شماره : .....
تاریخ : .....
پیوست: .....

بسمه تعالی

فرم پیشنهادی پایان نامه کارشناسی ارشد

(اطلاعات کلی)

عنوان پایان نامه (فارسی) :تاثیر بارندگی بر پایداری شیب های غیر اشباع

عنوان پایان نامه (انگلیسی):

The impact of rainfall on the stability of unsaturated soil slopes

نام و نام خانوادگی دانشجو: حمیدنصیری

[redacted]

رشته تحصیلی: مهندسی عمران

گرایش تحصیلی: مهندسی ژئوتکنیک

نام و نام خانوادگی استادراهنمای اول: دکتر علیرضا باقریه

تاریخ ارائه:

(اطلاعات جزئی)

۱- مشخصات دانشجو :

نام و نام خانوادگی : حمیدنصیری

سال ورود :۱۴۰۱

گرایش : ژئوتکنیک

[redacted]

رشته تحصیلی : عمران

تعداد واحدهای گذرانده شده : ۲۶

[redacted]

۲- مشخصات استاد راهنمای اول :

نام و نام خانوادگی : دکتر علی رضا باقریه

رشته – گرایش : مهندسی عمران – ژئوتکنیک

تخصص اصلی : مهندسی ژئوتکنیک

رتبه دانشگاهی : استادیار

سال و محل اخذ آخرین مدرک تحصیلی : سال۸۷- دانشگاه شیراز

محل خدمت : دانشگاه ملایر

سنوات تدریس در دوره کارشناسی ارشد :

تعداد پایان نامه‌های کارشناسی ارشد راهنمایی شده :۳۵

تعداد پایان نامه‌های کارشناسی ارشد در دست راهنمایی :۲

۳- اطلاعات مربوط به پایان نامه :

۴-۱ عنوان:

-فارسی : تاثیر بارندگی بر پایداری شیب های غیر اشباع

-انگلیسی :The impact of rainfall on the stability of soil slopes

۴-۲ واژگان کلیدی

- فارسی: پایداری ، شیب ها ، غیر اشباع، تحلیل حدی

-انگلیسی : slopes , unsaturated , stability و limit analysis

۴-۳ نوع تحقیق : بنیادی ☐ نظری ☐ کاربردی ■ توسعه ای ☐

۴-۴- تعداد واحد پایان نامه : ۶

۴-۵ مقدمه، تعریف مسأله و سابقه تحقیق :

۴-۵-۱مقدمه

به طور کلی، پایداری شیب‌های خاکی یکی از بااهمیت‌ترین مسائل در زمینه مهندسی ژئوتکنیک است. این موضوع از آن جهت بسیار حیاتی است که در پروژه‌هایی مانند خاک‌برداری، خاک‌ریزی، سدسازی و سایر سازه‌ها، باید پایداری شیب حفظ شود. به همین دلیل، برای جلوگیری از وقوع حوادث ناخوشایندی مانند شکست شیب‌ها، بررسی و تحقیق گسترده در مورد انواع مختلف شیب‌ها ضروری است. تعیین حداکثر بار قابل تحمل برای پیشگیری از گسیختگی و شکست نهایی شیب، و همچنین ارائه ضریب ایمنی پایداری، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است و باید با دقت بررسی شود.

در شیب‌ها، عوامل متعددی می‌توانند باعث جابجایی توده خاک و در نتیجه لغزش یا شکست شیب شوند. بررسی و تحلیل پایداری شیب، عامل اساسی در تضمین عملکرد مطلوب شیب‌ها و جلوگیری از وقوع حوادث مختلف به شمار می‌آید. استفاده از روش‌های مختلف، مانند روش تعادل حدی، تحلیل حدی توسعه‌یافته و روش اجزای محدود (FEM)، در این زمینه بسیار رایج است.

طی چند سال گذشته، آنالیز حدی عددی به‌عنوان یک روش مؤثر در بررسی پایداری مسائل مختلف ژئوتکنیکی، از جمله شیب‌ها، تونل‌ها و پی‌ها، مورد استفاده قرار گرفته است [۱۸]. با این حال، تأثیرات و اهمیت درجه اشباع خاک بر عملکرد ایمنی سازه‌ها در تحلیل پایداری شیب همچنان موضوعی است که کمتر مورد بررسی قرار گرفته است. فشار آب حفره‌ای می‌تواند به‌طور قابل‌توجهی بر پایداری شیب‌ها تأثیر بگذارد، زیرا این فشار می‌تواند مقاومت برشی خاک را کاهش دهد.

علاوه بر این، تغییرات آب‌وهوایی، مانند تغییر سطح آب زیرزمینی و بارش باران، می‌تواند موجب تغییر در مقاومت برشی خاک‌های غیراشباع شود. بنابراین، در آنالیز پایداری شیب‌ها، توجه به مفاهیم پایه مکانیک خاک غیراشباع امری ضروری است.

مسئله پایداری در مهندسی ژئوتکنیک، به عنوان یک مسئله با شرایط مرزی مشخص، تنها زمانی راه‌حل دقیقی دارد که شرایط تعادل، سازگاری و معادلات پیوستگی با مرزهای معین به‌درستی برقرار شوند. برای دستیابی به دقت بالا در تعیین بار گسیختگی و مکانیزم‌های آن، استفاده از روش‌هایی مانند المان محدود بسیار موثر است.

این روش می‌تواند نتایج دقیقی ارائه دهد. علاوه بر آن، تحلیل‌های حدی با تکیه بر تئوری‌های کران پایین و کران بالا، قابلیت محاسبه دقیق‌تری از بار گسیختگی و مکانیزم‌های آن را دارند. بنابراین، این تحلیل‌ها به‌عنوان ابزارهای حیاتی در ارزیابی پایداری در مهندسی ژئوتکنیک شناخته می‌شوند[۱۸].

۴-۵-۲ تعریف مسئله

به‌طور کلی، بسیاری از شیب‌ها در طول عمر خود تحت تأثیر تغییراتی نظیر بارش، تغییرات رطوبتی و شرایط اقلیمی قرار می‌گیرند. در نتیجه، مطالعه پایداری این شیب‌ها، به‌ویژه در شرایطی که خاک به‌طور کامل اشباع نیست، از اهمیت بالایی برخوردار است. با پیشرفت روش‌های شبیه‌سازی عددی و تحلیل‌های آزمایشگاهی، امکانات جدیدی برای بررسی پایداری شیب‌های غیراشباع فراهم شده است. این پیشرفت‌ها محققان را به سمت تحلیل عمیق‌تر و دقیق‌تر این نوع شیب‌ها سوق داده است [۱۰].

پدیده‌هایی مانند سیلاب و تغییرات اقلیمی باعث ایجاد تغییرات قابل‌توجه در شیب‌ها می‌شوند که نیاز به مطالعه پایداری غیراشباع این شیب‌ها را افزایش می‌دهد. دانش مربوط به پایداری شیب‌های غیراشباع می‌تواند نقش مهمی در افزایش ایمنی سازه‌ها و زیرساخت‌ها در برابر حوادث طبیعی مانند رانش زمین و سیلاب ایفا کند.

بنابراین، این تحقیقات از اهمیت عملی بالایی برخوردار هستند. به‌طور کلی، مطالعه پایداری شیب‌های غیراشباع به‌عنوان یک حوزه تحقیقاتی کلیدی در مهندسی ژئوتکنیک، به دلیل اهمیت کاربردی، پیشرفت‌های تکنولوژی و وقوع رویدادهای طبیعی، به‌طور فزاینده‌ای مورد توجه قرار گرفته است.

۴-۵-۳ سابقه تحقیق

در زمینه تجزیه‌وتحلیل شیب‌های خاکی، روش‌های مختلفی در شاخه ژئوتکنیک مورد بررسی قرار گرفته‌اند، از جمله تعادل حدی، خطوط لغزش و آنالیز حدی که همگی در هنگام شکست از مفهوم تعادل پلاستیک پیروی می‌کنند. بنابراین، در این بخش یک مرور کلی بر تحقیقات انجام‌شده در خصوص پایداری شیروانی‌ها و مکانیک خاک غیراشباع در زمینه های مختلف ارائه می‌گردد:

در زمینه روش‌های عددی و تحلیلی در پایداری شیب‌ها، باندینی و همکاران از روش آنالیز حدی المان محدود و برنامه‌ریزی خطی برای بررسی پایداری لرزه‌ای شیب‌های خاکی استفاده کردند و نتایجی نزدیک به روش تعادل حدی به‌دست آوردند [۱]. بهانداری و همکاران نیز با ترکیب روش المان محدود و الگوریتم ژنتیک، سطح لغزشی با کمترین ضریب اطمینان را یافتند. این ترکیب برای خاک‌های غیرهمگن و لغزش‌های نامنظم بسیار مؤثر

بود [۳]. علاوه بر این، لیامین و اسلون با ارائه راه‌حل‌هایی برای برنامه‌ریزی غیرخطی، تحلیل کران پایین را بهبود دادند و برای مسائل سه‌بعدی در آنالیز حدی کران بالا و پایین، الگوریتم‌هایی ارائه کردند [۱۷-۱۴].

تحلیل حدی و مدل‌سازی نیز در این حوزه پیشرفت‌های چشمگیری داشته است. کارتر و همکاران نشان دادند که در روش حد پایین، بار گسیختگی واقعی همواره بزرگ‌تر از بار محاسبه‌شده است، زیرا میدان تنش واقعی متعادل‌تر از میدان تنش فرضی است [۵]. فلینوس با ارائه نمودارهایی برای تحلیل پایداری شیب، عدد پایداری را معرفی کرد که ترزاقی و پک با اصلاح آن، ضریب پایداری را پیشنهاد دادند [۹، ۲۱]. یوان و همکاران نیز تأیید کردند که روش QEM دقت بالایی نسبت به روش‌های عددی المان محدود دارد [۲۳، ۲۴].

در نهایت، برخی نقاط ضعف در مدل‌سازی‌ها نیز مشاهده شده است. هو و همکاران با ارائه مدل الاستیک خطی، اثرات تغییر شکل غیرخطی و مقاومت برشی خاک‌های غیراشباع را در نظر نگرفتند که این موضوع در تحلیل رفتار خاک‌ها اهمیت زیادی دارد [۱۲].

رفتار خاک‌های غیراشباع نیز نقش مهمی در تحلیل پایداری دارد. چو توضیح داد که هنگام اشباع شدن خاک خشک، خاصیت موئینگی باعث افزایش چسبندگی خاک می‌شود [۷]. اسکاریو، گان و همکاران، و لیکوس تأیید کردند که در حالت بحرانی، چسبندگی و زاویه اصطکاک مستقل از مکش هستند و مقادیر مشابهی در شرایط اشباع و غیراشباع دارند. این امر اصل تنش مؤثر را برای خاک غیراشباع تأیید می‌کند [۸، ۱۱، ۱۳]. همچنین وو و راسل با بررسی اثرات مکش و چسبندگی نشان دادند که این عوامل با وجود اثرات مشابه، مستقل از یکدیگر هستند [۲۲].

در مورد تأثیر بارش و شرایط آب و هوایی بر پایداری شیب‌ها، کاسینی و همکاران نشان دادند که ورود آب از ناحیه غیراشباع به منطقه اشباع، پایداری شیب را تحت تأثیر قرار می‌دهد [۴]. همچنین ژانگ و همکاران بیان کردند که در شرایط بارندگی، فشار هوای موجود در ناحیه غیراشباع باعث کاهش ضریب ایمنی می‌شود و فاصله بین سطح لغزش و سطح آب زیرزمینی تأثیر زیادی بر پایداری شیب دارد [۲۵].

این مرور نشان‌دهنده پیشرفت‌های قابل‌توجه در تحلیل پایداری شیب‌ها با استفاده از روش‌های مختلف عددی، تحلیلی و آزمایشگاهی است. همچنین اهمیت رفتار خاک‌های غیراشباع و تأثیر شرایط محیطی، مانند بارش و مکش، به عنوان یکی از مسایل به روز در مکانیک خاکهای غیر اشباع مطرح است.

۴-۶ ضرورت و اهداف تحقیق :

تحقیقات در زمینه پایداری شیب‌های غیراشباع به دلیل وجود عوامل متعددی که بر پایداری این نوع شیب‌ها تأثیر می‌گذارند، از اهمیت زیادی برخوردار است. ضرورت این تحقیقات به دلایل زیر قابل توجیه است:

الف) محیط زیست و امنیت:

پایداری شیب‌ها از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است، زیرا وقوع رانش زمین می‌تواند خسارات جدی به زندگی انسان‌ها و محیط زیست وارد کند و حتی امنیت جانی افراد را به خطر بیندازد.

ب) توسعه زیرساخت‌ها:

برنامه‌ریزی و اجرای زیرساخت‌های مختلف مانند جاده‌ها، راه‌آهن‌ها، ساختمان‌ها و تأسیسات مربوط به منابع آب و انرژی نیازمند دانش دقیق در مورد پایداری شیب‌ها است تا از وقوع رانش‌های خطرناک جلوگیری شود.

ج) کشاورزی:

پایداری شیب‌ها در مناطق روستایی و کشاورزی نیز بسیار حائز اهمیت است. حفظ این پایداری می‌تواند از تخریب زمین‌های کشاورزی و کاهش منابع آبی جلوگیری کند.

د) مدیریت منابع طبیعی:

آگاهی از پایداری شیب‌ها نقش اساسی در مدیریت منابع طبیعی، از جمله حفظ جنگل‌ها، کنترل فرسایش خاک و آب و همچنین مقابله با بحران‌های طبیعی دارد.

تحقیقات در حوزه پایداری شیب‌های غیراشباع، به‌طور گسترده‌ای در حل مشکلات مهم در زمینه‌های مختلف مؤثر است و اهمیت بیشتر پرداختن به این موضوع را برجسته می‌کند.

۴-۷ روش تحقیق :

ا توجه به پیچیدگی رفتار خاک، هرچه دقت بیشتری در تحلیل مسائل پایداری مکانیک خاک و درک صحیح از آن وجود داشته باشد، نتایج بهتری به دست خواهد آمد. آنالیز حدی یکی از روش‌های مهم در تئوری پلاستیسیته است. این روش شامل کران بالا و کران پایین است و می‌توان از کران پایین برای محاسبه مطمئن ضریب ایمنی استفاده کرد.

در این روش، خاک به‌صورت کاملاً پلاستیک فرض می‌شود. اگر یک میدان تنش مجاز تعریف شود، در تئوری کران پایین، نتیجه به ارائه بالاترین کران پایین مسئله منتهی خواهد شد. میدان تنش باید شرایط زیر را برآورده کند:

معادلات تعادل تنش

معادلات شرایط مرزی

معیار گسیختگی

این شرایط، پایه و اساس صحت تحلیل در این روش است [۱۸].

در این تحقیق، از روش کران پایین آنالیز حدی استفاده خواهد شد. شرایط تنش خاک به‌صورت غیر اشباع و با در نظر گرفتن تاثیرات مکش اعمال میشود. این روش دقت بالایی در ارائه ضریب ایمنی فراهم می‌کند.
نرم‌افزار OptumG2 ابزاری قدرتمند برای تحلیل پایداری شیب‌هاست که از روش تحلیل حدی اجزای محدود (FELA) بهره می‌برد. این نرم‌افزار امکان شبیه‌سازی دقیق پایداری و مکانیزم‌های شکست را فراهم می‌کند و شرایط واقعی خاک، از جمله رفتار خاک‌های غیر اشباع، را در نظر می‌گیرد. توانایی نرم‌افزار در مدل‌سازی شرایط پیچیده، آن را به ابزاری ایده‌آل برای تحلیل‌های پیشرفته پایداری تبدیل کرده است.

شرح روش تحلیل پایداری شیب با استفاده از OptumG2

الف) مدل‌سازی هندسی شیب

ابتدا هندسه شیب در نرم‌افزار OptumG2 تعریف می‌شود. این مرحله شامل موارد زیر است:

زاویه شیب: زاویه سطح خاک نسبت به افق

ویژگی‌های لایه‌های خاک: شامل ضخامت، چگالی، زاویه اصطکاک داخلی، چسبندگی و سایر پارامترها

سطوح مرزی و بارگذاری‌ها

ب) انتخاب مدل خاک و ویژگی‌های آن

در نرم‌افزار OptumG2، مدل خاک و ویژگی‌های مربوط به آن انتخاب می‌شود. این ویژگی‌ها شامل موارد زیر است:

زاویه اصطکاک مؤثر (φ)

چسبندگی (c)

چگالی خاک (γ)

پارامترهای تنش مؤثر برای خاک‌های غیر اشباع

اصل تنش مؤثر در خاک‌های غیر اشباع نیز در این مدل‌سازی اعمال می‌شود تا تحلیل پایداری با دقت بیشتری انجام گیرد.

$$\sigma' = (\sigma - u_a) + \chi\,(u_a - u_w) \qquad (۱)$$

در اینجا، σ' تنش موثر، σ تنش کل، u_a فشار هوا ، u_w فشار آب است .χ نیز پارامتر تنش موثر است که تحت تاثیراشباع خاک قرار میگیرد[۲۰].

ج. تحلیل حدی اجزای محدود (FELA)

در این مرحله، تحلیل پایداری شیب با استفاده از تحلیل‌های حدی اجزای محدود (FELA) انجام می‌شود. این تحلیل شامل مراحل زیر است:

تحلیل حد پایین (Lower Bound):
در این تحلیل، با استفاده از محدودیت‌های فیزیکی خاک، یک برآورد از حد پایین ظرفیت تحمل خاک و پایداری شیب ارائه می‌شود.

تحلیل حد بالا (Upper Bound):
در این روش، تلاش می‌شود که یک حد بالای ظرفیت تحمل خاک برای شرایط پایداری شیب محاسبه شود.

این دو تحلیل به‌طور جداگانه انجام شده و نتایج آن‌ها برای دستیابی به ظرفیت نهایی تحمل خاک و پایداری شیب با یکدیگر مقایسه می‌شوند.

د. شرایط مرزی و بارگذاری
برای شبیه‌سازی پایداری شیب، شرایط مرزی باید با دقت در نرم‌افزار تعریف شوند. این شرایط شامل موارد زیر هستند:

شرایط مرزی عمودی:
نیروهای افقی آزاد هستند و تنها نیروهای عمودی اعمال می‌شوند.

شرایط مرزی افقی:
در تحلیل‌های شیب، نیروهای افقی نیز نقش دارند و باید شرایط مرزی مرتبط با آن‌ها اعمال شوند.

ه. شبیه‌سازی شکست و ارزیابی پایداری
در نرم‌افزار OptumG2، برای شبیه‌سازی شکست از معیار تسلیم موهر–کولمب استفاده می‌شود. این معیار برای مدل‌سازی شکست در خاک‌ها به‌کار می‌رود و روابط آن برای شبیه‌سازی شرایط شکست تعریف می‌گردد.

$$\tau = (\tan'\varphi + \sigma') + c' \qquad (۲)$$

در اینجا: τ تنش برشی ، σ' تنش مؤثر ،φ زاویه اصطکاک موثر و c' چسبندگی خاک است.

و. اعتبارسنجی نتایج

پس از انجام تحلیل‌های عددی در نرم‌افزار OptumG2، نتایج به‌دست‌آمده باید با داده‌های تجربی موجود در مقالات علمی یا آزمایش‌های عملی مقایسه شوند. این مرحله برای ارزیابی صحت مدل و اطمینان از درستی تحلیل‌ها ضروری است.

ز. تحلیل پارامتریک

در این مرحله، تحلیل پارامتریک برای بررسی تأثیر پارامترهای مختلف بر پایداری شیب انجام می‌شود. این پارامترها شامل:

زاویه اصطکاک مؤثر (φ)

چسبندگی (c)

مکش خاک

زاویه شیب

ارتفاع شیب

تحلیل پارامتریک به کمک تحلیل‌های عددی مختلف، امکان مشاهده تأثیر هر پارامتر بر پایداری شیب را فراهم کرده و درک بهتری از رفتار سیستم خاک ایجاد می‌کند.

۴-۸ مدت اجرا :

الف) از زمان تصویب : ۴ ماه **ب) مدت زمان انجام تحقیق**

جدول پیش بینی زمان بندی فعالیت ها و مراحل اجرایی تحقیق و ارائه گزارش پیشرفت کار

ردیف	شرح فعالیت	زمان کل (ماه)	زمان اجرا به ماه											
			فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند
۱	مطالعات اولیه	۰,۵										*		
۲	بررسی عددی و تهیه گزارش مقدماتی	۲											*	*
۳	جمع بندی نهایی	۱	*											
۴	تایپ پایان نامه	۱,۵		*	*									

توجه : زمان و نوع فعالیت های اجرایی پایان نامه، حتی الامکان باید با مندرجات جدول منطبق باشد.

۴-۹ نهاد یا موسساتی که می توانند از یافته های این پژوهش بهره گیرند :

- وزارت راه و شهرسازی
- شرکت وزارت جهاد کشاورزی
- وزارت نیرو
- سازمان صنعت، معادن وتجارت
- پیمانکاران راه وساختمان
- شرکت های مهندسین مشاور

۴- ۱۰ فهرست منابع :

۱. Bandini, Loukidis, and Salgado (2005) conducted a limit analysis on slopes subjected to seismic loading, as presented at the 16th International Conference of the International Association for Computer Methods and Advances in Geomechanics in Toronto, Italy.

۲. Bagherieh and Cinicioglu (2024) proposed a bearing capacity equation for shallow foundations on unsaturated soils, published in the *Turkish Journal of Civil Engineering*.

۳. Bhandary, Krishnamoorthy, and Rao (2019) performed a stability analysis of slopes using finite element methods and genetic algorithms, as detailed in *Geotechnical and Geological Engineering*.

۴. Casini, Serri, and Springman (2012) examined the hydromechanical behavior of silty sand in a steep slope triggered by artificial rainfall, transitioning from unsaturated to saturated conditions, published in the *Canadian Geotechnical Journal*.

۵. Carter, Desai, Potts, Schweiger, and Sloan (2000) discussed the application of computing and computer modeling in geotechnical engineering at the ISRM International Symposium, organized by the International Society for Rock Mechanics.

.

۶. Cheng, Lansivaara, and Wei (2007) performed two-dimensional slope stability analysis using limit equilibrium and strength reduction methods, published in *Computers and Geotechnics*.

۷. Cho (2016) investigated the stability of unsaturated soil slopes considering water-air flow caused by rainfall infiltration, as published in *Engineering Geology*.

۸. Escario (1980) explored suction-controlled penetration and shear tests in *Expansive Soils*, ASCE.

۹. Fellenius (1936) calculated the stability of earth dams in the *Proceedings of the Second Congress on Large Dams*.

۱۰. Fredlund and Rahardjo (1993) provided a comprehensive guide to soil mechanics for unsaturated soils, published by Wiley.

۱۱. Gan, Fredlund, and Rahardjo (1988) discussed the determination of shear strength parameters of unsaturated soil using direct shear testing in *Canadian Geotechnical Journal*.

۱۲. Hu, Chen, and Zhou (2011) modeled coupled deformation, water flow, and gas transport in soil slopes subjected to rain infiltration, published in *Science China Technological Sciences*.

١٣. Likos, Wayllace, Godt, and Lu (2010) presented a modified direct shear apparatus for testing unsaturated sands under low suction and stress, published in *Geotechnical Testing Journal*.

١٤. Lyamin and Sloan (2002) applied nonlinear programming for lower bound limit analysis in *International Journal for Numerical Methods in Engineering*.

١٥. Lyamin and Sloan (2002) conducted upper bound limit analysis using linear finite elements and nonlinear programming, as discussed in *International Journal for Numerical and Analytical Methods in Geomechanics*.

١٦. Lyamin and Sloan (2003) addressed mesh generation techniques for lower bound limit analysis, published in *Advances in Engineering Software.*

١٧. Merifield, Lyamin, Sloan, and Yu (2003) presented three-dimensional lower bound solutions for the stability of plate anchors in clay, published in *Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering*.

١٨. Soltani (2019) conducted a stability analysis of unsaturated slopes using limit finite element analysis, as part of a Master's thesis at Malayer University.

١٩ . Sloan (1988) applied finite element analysis and linear programming for lower bound limit analysis in *International Journal for Numerical and Analytical Methods in Geomechanics*.

٢٠. Terzaghi (1936) examined the shearing resistance of saturated soils and the angle between shear planes in the *First International Conference on Soil Mechanics.*

٢١. Terzaghi and Peck (1967) explored the behavior of earth dams under seismic load while considering the nonlinearity of the soil, published by John Wiley.

٢٢. Vo, Yang, and Russell (2016) analyzed cohesion and suction-induced hang-up in ore passes, published in *International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences*.

٢٣. Yuan and Zhong (2014) performed a consolidation analysis of non-homogeneous soil using the weak form quadrature element method, published in *Computers and Geotechnics*.

٢٤. Yuan, S., & Zhong, H. (2016). Three dimensional analysis of unconfined seepage in earth dams by the weak form quadrature element method. *Journal of Hydrology, 533*, 403-411.

٢٥. Zhu, Fang, and Zhang (2009) investigated the role of air flow in soil slope stability analysis, published in the *Journal of Hydrodynamics*.

هزینه های پایان نامه :

۵-۱ آیا پایان نامه از سازمان های دیگر تأمین اعتبار شده است : بلی □ خیر ■

در صورت مثبت بودن ، تاریخ تصویب ، میزان اعتبار و نام سازمان را مشخص نمائید . (فرم قرارداد ضمیمه شود .)

۵-۲ آیا پایان نامه بخشی از یک طرح تحقیقاتی دانشگاهی می باشد ؟ بلی □ خیر■

در صورت مثبت بودن ، عنوان طرح تحقیقاتی ، نام مجری ، تاریخ تصویب و بودجه مصوب را مشخص نمائید.

۵-۳ در صورت داشتن هزینه مواد و وسایل، فرم هزینه ذیل تکمیل شود.

هزینه مواد و وسایل :

- **در صورت نداشتن کار آزمایشگاهی، هزینه تکثیر، صحافی و ... ذکر شود.**

نام مواد	مقدار یا تعداد مورد نیاز	مصرفی یا غیرمصرفی	ساخت داخل یا خارج	شرکت سازنده	قیمت واحد (ریال)	**قیمت کل (ریال)**
پرینت	**۵۰۰**	**مصرفی**	**داخل**	**ایران**	**۲۰/۰۰۰**	**۱۰/۰۰۰/۰۰۰**
کپی	**۵۰۰**	**مصرفی**	**داخل**	**ایران**	**۱۰/۰۰۰**	**۵/۰۰۰/۰۰۰**
آموزش	**نرم افزار**	**مصرفی**	**داخل**	**خارج**	**۱۰/۰۰۰/۰۰۰**	**۱۰/۰۰۰/۰۰۰**
صحافی	**۵**	**مصرفی**	**داخل**	**داخل**	**۲/۰۰۰/۰۰۰**	**۱۰/۰۰۰/۰۰۰**
ایاب و ذهاب	**———**	**غیر مصرفی**	**———**	**داخل**	**۵/۰۰۰/۰۰۰**	**۵/۰۰۰/۰۰۰**

جمع کل به ریال :۴۰/۰۰۰/۰۰۰

تذکر: دانشگاه صرفاً جهت پایان نامه هایی که بصورت آزمایشگاهی و میدانی اجرا می شوند، تا سقف هزینه مصوب وفق مقررات مساعدت می نماید.

نام و نام خانوادگی دانشجو : حمیدنصیری امضاء : تاریخ :

نام و نام خانوادگی استاد راهنمای اول : علی رضا باقریه امضاء : تاریخ :

نام و نام خانوادگی استادراهنمای دوم : **امضاء :** **تاریخ :**

مراتب در جلسه شورای گروه مهندسی عمران مورخ مطرح و مورد موافقت قرار گرفت. / نگرفت
.

مدیر گروه **ریاست/معاونت آموزشی دانشکده**

پرسشنامه ایمنی، بهداشت و محیط زیست (HSE)

دانشجویان تحصیلات تکمیلی

نام و نام خانوادگی: حمید نصیری	شماره دانشجویی:۱۴۰۱۱۱۱۱۷۰۱۷
دانشکده: عمران و معماری	گروه آموزشی و مقطع: مهندسی عمران- ارشد
عنوان پایانامه/رساله: تاثیر بارندگی بر پایداری شیب های غیر اشباع	
استاد راهنمای اول پایانامه:دکتر علی رضا باقریه	
استاد راهنمای دوم پایانامه: ــــــــــ	
نام آزمایشگاه‌های مورد استفاده: پژوهش صورت گرفته صرفا عددی میباشد وفاقد کار آزمایشگاهی است.	
نام دستگاه‌های مورد استفاده: ــــــــــ	

نام مواد شیمیایی مورد استفاده:_____
مدت زمان کار آزمایشگاهی (ماه/ سال تا ماه/ سال) و تعداد آنالیز:_____
تلفن ضروری استاد راهنما و کارشناس آزمایشگاه:_____
روش‌های آزمایشگاهی مورد استفاده در پایانامه/ رساله خود را به اختصار شرح دهید. پژوهش صورت گرفته صرفا عددی میباشد وفاقد کار آزمایشگاهی است.
ملاحظات عمده ایمنی، بهداشت و محیط زیستی ویژه در کار خود را به اختصار شرح دهید. به‌طور ویژه، چگونه با خطرهایی که در جدول شناسایی خطرها شرح داده شد، مواجه می‌شوید (مدیریت می‌کنید). راهکار مواجهه در شرایط اضطراری نیز ذکر شود.
دوره‌های آموزشی ایمنی، بهداشت و محیط زیست (HSE) را گذرانده ام. بله □ خیر ■

گواهی می‌شود تمامی اطلاعات مندرج در این پرسشنامه کامل و صحیح است و در صورت ایجاد تغییرات مهم در دستگاه‌ها و روش آزمایش، مراتب را به کمیته ایمنی، بهداشت و محیط زیست ارائه نمایم.

امضای پژوهشگر

ردیف	عنوان	نام و نام خانوادگی	تاریخ	امضا
۱	استاد راهنما			
۲	مدیر گروه			
۳	مسئول آزمایشگاه‌ها			
۴	کارشناس (HSE)			

خطرهای بالقوه پژوهش خود را بر اساس جدول زیر مشخص نمایید. در صورت نیاز به توضیحات اضافی در مورد خطرهای بالقوه، توضیحات به این برگه ضمیمه شوند.

ردیف	نوع خطر	وجود دارد	وجود ندارد	ذکر نام و توضیحات	مواجهه روزانه (ساعت)
۱	مواد خورنده (با توجه به برگه *MSDS مواد شیمیایی تکمیل و نام مواد مورد استفاده ذکر شود)				
۲	مواد قابل اشتعال (با توجه به برگه MSDS مواد شیمیایی تکمیل و نام مواد مورد استفاده ذکر شود)				
۳	مواد سمی (با توجه به برگه MSDS مواد شیمیایی تکمیل و نام مواد مورد استفاده ذکر شود)				
۴	حلال های شیمیایی (با توجه به برگه MSDS مواد شیمیایی تکمیل و نام مواد مورد استفاده ذکر شود)				
۵	بوی نامناسب				
۶	مواد قابل انفجار (با توجه به برگه MSDS مواد شیمیایی تکمیل و نام مواد مورد استفاده ذکر شود)				
۷	مواد معلق یا آئروسل (گرد و غبار، مه، دود، مه دود، اسپری و نانو پودرها)				
۸	لاشه حیوانات (نوع لاشه و تعداد ذکر شود، اخذ مجوز کمیته اخلاق پزشکی الزامی است.)				
۹	محیطهای عفونی(محیط های کشت، plate و...)				
۱۰	پاتوژن ها(ویروس، باکتری، قارچ، انگل، پروتوزوا و...)				
۱۱	پسماندهای آزمایشگاهی(پسماندهای شیمیایی، زایدات عفونی، مایعات بیولوژیک و... ذکر نام و حجم پسماند های آزمایشگاهی و روش نگهداری و امحای آن ها الزامی است.)				
۱۲	مواد رادیو اکتیو (اخذ مجوز سازمان انرژی اتمی به منظور کار با مواد رادیو اکتیو الزامی می باشد.)				
۱۳	صدای نامناسب				
۱۴	روشنایی نامناسب				
۱۵	ارتعاش نامناسب				
۱۶	جریان الکتریسیته با ولتاژ بالاتر از ۲۲۰ ولت و/ یا جریان های بیش از ۱۵ آمپر				
۱۷	پرتوها(یونیزان/غیر یونیزان)				
۱۸	شرایط جوی(گرما، سرما، فشار بالا یا فشار کاهش یافته با ذکر حداکثر و حداقل دما و فشار)				
۱۹	دستگاههای خطرناک(دور بالا، فشار بالا، تجهیزات خاص و... با ذکر حداکثر دور و فشار) مانند سانتریفوژها، اتوکلاو و ...				
۲۰	سیلندرهای تحت فشار				
۲۱	وضعیت بدنی نامناسب (ایستادن و نشستن های طولانی مدت، بالابودن ارتفاع دست از ارتفاع شانه، خم شدن و ایستادن زیاد و هرگونه وضعیت غیر طبیعی قرار گیری سر، دست ها،تنه و پاها به مدت طولانی)				
۲۲	حرکات تکراری و خسته کننده				
۲۳	حمل و جابجایی بار سنگین				
۲۴	سایر موارد				

***MSDS: Material Safety Data Sheet**

تذکر: گواهی شرکت در دوره HSE به انضمام سایر مجوزهای ذکر شده به پیوست پرسشنامه تکمیل شده، ارسال گردد.