه استاتيکی ٤٠
۳-٦-۳- روش‌های شبه ديناميکی ٤١
۳-٦-٤- شيب‌های خاکی تحت اثر يک زلزله ٤۳

فصل ٤: نرم افزارهای مورد استفاده **٤٤**

٤-١- مقدمه..... ٤٥
٤-٢- نرم افزار SLOPE/W:..... ٤٥
٤-۳- نرم افزار PLAXIS:..... ٤٦
٤-٤- نرم افزار FLAC:..... ٤٦
٤-٥-روش استفاده از نرم افزارها برای رسيدن به نتايج موردنظر:..... ٤٨
٤-٥-١- نرم افزار Geo Slope ۲۰۰۷:..... ٤٨
٤-٥-١-١-مقدمه:..... ٤٨
٤-٥-١-۲-مفاهيم کاربردی در نرم افزار:..... ٤٩
٤-٥-١-۲-١-روش های تعيين پايداری شيب ها در :SLOPE/W..... ٤٩
٤-٥-١-۲-١-١-روش Morgenstren-Price:..... ٤٩
٤-٥-١-۲-١-۲-روش Grid and Radius:..... ٤٩
٤-٥-١-۲-۲-عوامل موثر بر پايداری شيب:..... ٥١
٤-٥-١-۳-مدل سازی پروژه درSLOPE/W:..... ٥۲
٤-٥-١-۳-١-تعريف مشخصات مدل با استفاده از منویKeyin:..... ٥۳
٤-٥-١-۳-١-١-تخصيص خصوصيات مصالح:..... ٥۳
٤-٥-١-۳-۲-تعيين روش ترسيم گوه لغزشی با استفاده از منوی Draw Slip surface:..... ٥٥
٤-٥-١-۳-۳-ترسيم شبکهGridبااستفاده از منوی Draw slip surface Grid:.... ٥٥
٤-٥-١-۳-٤-ترسيم شبکه Radiusبااستفاده از منوی Draw slip surface radius:..... ٥٥
٤-٥-١-٤-تحليل برنامه و ارزيابی نتايج:..... ٥٦
٤-٥-١-٤-١-تحليل پايداری در شيب پايين دست:..... ٥٧
٤-٥-١-٤-۲-تحليل پايداری شيب مقاوم سازی شده ی پايين دست:..... ٥٨
٤-٥-١-٤-۲-١-مقاوم سازی شيب پايين دست به وسيله اجرای مهاردر بدنه ی شيب سد:..... ٥٨
٤-٥-١-٤-۲-١-١-تحليل برنامه و ارزيابی نتايج:..... ٦١
٤-٥-۲-نرم افزار Flac Slope:..... ٦۳

٤-٥-٢-١-تنظيمات در شروع پروژه پايداری شيب:.....٦٣
٤-٥-٢-٢-ايجاد مدل يک شيب:.....٦٤
٤-٥-٢-٣-تعيين مواد و خصوصيات آنها:.....٦٨
٤-٥-٢-٤-نصب ساختارهای تقويت کننده:.....٧٢
٤-٥-٢-٥-حل يک فاکتور ايمنی:.....٧٩
٤-٥-٢-٥-١-پارامترهای فاکتور ايمنی:.....٧٩
٤-٥-٢-٥-٢-حل فاکتور ايمنی:.....٨١
٤-٥-٣-نرم افزار Plaxis:.....٨٣
٤-٥-٣-١-General Settings:.....٨٣
٤-٥-٣-٢-رسم هندسه:.....٨٨
٤-٥-٣-٣-مهارهای با انتهای ثابت:.....٨٨
٤-٥-٣-٤-برنامه Calculations:.....٩٠
٤-٥-٣-٥-کاهش phi-c:.....٩٢

فصل ٥: روش تحقيق و نتايج.....٩٦
٥-١- مقدمه.....٩٧
٥-٢- پارامترهای مورد مطالعه.....٩٧
٥-٢-١- ارتفاع سد.....٩٧
٥-٢-٢-شيب‌های سد.....٩٧
٥-٢-٣- مشخصات مکانيکی مصالح.....٩٧
٥-٢-٤- ضريب زلزله.....٩٨
٥-٣- نتايج تحليل‌های تعادل حدی بر حسب پارامترهای مقاومتی.....٩٩
٥-٤- نتايج تحليل‌های تعادل حدی و المان محدود بر حسب پارامترهای مقاومتی.....١١٧
٥-٥- نتايج تحليل‌های تعادل حدی بر حسب ارتفاع سد.....١٢٣
٥-٦- نتايج تحليل‌های المان محدود و تفاضل محدود بر حسب ارتفاع سد.....١٤١
٥-٧- نتايج تحليل‌های تعادل حدی بر حسب پارامترهای مقاومتی(مهاربندی شده).....١٤٥
٥-٨- نتايج تحليل‌های تعادل حدی و المان محدود بر حسب پارامترهای مقاومتی(مهاربندی شده).....١٦٤
٥-٩-جمع بندی.....١٧٥
٥-١٠-مسلح سازی شيروانی های خاکی با استفاده از مهارها برای تمام شيب ها.....١٧٧
٥-١١-نتايج بدست آمده از جداول.....١٧٩

فصل ٦: جمع‌بندی و پیشنهادها ۱۸۰
٦-١- مقدمه ۱۸۱
٦-٢- جمع‌بندی ۱۸۲
٦-٣- پیشنهادها ۱۸٤

مراجع ۱۸٦

فهرست اشکال

شکل (۱-۱) سد خاکی جهت ذخیره شیرآبه ها در محل دفن زباله‌ها ۱۱
شکل (۲-۱) انواع خراب در سدهای خاکی..... ۲۲
شکل (۳-۱) محاسبه ضریب اطمینان برای شیب بی نهایت خشک ۳۰
شکل (۳-۲) محاسبه ضریب اطمینان برای شیب بی نهایت خشک ۳۱
شکل (۳-۳) محاسبه ضریب اطمینان به روش کولمان..... ۳۱
شکل (۳-٤) نیروی های مورد بررسی در روش معمولی قطعات..... ۳۳
شکل (۳-٥) نیروی های مورد بررسی در روش بیشاپ ۳٤
شکل (۳-٦) نمایش شماتیک بلوک لغزشی نیومارک ٤۲
شکل (٤-۱) تصویر یک سطح با پتانسیل لغزشی..... ٥۱
شکل(٤-۲) پنجره اصلی نمایش برنامه SLOPE/W..... ٥۲
شکل(٤-۳) جعبه keyIn Material Properties..... ٥٤
شکل(٤-٤) مدل های مقاومتی SLOPE/W..... ٥٤
شکل(٤-٥) روش ترسیمی سطوح لغزش برای تحلیل پایداری شیب پایین دست..... ٥٦
شکل(٤-٦) تعیین ضریب اطمینان بحرانی برای شیب پایین دست..... ٥۸
شکل(٤-۷) تعریف طول آزاد و طول گیر دار..... ٥۹
شکل(٤-۸) جعبه Draw Reinforcement برای مهار..... ٦۰
شکل(٤-۹) نمای مهار در پایین دست سد خاکی..... ٦۱
شکل(٤-۱۰) نمایش مدل مقاوم سازی شده پس از تحلیل..... ٦۲
شکل(٤-۱۱) نمایش تطبیق مناسب جعبه ی قرمز رنگ و ناحیه ی گیرداری..... ٦۳
شکل(٤-۱۲) پنجره Project Save..... ٦٤
شکل(٤-۱۳) پنجره New Model..... ٦٥
شکل(٤-۱٤) پنجره ویرایش پارامترهای شیب..... ٦٦
شکل(٤-۱٥) نمای مرزهای شیب..... ٦٦
شکل(٤-۱٦) نمای مدل..... ٦۷
شکل(٤-۱۷) پنجره تعیین مواد..... ۷۰
شکل(٤-۱۸) پنجره لیست مواد..... ۷۱
شکل(٤-۱۹) پنجره لیست مواد در کادر ویرایش..... ۷۲

شکل(٤-٢٠) کادر ابزار تقویت کننده ها..... ٧٣
شکل(٤-٢١) عدد شناسه خواص تقویت کننده ها..... ٧٤
شکل(٤-٢٢) پنجره تعیین خواص المان های تقویت کننده ها..... ٧٤
شکل(٤-٢٣) ایجاد یک بخش تزریق شده و تزریق نشده در بلت..... ٧٩
شکل(٤-٢٤) پنجره تعیین پارامترهای فاکتور ایمنی..... ٨٠
شکل(٤-٢٥) مدل پنجره سیکل مدل..... ٨١
شکل(٤-٢٦) پنجره General Setting-Project..... ٨٣
شکل(٤-٢٧) چگونگی گره ها و نقاط تنش در المان های خاک..... ٨٥
شکل(٤-٢٨) پنجره General Setting-Dimensions..... ٨٧
شکل(٤-٢٩) پنجره اصلی برنامه Calculations..... ٩١
شکل(٥-١) تعدادی از نمو گرام ها جهت محاسبه ضریب اطمینان برای سدهای خاکی با ارتفاع کمتر از ٢/٥ متر با شیب ٤٥^{o}..... ١٠٠
شکل (٥-٢) تعدادی از نمو گرام ها جهت محاسبه ضریب اطمینان برای سدهای خاکی با ارتفاع کمتر از ٢/٥ متر با شیب $٢٦/٥٦^{o}$..... ١٠٢
شکل (٥-٣) تعدادی از نمو گرام ها جهت محاسبه ضریب اطمینان برای سدهای خاکی با ارتفاع کمتر از ٢/٥ متر با شیب $١٨/٤٣^{o}$..... ١٠٤
شکل (٥-٤) تعدادی از نمو گرام ها جهت محاسبه ضریب اطمینان برای سدهای خاکی با ارتفاعی بین ٢/٥ تا ٥ متر با شیب ٤٥^{o}..... ١٠٦
شکل (٥-٥) تعدادی از نمو گرام ها جهت محاسبه ضریب اطمینان برای سدهای خاکی با ارتفاعی بین ٢/٥ تا ٥ متر با شیب $٢٦/٥٦^{o}$..... ١٠٨
شکل (٥-٦) تعدادی از نمو گرام ها جهت محاسبه ضریب اطمینان برای سدهای خاکی با ارتفاعی بین ٢/٥ تا ٥ متر با شیب $١٨/٤٣^{o}$..... ١١٠
شکل (٥-٧) تعدادی از نمو گرام ها جهت محاسبه ضریب اطمینان برای سدهای خاکی با ارتفاعی بین ٥ تا ٧/٥ متر با شیب ٤٥^{o}..... ١١٢
شکل (٥-٨) تعدادی از نمو گرام ها جهت محاسبه ضریب اطمینان برای سدهای خاکی با ارتفاعی بین ٥ تا ٧/٥ متر با شیب $٢٦/٥٦^{o}$..... ١١٤
شکل (٥-٩) تعدادی از نمو گرام ها جهت محاسبه ضریب اطمینان برای سدهای خاکی با ارتفاعی بین ٥ تا ٧/٥ متر با شیب $١٨/٤٣^{o}$..... ١١٦

شکل (۵-۱۰)تعدادی از نموگرام ها جهت محاسبه ضریب اطمینان برای سدهای خاکی با ارتفاعی کمتر از ۲/۵ متر..... ۱۱۷
شکل (۵-۱۱) تعدادی از نموگرام ها جهت محاسبه ضریب اطمینان برا سدهای خاکی با ارتفاعی کمتر از ۲/۵ متر..... ۱۱۸
شکل(۵-۱۲) تعدادی از نموگرام ها جهت محاسبه ضریب اطمینان برای سدهای خاکی با ارتفاعی بین ۲/۵ تا ۵ متر..... ۱۱۹
شکل (۵-۱۳) تعدادی از نموگرام ها جهت محاسبه ضریب اطمینان برای سدهای خاکی با ارتفاعی بین ۲/۵ تا ۵ متر..... ۱۲۰
شکل (۵-۱٤) تعدادی از نموگرام ها جهت محاسبه ضریب اطمینان برای سدهای خاکی با ارتفاعی بین ۵ تا ۷/۵ متر..... ۱۲۱
شکل (۵-۱۵) تعدادی از نموگرام ها جهت محاسبه ضریب اطمینان برای سدهای خاکی با ارتفاعی بین ۵ تا ۷/۵ متر..... ۱۲۲
شکل (۵-۱٦) کاهش ضریب اطمینان با افزایش ارتفاع(شیب 45^o با ضریب زلزله صفر)..... ۱۲٤
شکل (۵-۱۷) کاهش ضریب اطمینان با افزایش ارتفاع(شیب $26/56^o$ با ضریب زلزله صفر)..... ۱۲٦
شکل (۵-۱۸) کاهش ضریب اطمینان با افزایش ارتفاع(شیب $18/43^o$ با ضریب زلزله صفر)..... ۱۲۸
شکل (۵-۱۹) کاهش ضریب اطمینان با افزایش ارتفاع(شیب 45^o با ضریب زلزله ۰/۱)..... ۱۳۰
شکل (۵-۲۰) کاهش ضریب اطمینان با افزایش ارتفاع(شیب $26/56^o$ با ضریب زلزله ۰/۱)..... ۱۳۲
شکل (۵-۲۱) کاهش ضریب اطمینان با افزایش ارتفاع(شیب $18/43^o$ با ضریب زلزله ۰/۱)..... ۱۳٤
شکل (۵-۲۲) کاهش ضریب اطمینان با افزایش ارتفاع(شیب 45^o با ضریب زلزله ۰/۲)..... ۱۳٦
شکل (۵-۲۳) کاهش ضریب اطمینان با افزایش ارتفاع(شیب $26/56^o$ با ضریب زلزله ۰/۲)..... ۱۳۸
شکل (۵-۲٤) کاهش ضریب اطمینان با افزایش ارتفاع(شیب $18/43^o$ با ضریب زلزله ۰/۲)..... ۱٤۰
شکل (۵-۲۵) کاهش ضریب اطمینان با افزایش ارتفاع(با ضریب زلزله صفر)..... ۱٤۱
شکل (۵-۲٦) کاهش ضریب اطمینان با افزایش ارتفاع(با ضریب زلزله صفر)..... ۱٤۲
شکل (۵-۲۷) کاهش ضریب اطمینان با افزایش ارتفاع(با ضریب زلزله ۰/۱)..... ۱٤۳
شکل (۵-۲۸) کاهش ضریب اطمینان با افزایش ارتفاع(با ضریب زلزله ۰/۲)..... ۱٤٤
شکل (۵-۲۹) تعدادی از نموگرام ها جهت محاسبه ضریب اطمینان برای سدهای خاکی با یک مهار با زاویه 30^o..... ۱٤٦

شکل(۵-۳۰) تعدادی از نموگرام ها جهت محاسبه ضریب اطمینان برای سدهای خاکی با یک مهار با زاویه 45^{o}.....۱۴۸
شکل (۵-۳۱):تعدادی از نموگرام ها جهت محاسبه ضریب اطمینان برای سدهای خاکی با یک مهار با زاویه 60^{o}.....۱۵۰
شکل (۵-۳۲):تعدادی از نموگرام ها جهت محاسبه ضریب اطمینان برای سدهای خاکی با ۲ مهار با زاویه 30^{o}.....۱۵۲
شکل (۵-۳۳) تعدادی از نموگرام ها جهت محاسبه ضریب اطمینان برای سدهای خاکی با ۲ مهار با زاویه 45^{o}.....۱۵۴
شکل (۵-۳٤) تعدادی از نموگرام ها جهت محاسبه ضریب اطمینان برای سدهای خاکی با ۲ مهر با زاویه 60^{o}.....۱۵٦
شکل (۵-۳۵) تعدادی از نموگرام ها جهت محاسبه ضریب اطمینان برای سدهای خاکی با ۳ مهار با زاویه 30^{o}.....۱۵۹
شکل (۵-۳٦) تعدادی از نموگرام ها جهت محاسبه ضریب اطمینان برای سدهای خاکی با ۳ مهار با زاویه 45^{o} ۱۶۱
شکل (۵-۳۷) تعدادی از نموگرام ها جهت محاسبه ضریب اطمینان برای سدهای خاکی با ۳ مهار با زاویه 60^{o}.....۱٦۳
شکل (۵-۳۸) تعدادی از نموگرام های مربوط به سد خاکی همگن مسلح شده با ۱ مهار.....۱٦۵
شکل (۵-۳۹) تعدادی از نموگرام های مربوط به سد خاکی همگن مسلح شده با ۲ مهار.....۱٦٦
شکل (۵-٤۰) تعدادی از نموگرام های مربوط به سد خاکی همگن مسلح شده با ۳ مهار.....۱٦۸
شکل (۵-٤۱) تعدادی از نموگرام های مربوط به سد خاکی همگن مسلح شده با ۱ مهار.....۱۷۰
شکل (۵-٤۲) تعدادی از نموگرام های مربوط به سد خاکی همگن مسلح شده با ۲ مهار.....۱۷۱
شکل (۵-٤۳) تعدادی از نموگرام های مربوط به سد خاکی همگن مسلح شده با ۳ مهار.....۱۷۳
شکل (٦-۱) مشخصات ژئوتکنیکی شش سد خاکی مختلف [۳].....۱۸۱

فهرست جداول

جدول (۳-۱) روش‌های مختلف تحلیل پایداری شیروانی‌ها به روش تعادل حدی ۳۵
جدول (۵-۱) تعداد مهارهای لازم برای رسیدن به ضریب اطمینان طراحی برای ارتفاع ۲/۵ متر.....۱۷۷
جدول(۵-۲) تعداد مهارهای لازم برای رسیدن به ضریب اطمینان طراحی برای ارتفاع ۵ متر.....۱۷۸
جدول(۵-۳) تعداد مهارهای لازم برای رسیدن به ضریب اطمینان طراحی برای ارتفاع ۷/۵ متر.....۱۷۸
جدول (٦-۱) نتایج بدست آمده توسط نویسندگان مقاله‌ی(نموگرام های ضریب اطمینان برای
سدهای خاکی همگن با ارتفاع کمتر از ۱۰ متر) [۳].....۱۸۲
جدول (٦-۲) نتایج بدست آمده از برنامه‌ی ژئو اسلوپ ۱۸۲

فصل ۱:

مقدمه

۱-۱- پیشگفتار

سدهای خاکی همگن با رویه آب‌بند به طور گسترده ای به عنوان مخازن ذخیره آب و دیگر مایعات نظیر پساب‌های صنعتی و ... مورد استفاده قرار می‌گیرند، که علل اصلی آن هزینه کم و طراحی ساده این سدها است. در این سدها به منظور جلوگیری از نفوذ آب، سد را با لایه ای از مصالح نفوذناپذیر مانند بتن، آسفالت و یا پلاستیک (پلی اتیلن یا پلی وینیل) می‌پوشانند.
عمده مصارف این سدهای کوچک به عنوان مخازنی جهت ذخیره آب برای مصارف آبیاری و کشاورزی می‌باشد. همچنین این سدهای خاکی کوچک که معمولاً ارتفاع خاکریز آن‌ها کمتر از ۷ متر است برای ذخیره برخی از مایعات همچون شیرآبه های موجود در محل دفن زباله‌ها به کار می‌روند(شکل ۱-۱). به عنوان مثال تنها در اسپانیا ۱۱۸ محل دفن زباله وجود دارد که بیش از ۷۴٪ آن‌ها دارای مخازنی برای ذخیره‌ی شیرآبه ها هستند که مجموعاً ظرفیت آن‌ها کمتر از ۳۰۰۰۰ متر مکعب و بوده و ارتفاع خاکریزها در برخی موارد به ۷ متر هم نمی‌رسد[۱].

شکل (۱-۱) سد خاکی جهت ذخیره شیرآبه ها در محل دفن زباله‌ها[۱]

این سدهای خاکی چه برای مصارف کشاورزی و چه برای مصارف زیست محیطی باید پایدار و