



دانشگاه گیلان
پردیس بین الملل

پایان نامه کارشناسی ارشد

(ارزیابی پارامتر حالت برای ماسه تمیز بابلسر با استفاده از
آزمایش سه محوری زهکشی نشده)

از

سینا سلامت پور

اساتید راهنما:

دکتر یاسر جعفریان

دکتر علی قربانی

(شهریورماه ۱۳۹۱)

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

پرديس بين الملل
مهندسي عمران - خاك و پي

عنوان

(ارزيابي پارامتر حالت براي ماسه تميز بابلسر با استفاده از
آزمایش سه محوری زهکشی نشده)

از:

سینا سلامت پور

استاد راهنما:

دکتر یاسر جعفریان

دکتر علی قربانی

شهریور ۹۱

به خاطر زحمات و فداکاریهایشان

تقدیم به مادر مهربان و روح طیبه پدر بزرگوالم

که در تمامی مراحل تحصیل مشوق و راهنمایم بوده اند

و دعای خیرشان برایم در سراسر زندگی زمینه ساز لطف الهی بوده

است

"من لم يشكر المخلوق، لم يشكر الخالق"

سپاس و قدردانی:

حمد و سپاس بیکران خداوند سبحان را که چون همیشه بر بنده خویش منت نهاد و توانایی و توفیق تحقیق در گوشه ای از میهن عزیز را بر او عنایت فرمود. در انجام این تحقیق خود را مدیون زحمات و مساعدتهای عزیزان بسیاری میدانم که بی تردید بدون یاری و همکاری ایشان، امکان به نتیجه رسیدن آن وجود نداشت. در اینجا بر خود لازم میدانم که زحماتشان را ارج نهاده و صمیمانه از همه آنان تشکر نمایم

➤ اساتید گرانقدر، جناب آقای دکتر یاسر جعفریان و جناب آقای دکتر علی قربانی که راهنمایی این تحقیق را بر عهده داشتند که بدون راهنمایی و مشاوره آنان امکان تهیه این مجموعه وجود نداشت. این بزرگواران که با پشتکار و تلاش زائدالوصف، دلسوزانه و با خلوص نیت، برای این مهم زحمت زیادی کشیدند و در تمام طول تحصیل، از راهنماییهای ارزنده و بی دریغ آنان بهره مند شدم. دقت و تیزبینی ایشان، نقش غیرقابل انکاری در هرچه پربارتر شدن پایان نامه داشته است سپاسگزاری می کنم.

➤ آقایان دکتر مهدی ویس کرمی و همچنین دکتر سید حسین قاسم زاده موسوی نژاد به عنوان داوران محترم که با قبول زحمت، مطالب این تحقیق را کنترل نموده و با ارائه راهنماییهای ارزنده، اینجانب را یاری نموده اند.

➤ از برادر عزیزم مهندس سیاوش سلامت پور که در تمام طول تحصیل و همچنین گردآوری و انجام آزمایش های مورد نیاز برای این پایان نامه کمک و مساعدت بسیاری فرموده اند، تشکر و سپاسگذاری فراوانی از ایشان می کنم.

➤ مدیریت محترم شرکت مشاوره آرمون ژئوتکنیک آقای مهندس رضا نجف زاده بابایی جهت در اختیار گذاشتن امکانات و تجهیزات این شرکت جهت پیش بردن اهداف این مطالعه تشکر و قدردانی می کنم.

➤ و از تمامی عزیزانی که امکان تشکر از تک تک ایشان در اینجا مقدور نیست، به خاطر کمکها و همکاریهای صمیمانه ایشان در طول دوران تحصیل تشکر می نمایم.

فهرست مطالب

فصل اول: مقدمه

۲	۱-۱- مقدمه
۳	۲-۱- اهمیت و ضرورت انجام تحقیق
۳	۳-۱- فرضیات و اهداف
۴	۴-۱- مطالعات زمین شناسی و ژئوتکنیکی بابلسر
۵	۴-۱-۱- زمین شناسی منطقه
۵	۴-۱-۲- زمین ساخت منطقه
۵	۴-۱-۳- بررسی خصوصیات لایه های آبدار شهر بابلسر
۶	۴-۱-۴- بررسی عمق آب زیرزمینی
۶	۴-۱-۵- شیب آب زیرزمینی و جهت جریان
۶	۵-۱- لرزه خیزی
۸	۵-۱-۱- گسل خزر
۸	۵-۱-۲- گسل البرز شمالی
۹	۵-۱-۳- تاریخچه لرزه خیزی
۱۳	۶-۱- فصول مختلف پایان نامه

فصل دوم: مروری بر ادبیات فنی

۱۴	
۱۵	۱-۲- مقدمه
۱۵	۲-۲- پدیده روانگرایی
۱۷	۲-۲-۱- مثال های از خرابی
۲۲	۳-۲- پارامتر های مهم تاثیر گذار در ایجاد روانگرایی
۲۲	۳-۲-۱- نوع خاک
۲۳	۳-۲-۲- دانسیته
۲۴	۳-۲-۳- درجه اشباع
۲۴	۳-۲-۴- سابقه تنش و کرنش
۲۴	۳-۲-۵- عمر رسوبات و پدیده سیمانتاسیون
۲۴	۳-۲-۶- شکل ذرات
۲۵	۳-۲-۷- بارگذاری

۲۵	۴-۲- رفتار و خصوصیات ماسه ها تحت بار گذاری
۲۷	۴-۲-۱- رفتار تنش- کرنش نوع I (خاک منقبض شونده)
۲۷	۴-۲-۲- رفتار تنش- کرنش نوع II (خاک منبسط شونده)
۲۹	۴-۲-۳- تخلخل بحرانی
۳۰	۴-۲-۴- تعیین پتانسل روانگرایی از مفهوم حالت پایدار در خاکهای ماسه ای
۳۰	۴-۲-۵- مفهوم تغییر شکل حالت پایدار
۳۱	۴-۲-۶- ایده حالت دائم
۳۳	۴-۲-۷- ایده شبه حالت دائم (QSS)
۳۴	۴-۲-۵- انواع شکست در اثر روانگرایی
۳۴	۴-۲-۱- انواع شکست در اثر روانگرایی در زمین مسطح
۳۵	۴-۲-۱-۱- جوشش ماسه (Sand boil)
۳۵	۴-۲-۱-۲- نشست و فرونشینی
۳۵	۴-۲-۱-۳- حرکت لحظه ای لایه ها
۳۵	۴-۲-۲- شکست در زمین شیب دار و در زیر پی های سطحی و عمیق
۳۵	۴-۲-۶- پارامتر حالت
۳۶	۴-۲-۷- سطح روانگرایی جریانی (FLS)
۳۷	۴-۲-۸- شاخص پارامتر حالت نسبی (e_R)

فصل سوم: مطالعات آزمایشگاهی انجام شده

۳۸	
۳۹	۳-۱- مقدمه
۳۹	۳-۲- آزمایش دانه بندی
۴۰	۳-۳- مشخصات اندیسی ماسه تمیز بابلسر
۴۲	۳-۳-۱- چگالی ویژه (G_s)
۴۲	۳-۳-۲- نشانه خلاء ماکزیمم (e_{max})
۴۳	۳-۳-۳- نشانه خلاء مینیمم (e_{min})
۴۳	۳-۴- آزمایش سه محوری
۴۴	۳-۴-۱- انواع آزمایش سه محوری
۴۴	۳-۴-۱-۱- آزمایش تحکیم یافته ی زهکشی شده (CD)
۴۴	۳-۴-۱-۲- آزمایش تحکیم یافته ی زهکشی نشده (CU)
۴۵	۳-۴-۱-۳- آزمایش تحکیم نیافته ی زهکشی نشده (UU)

۴۵	.....۳-۴-۲- اشباع نمونه
۴۶	.....۳-۴-۲-۱- استفاده از پس فشار
۴۶	.....۳-۴-۲-۲- استفاده از پمپ خلاء
۴۶	.....۳-۴-۲-۳- استفاده از گاز دی اکسید کربن (CO ₂)
۴۶	.....۳-۴-۳- وسایل آزمایش
۴۶	.....۳-۵-۵- نحوه ساخت دست ساز دستگاه سه محوری استاتیکی مورد استفاده در این پژوهش
۴۷	.....۳-۵-۱- بخش اسکلت و الکترومکانیک
۴۷	.....۳-۵-۲- بخش بادی
۴۷	.....۳-۵-۲-۱- قسمت تامین فشار کمپرسور
۴۷	.....۳-۵-۲-۲- مخزن اعمال فشار جانبی
۴۷	.....۳-۵-۲-۳- مخزن اعمال پس فشار
۴۸	.....۳-۵-۲-۴- ستون اندازه گیری حجم آب ورودی و خروجی
۴۹]	.....۳-۵-۲-۵- قسمت سیلندر بارگذاری
۴۹	.....۳-۵-۲-۶- قسمت تامین فشار منفی یا خلاء (VACCUM)
۴۹	.....۳-۵-۲-۷- قسمت تامین آب جهت ورود به سلول
۴۹	.....۳-۵-۲-۸- مخزن و کیوم
۴۹	.....۳-۵-۲-۹- سلول نمونه
۴۹	.....۳-۵-۳- بخش الکترونیک یا ثبت کننده ی داده ها
۵۰	.....۳-۵-۳-۱- دستگاه LVDT
۵۰	.....۳-۵-۳-۲- کارت مبدل آنالوگ به دیجیتال
۵۰	.....۳-۵-۳-۳- مبدل نیرو
۵۰	.....۳-۵-۳-۴- مبدل های فشار
۵۰	.....۳-۵-۳-۵- جابجایی سنج ها
۵۱	.....۳-۵-۳-۶- کالیبره کردن دستگاه سه محوری
۵۳	.....۳-۵-۳-۷- روش نمونه سازی و انجام آزمایش های سه محوری

فصل چهارم: تفسیر نتایج

۵۴	
۵۵	.....۴-۱- مقدمه
۵۵	.....۴-۲- تشریح شرایط و ارائه جدول تستها و همچنین فهرست اسامی تمامی متغیرهای استفاده در این پژوهش
۵۸	.....۴-۳- خط حالت پایدار

- ۴-۴- مقایسه بین خط حالت پایدار و خط حالت بحرانی ۶۲
- ۴-۵- بررسی اثرات فشار همه جانبه و تراکم نسبی ۶۲
- ۴-۶- زاویه اصطکاک داخلی در لحظه حالت پایدار (ϕ'_{ss}) ۶۷
- ۴-۷- ارزیابی پتانسیل روانگرایی استاتیکی ۶۹
- ۴-۷-۱- سطح روانگرایی جریانی (FLS) ۷۲
- ۴-۷-۲- پارامتر حالت (η) ۷۳
- ۴-۷-۳- نشانه پارامتر حالت نسبی (ξ_R) ۸۰
- ۴-۸- سطح ورسلف ۸۳
- ۴-۹- نرخ تغییرات حجم و فشار آب در زمان گسیختگی در آزمایش های زهکشی شده و زهکشی نشده ۸۴

فصل پنجم: نتیجه گیری

- ۸۷
- ۵-۱- مقدمه ۸۸
- ۵-۲- نتیجه گیری ۸۸

مراجع و منابع: ۹۰

پیوست اشکال: ۹۳

فهرست جداول

- جدول (۱-۳) مشخصات اندیسی ماسه تمیز بابلسر..... ۴۳
- جدول (۱-۴) مشخصات و شرایط انجام تستها در آزمایش های سه محوری استاتیکی..... ۵۶

فهرست اشکال

- شکل (۱-۱) موقعیت شهر بابلسر در نوار ساحلی ۴
- شکل (۲-۱) مراکز زمین لرزه نواحی مازندران..... ۷
- شکل (۳-۱) گسلهای موجود در نواحی شمالی ایران..... ۹
- شکل (۱-۲) نحوه قرارگیری ذرات ماسه در سه وضعیت مختلف (آیین نامه PIANC)..... ۱۶
- شکل (۲-۲) نشست آپارتمانها بعلت روانگرا شدن خاک زیر پی در زلزله ۱۹۶۴ نیگاتا..... ۱۸
- شکل (۳-۲) نشست و واژگونی ساختمان بعلت روانگرا شدن خاک زیر پی در زلزله ۱۹۹۹ از میت ترکیه..... ۱۹
- شکل (۴-۲) نشست پیاده رو بعلت روانگرا شدن در زلزله نیشینومیا..... ۱۹
- شکل (۵-۲) خرابی جاده بعلت روانگرایی در زلزله کاستاریکا..... ۲۰
- شکل (۶-۲) جوشش ماسه در زلزله ۲۰۱۰ فدرستون، نیوزلند..... ۲۰
- شکل (۷-۲) بالازدگی لوله های مدفون بعلت روانگرایی در زلزله نیوزلند..... ۲۱
- شکل (۸-۲) بیرون زدگی سازه های مدفون (منهول فاضلاب) درسو کاگاوا، شمال شرقی ژاپن..... ۲۲
- شکل (۹-۲) محدوده خاک های سیلان پذیر..... ۲۳
- شکل (۱۰-۲) خط حالت پایدار (Steady state line)..... ۲۵
- شکل (۱۱-۲) مقایسه بین رفتارهای خاک تحت تراکم نسبی های اولیه متفاوت در شرایط همسان تحکیم یافته زهکشی نشده..... ۲۷
- شکل (۱۲-۲) رفتار نمونه های منقبض شونده و منبسط شونده تحت آزمایش سه محوری استاتیکی..... ۲۸
- شکل (۱۳-۲) وضعیت قرار گیری نمونه های سست و متراکم و احتمال وقوع روانگرایی..... ۲۹
- شکل (۱۴-۲) خط حالت پایدار در فضای سه بعدی $(\tau - \sigma' - e)$ ، توجه شود که τ به جای q و σ' به جای p' قرار گرفته است..... ۳۲
- شکل (۱۵-۲) خصوصیات رفتار ماسه سست زهکشی نشده و مفهوم حالت دائم و شبه حالت دائم..... ۳۳
- شکل (۱۶-۲) سه وضعیت مختلف ماسه تحت شرایط زهکشی نشده..... ۳۴
- شکل (۱۷-۲) پارامتر حالت..... ۳۶

- شکل (۲-۱۸) سطح روانگرایی جریانی ۳۷
- شکل (۳-۱) منحنی دانه بندی ماسه تمیز بابلسر ۴۰
- شکل (۳-۲) نحوه بدست آوردن نشانه خلاء ماکزیمم ماسه بابلسر در آزمایشگاه خاک ۴۲
- شکل (۳-۳) کاربرد در حال خواندن بورت تغییر حجم ۴۸
- شکل (۳-۴) نمای کلی از سه محوری ساخته شده در آزمایشگاه خاک ۵۱
- شکل (۳-۵) استفاده از گاز دی اکسید کربن جهت راحت کردن اشباع سازی نمونه ۵۱
- شکل (۳-۶) نمایی از نحوه کالیبره کردن نیرو و سنج ۵۲
- شکل (۳-۷) نمونه های از یک فرایند و نمونه سه محوری درست شده ۵۳
- شکل (۴-۱) حالت اولیه نمونه ها قبل از برش در فضای $e - p'$ ۵۹
- شکل (۴-۲) حالت نهایی نمونه ها بعد از برش و همچنین خط حالت پایدار در فضای $e - p'$ برای ماسه تمیز بابلسر ۵۹
- شکل (۴-۳) خط حالت پایدار برای تمامی آزمایش های زهکشی شده و زهکشی نشده در فضای $q - p'$ ۶۰
- شکل (۴-۴) مسیر تنش تست های زهکشی شده و زهکشی نشده به نام های $A15$ و $A3$ ، $B18$ ، $B25$ ۶۱
- شکل (۴-۵) مسیر تنش تست های زهکشی شده و زهکشی نشده ۶۱
- شکل (۴-۶) مسیر آزمایش برای نمونه های زهکشی نشده $A1$ الی $A5$ در فضاهای به ترتیب $(\Delta u - \epsilon_a)$ ، $(\Delta u - \epsilon_a)$ ، $q - p'$ ۶۴
- شکل (۴-۷) مسیر آزمایش برای نمونه های زهکشی نشده $A11$ الی $A15$ در فضاهای به ترتیب $(\Delta u - \epsilon_a)$ ، $(\Delta u - \epsilon_a)$ ، $q - p'$ ۶۴
- شکل (۴-۸) کلیه تست های زهکشی شده و زهکشی نشده در فضای $\emptyset'_{ss} - P'_0$ ۶۸
- شکل (۴-۹) کلیه تست های زهکشی شده و زهکشی نشده در فضای $\eta - \emptyset'_{ss}$ ۶۸
- شکل (۴-۱۰) تغییرات نسبت فشار آب حفره ای اضافی در برابر تراکم نسبی بعد از تحکیم برای نمونه های زهکشی نشده ۶۹
- شکل (۴-۱۱) تغییرات نسبت فشار آب حفره ای اضافی در برابر زاویه اصطکاک داخلی در لحظه گسیختگی برای نمونه های زهکشی نشده ۷۰
- شکل (۴-۱۲) تغییرات نسبت فشار آب حفره ای اضافی در برابر تنش موثر متوسط در لحظه گسیختگی برای نمونه های زهکشی نشده ۷۱
- شکل (۴-۱۳) مقاومت برش نمونه ها در فضای K_f به \emptyset' برای تست های زهکشی شده و زهکشی نشده ۷۲
- شکل (۴-۱۴) نقاط پیک سه تست روانگرا شده ($A1$ ، $A2$ و $A3$) در فضای $q - p'$ ۷۳
- شکل (۴-۱۵) سطح روانگرایی جریانی برای ماسه تمیز بابلسر ۷۳
- شکل (۴-۱۶) تفاضل بین زاویه اصطکاک داخلی در لحظه گسیختگی و خط حالت پایدار در برابر پارامتر حالت برای تست های زهکشی شده و زهکشی نشده ماسه بابلسر ۷۴
- شکل (۴-۱۷) زاویه مقاومت برشی زهکشی شده به پارامتر حالت ۷۵

- شکل (۴-۱۸) ماکزیمم مقاومت برشی زهکشی نشده به تنش همه جانبه موثر در برابر پارامتر حالت ۷۶
- شکل (۴-۱۹) پارامتر فشار حفره‌ای اسکمپتون (A_f) در مقابل پارامتر حالت برای تست‌های زهکشی نشده ۷۶
- شکل (۴-۲۰) ارزیابی پتانسیل روانگرایی برای نمونه های زهکشی نشده در فضای $\psi - \eta$ ۷۷
- شکل (۴-۲۱) تغییرات نسبت فشار آب حفره ای اضافی در برابر پارامتر حالت برای تست های زهکشی نشده ۷۸
- شکل (۴-۲۲) میزان تغییرات تنش انحرافی در لحظه گسیختگی به پارامتر حالت برای تست‌های زهکشی نشده ۷۹
- شکل (۴-۲۳) زاویه تغییر شکل فازی در برابر پارامتر حالت برای تمامی تست های زهکشی شده و زهکشی نشده ۸۰
- شکل (۴-۲۴) - شاخص پارامتر حالت نسبی به زاویه اصطکاک داخلی در لحظه رسیدن به حالت پایدار برای تمامی آزمایش های زهکشی شده و زهکشی نشده ۸۱
- شکل (۴-۲۵) بررسی روانگرایی برای نمونه های زهکشی نشده در فضای $\xi - \eta$ ۸۲
- شکل (۴-۲۶) تغییرات نسبت فشار آب حفره ای اضافی در برابر شاخص پارامتر حالت نسبی ۸۲
- شکل (۴-۲۷) سطح ورسلف برای ۲۵ تست به صورت همسان زهکشی شده و زهکشی نشده برای ماسه تمیز بابلسر ۸۳
- شکل (۴-۲۸) - مسیر حرکت دو آزمایش زهکشی شده در فضای $v - q/p'$ ۸۴
- شکل (۴-۲۹) نرخ تغییر حجم در زمان گسیختگی در آزمایش زهکشی شده ۸۵
- شکل (۴-۳۰) نرخ تغییرات فشار منفذی در آزمایش های زهکشی نشده ۸۶

عنوان: ارزیابی پارامتر حالت برای ماسه تمیز بابلسر با استفاده از آزمایش سه محوری زهکشی نشده

نویسنده : سینا سلامت پور

هنگامی که سطح کرنش به اندازه کافی بزرگ شود نمونه های خاک تحت برش، تمایل به وضعیت تغییر شکلی پیوسته تحت شرایط تنش های نرمال و برشی ثابت خواهند داشت. یک ارتباط معنا داری بین نشانه خلاء و تنش اصلی موثر متوسط وجود دارد که به خط حالت پایدار ارجاع داده می شود. رفتار خاک را می توان با مشخص کردن وضعیت تنش همه جانبه موثر و تعریف موقعیت این نقطه در ارتباط با خط حالت پایدار بیان نمود. از طرفی دیگر می توان گفت که رفتار ماسه نه تنها به تراکم نسبی بستگی دارد، بلکه به وضعیت سطح تنش هم بستگی دارد. ماسه تمیز بد دانه بندی شده بابلسر در سطح وسیعی از ساحل دریای خزر در ایران گسترانیده شده است. در این پژوهش سعی شده تا به بررسی رفتار این نوع ماسه تحت شرایط مختلف از قبیل تنش همه جانبه ها و تراکم نسبی های مختلف و با استفاده از آزمایشات سه محوری فشاری استاتیکی یکنواخت زهکشی شده و زهکشی نشده پرداخته شود. بررسی ها بر روی حالت پایدار و مقاومت پسماند این ماسه از طریق آزمایشات کرنش کنترل صورت پذیرفته است. همانگونه که انتظار می رود، تحلیل نتایج نشان می دهد که رفتار ماسه از حالت منبسط شونده به حالت منقبض شونده تا مادامی که تنش موثر اولیه افزایش یابد، تغییر می نماید. بنابراین سطح تنش همه جانبه موثر به طور مستقیم بر رفتار کلی ماسه تاثیر گذار خواهد بود.

کلید واژه : ماسه تمیز، حالت پایدار، آزمایش سه محوری، روانگرایی

Titles :Evaluation of State Parameter for Babolsar Clean Sand Using Underained Triaxial Tests

Author: Sina Salamatpoor

When the strain level is large enough, soil samples under shearing tend to be in a state of continuous deformation under constant shear and normal stresses. There exists a correlation between the void ratio and mean effective principal stress, which is referred to as the ultimate steady state line (USSL). Soil behavior can be achieved by expressing the state of effective confining stress and defining the location of this point relative to the steady state line. Therefore, one can say that sand behavior not only is dependent to relative density but also a description of stress state has to be defined. Babolsar sand is a poorly graded clean sand which is widely distributed in a main part of Caspian Sea beach in Iran. The current study tries to investigate behavior of this sand under different conditions such as confining effective stress and relative density using drained and undrained monotonic triaxial compression tests. Investigation is carried out on the steady state or residual strength of this sand by strain-controlled tests. As expected, the analyzed results show that the sand behavior varies from dilative to contractive state while initial isotropic effective stress increases. Therefore, confining effective stress level will directly affect the overall behavior of sand.

KEYWORDS: Clean sand, Steady state, monotonic triaxial test, Liquefaction

فصل اول

مقدمه

۱-۱- مقدمه:

ایمینی در برابر خطرات زلزله از دو جنبه ایمینی سازه و ساختگاه سازه حائز اهمیت است. به منظور کاهش و حداقل نمودن خطرات ناشی از زلزله و اطمینان به ایمینی سازه ها تلاش های زیادی برای شناخت اثرات و ارائه پیشنهادات، جهت جلوگیری از خرابی به عمل آمده است. بررسی ایمینی ساختگاه در برابر فرآیندهای تکتونیکی، روانگرایی و حرکت جانبی ناشی از آن، زمین لغزش و ... در اثر وقوع زلزله در مناطق زلزله خیز جهان مورد توجه قرار گرفته است.

با توجه به قرارگیری ایران بر روی کمربند لرزه خیز جهان، زلزله همواره موجب بروز خسارتهای فراوان در کشور ما بوده است. طی ۹۰ سال گذشته، ۱۰ زمین لرزه به بزرگی حداقل ۷ ریشتر و به طور متوسط سالانه یک زمین لرزه به بزرگی حداقل ۶ ریشتر در ایران روی داده است و تنها طی ۲۵ سال اخیر، تلفات جانی زمین لرزه بیشتر از ۶۰ هزار نفر (به استثنای زلزله ی بم) بوده است. وقوع زمین لرزه خرداد سال ۱۳۶۹ منجیل و زمین لرزه پنجم دی ماه سال ۱۳۸۲ بم مثال های گویایی از تلفات و خسارات سنگین ناشی از این بلای خانمان سوز در کشور ما بوده است.

یکی از مهمترین پدیده هایی که به هنگام زلزله خسارات شدیدی به ساختمانها و شریانهای حیاتی موجود بر روی آبرفتهای ماسه ای جوان وارد می کند پدیده روانگرایی (Liquefaction) است. اگر حرکاتی نظیر زلزله به خاکهای ماسه ای سست وارد گردد، این خاک تمایل به کاهش حجم و متراکم شدن دارد. در صورتیکه خاک غیر اشباع باشد، این تراکم عملی می گردد، ولی اگر خاک اشباع باشد، سرعت حرکات ناشی از زلزله به حدی است که خاک نمی تواند با همان سرعت متراکم شود و آبهای موجود در حفرات از میان منافذ خارج شود، در نتیجه فشار آب حفره ای افزایش می یابد. با استمرار و تشدید حرکات زلزله فشار آب حفره ای نیز افزایش می یابد و با ثابت بودن تنش کل وارد بر المانهای خاک و افزایش سریع فشار آب حفره ای، تنش موثر یا تنش بین ذرات به سرعت کاهش می یابد. ممکن است شرایطی بوجود آید که تنش موثر به صفر نزدیک گردد یا برابر صفر شود. وقوع این شرایط موجب بروز تغییر شکلهای بزرگ در داخل خاک می شود و خاک به حالت روان درمی آید. به چنین شرایطی روانگرایی می گویند. [۲،۱]

در این شرایط ممکن است سازه های واقع بر روی این خاک دچار نشستهای نامساوی و زیاد شوند و یا به ناپایداری کامل برسند. خرابی در سازه های مدفون، ناپایداری های وسیع در شیبهای بسیار کم، جوشش و فوران ماسه (Sand boiling) بازشدگی سطح زمین و نظایر آن از سایر نشانه های وقوع روانگرایی است.

با توجه به خسارات شدید و مشکلات فراوان و دامنه وسیع تخریب، لزوم بررسی و تعیین مناطق حساس به روانگرایی امری مهم و اجتناب ناپذیر است. از طرفی شهر بابلسر قابلیت های لازم جهت بروز پدیده روانگرایی از جمله شرایط زلزله خیزی، بالا بودن سطح آب زیر زمینی و خصوصیات فیزیکی بد لایه های ماسه ای (دانه بندی بد، تراکم پایین) را دارا می باشد، به منظور پیشگیری از تلفات و مشکلات متعدد ثانوی، بررسی پتانسیل روانگرایی در این شهر می تواند گامی در جهت ارائه کاهش این خطرات باشد.

۱-۲- اهمیت و ضرورت انجام تحقیق:

یکی از مهمترین و قویترین عوامل شکست در خاکهای سست اشباع، پدیده روانگرایی می باشد. با توجه به شرایط زلزله خیزی و بالا بودن سطح آب زیرزمینی و خصوصیات لایه های ماسه ای (ماسه بد دانه بندی شده) نواحی ساحلی بابلسر از استعداد بالایی برای وقوع پدیده روانگرایی برخوردار هستند. با توجه به اینکه روانگرایی خاک، یکی از دلایل مهم آسیب رساندن به سازه های خاکی و شریانهای حیاتی و پی های ابنیه مختلف طی زمین لرزه های گذشته و اخیر بوده است، ارزیابی پتانسیل روانگرایی می تواند عامل مهمی برای چاره جویی در مقابل این پدیده برای زمین لرزه های آینده باشد. بطور کلی پتانسیل روانگرایی در یک محل به دو عامل مهم وابسته است. اول طبیعت و خصوصیات عامل لرزه ای که شامل شدت و مدت آن است و دوم حساسیت خاک مورد نظر نسبت به روانگرایی. با توجه به این موضوع در اکثر روشهای پیشنهاد شده، هدف اصلی محاسبه مقدار مقاومت برشی خاک مورد نظر به عنوان شاخصی از خصوصیات محل مزبور و مقایسه آن با تنش برشی به وجود آمده بر اثر زمین لرزه با شدت برآوردی از طبیعت و خصوصیات عامل لرزه ای می باشد. برای تعیین مقاومت خاک در محل می توان از روش های آزمایشگاهی و یا مطالعات صحرایی استفاده نمود. از روش آزمایشات صحرایی می توان برداشت مناسبی از رفتار خاک به هنگام روانگرایی داشت. از آزمایشات صحرایی معمول می توان به آزمایشات نفوذ استاندارد (SPT)، نفوذ مخروط (CPT) و نفوذ Becker (BPT) اشاره کرد.

در آزمایش نفوذ استاندارد (SPT) با استفاده از عدد نفوذ اصلاح شده و نمودارهای ارائه شده توسط سید (۱۹۸۵)، مقاومت برشی متوسط برای خاک مورد نظر در شرایط وقوع زمین لرزه محاسبه می شود [۳]. به همین ترتیب می توان از آزمایش CPT نیز به عنوان جایگزینی برای SPT استفاده نمود. جهت رفع مشکلات ناشی از وجود ذرات شن و قلوه سنگ از آزمایش BPT در برآورد پتانسیل روانگرایی استفاده می شود.

اما بوسیله روشهای آزمایشگاهی می توان به عنوان یکی از دقیق ترین ابزار محققین در ارزیابی روانگرایی نام برد. امکان انجام آزمایشات دقیق بوسیله تجهیزات پیشرفته آزمایشگاهی نظیر آزمایشات میز لرزان، آزمایشات سه محوری دینامیکی و استاتیکی و همچنین آزمایشات برش ساده و یا پیچش دینامیک بر روی نمونه های دست نخورده و یا بازسازی شده از خاک، امکان ارزیابی دقیق پتانسیل روانگرایی را در آزمایشگاه ها فراهم آورده است.

اگرچه آزمایشات مزبور از انواع متفاوتی هستند، اما اساس تمامی آنها، بر محاسبه مقاومت برشی خاکهای ماسه ای در کرنش های بزرگ استوار است که می تواند به عنوان شاخصی از مقاومت خاک محل در هنگام زمین لرزه محسوب گردد. پولوس و کاسترو نیز در سال (۱۹۸۵) روشی را برای ارزیابی پتانسیل روانگرایی در خاکهای ماسه ای به وسیله آزمایشات سه محوری استاتیکی بر روی نمونه های بازسازی شده از خاک مورد نظر با استفاده از اصول حالت پایدار در خاکهای ماسه ای ارائه کردند [۴].

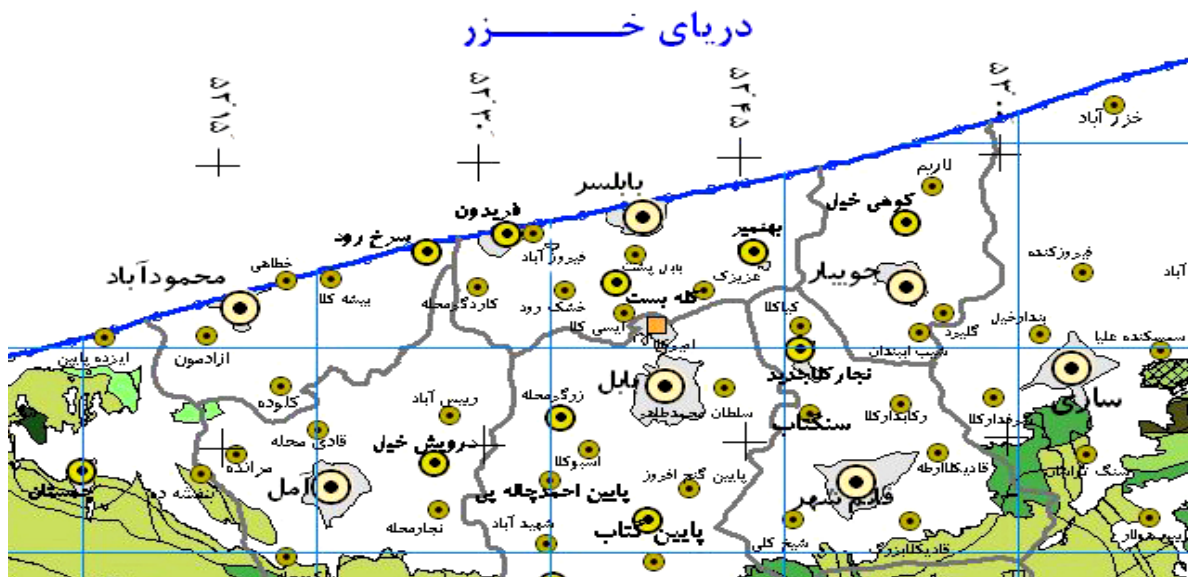
۱-۳- فرضیات و اهداف:

به منظور بررسی مستعد بودن یا نبودن بروز روانگرایی، با توجه به پراکندگی بسیار زیاد ماسه تمیز (ماسه بد دانه بندی شده و طبق طبقه بندی سیستم متحد از گروه SP) در سواحل جنوبی دریای خزر بویژه منطقه بابلسر منتج به ارزیابی خط حالت پایدار و پارامتر حالت برای این منطقه گشته است. مفهوم پارامتر حالت ابتدا توسط بین و جفریز (۱۹۸۵) ارائه شده و برای ارزیابی رفتار کلی ماسه در بارگذاری مطرح گردید [۵]. البته باید گفت که تعیین خط حالت پایدار و پارامتر حالت برای خاک‌های خاص موجود در مناطق شهری می‌تواند برای انجام کارهای مهندسی مفید واقع شود؛ چرا که این پارامترها در تشخیص اتساعی یا انقباضی بودن خاک موثرند و بنابراین پتانسیل ایجاد خرابی پی را می‌تواند کنترل نمایند. در این مطالعه با انجام تست‌های سه محوری استاتیکی فشاری زهکشی شده و زهکشی نشده، خط حالت پایدار و پارامتر حالت برای ماسه بابلسر مورد بررسی قرار گرفته است. نتایج این تحقیق را می‌توان با مطالعات گذشته مورد مقایسه قرار داده و در کارهای عملی نیز از آن‌ها استفاده نمود.

۱-۴- مطالعات زمین شناسی و ژئوتکنیکی بابلسر:

شهر بابلسر در ۵۲ درجه و ۳۹ دقیقه طول شرقی و ۳۶ درجه و ۴۳ دقیقه عرض شمالی قرار دارد. این شهر در میان گسل‌های مهمی واقع شده است که از توان لرزه‌زایی بالایی برخوردارند. از مهمترین این گسل‌ها می‌توان از شمال البرز و خزر و خطواره‌های آمل، بابل و نور را نام برد که دارای توان لرزه‌ای بالایی هستند. با توجه به اینکه پدیده روانگرایی در مناطق لرزه‌خیز و در خاک‌های ماسه‌ای اشباع محتمل است، بررسی خطرات ناشی از زلزله در بابلسر دارای اهمیت بسیار زیادی می‌باشد. متوسط بارندگی سالانه در شهرستان بابلسر حدود ۷۶۸ میلیمتر بوده و حداکثر مطلق درجه حرارت ۳۳/۸ درجه سانتی‌گراد و حداقل مطلق رطوبت نسبی ۳۱ درصد گزارش شده است.

در این فصل مطالعات مربوط به زمین‌شناسی و لرزه‌خیزی و شناسایی و تعیین خصوصیات ژئوتکنیکی خاک‌های منطقه مزبور مورد بررسی قرار می‌گیرد. مجموعه این مطالعات دلایلی را تشکیل می‌دهند که به موجب آن‌ها لزوم انجام عملیات بررسی پتانسیل روانگرایی و تحلیل ریسک در منطقه بابلسر مشخص می‌شود. نقشه (۱-۱) موقعیت شهرستان بابلسر در نوار ساحلی را نشان می‌دهد.



شکل ۱-۱- موقعیت شهر بابلسر در نوار ساحلی

دریای مازندران (خزر) با وسعتی حدود ۴۳۸/۰۰۰ کیلومتر مربع، بزرگترین دریاچه جهان به شمار می‌رود که بین کشور ایران و جمهوری‌های استقلال یافته شوروی سابق، ترکمنستان، قزاقستان، روسیه و آذربایجان واقع شده است. طول آن ۱۰۵۲ کیلومتر و عرض متوسط آن ۵۵۴ کیلومتر می‌باشد. سواحل جنوبی آن از «خلیج حسینقلی» تا «آستارا» مربوط به خط ساحلی ایران است. طول این کرانه ۹۹۱ کیلومتر است.

کهن ترین نام این دریاچه «هیرکانی» است، پس از آن به نام‌های «آبسکون»، «طبرستان»، «قزوین»، «دیلیم»، «مازندران»، «گرگان»، «گیلان»، «خزر» و در نوشته‌ها و کتب خارجی دریای کاسپین نامیده شده است. عمق این دریا از طرف شمال به طرف جنوب افزایش یافته، به طوری که عمق متوسط نواحی شمالی از ۶ متر تجاوز ننموده، در صورتی که در جنوب و جنوب غربی حداکثر به ۱۰۰۰ متر هم می‌رسد. کناره‌های این دریا عموماً شن‌زار و پست و صاف می‌باشد. خلیج گرگان در جنوب شرقی و مرداب انزلی در جنوب غربی، دو بریدگی مهم آن است. خلیج گرگان توسط شبه جزیره میانکاله و جزایر آشوراده و مرداب انزلی، بوسیله شبه جزیره غازیان از دریای مازندران جدا می‌شود.

۱-۴-۱- زمین شناسی منطقه:

رشته کوه‌های البرز که از آذربایجان تا خراسان امتداد یافته‌اند، دارای ویژگی‌های چینه شناسی و کوهزائی یکنواختی نبوده و دارای تفاوت‌های محسوسی می‌باشند و در نتیجه به واحدهای مختلفی تقسیم شده‌اند. این ناحیه از جنوب به گسل شمالی البرز، از شرق به گرگان و از غرب به رشت محدود می‌شود و حد شمالی آن را دریای خزر تشکیل می‌دهد.

گسترش رسوبات عهد حاضر متشکل از رسوبات آبرفتی رودخانه‌ای، دلتائی و ساحلی کم عمق در حاشیه ساحلی دریای خزر که بخشی از ناحیه مورد بحث می‌باشد، بسیار چشم‌گیر است و به لحاظ قرار گرفتن منطقه طرح در یک دشتی مسطح و با شیب توپوگرافی بسیار کم که توسط رسوبات عهد حاضر پوشانده شده است و ضخامت قابل توجهی هم دارند.

۱-۴-۲- زمین ساخت منطقه:

بوجود آمدن گسل مازندران، به طول حدود ۶۰۰ کیلومتر در زمانی حدود ۲ میلیون سال قبل، بالا آمدن بلوک بین گسل شمالی البرز و گسل مازندران و پایین رفتن فرورفتگی خزر را سبب گردیده، به طوری که جابجایی بین بخش‌های فوقانی سری قاره‌ای در دو طرف گسل مازندران در حدود ۱۰۰۰ الی ۱۵۰۰ متر گزارش شده است. علاوه بر دو گسل فوق‌الذکر و گسل‌های فرعی که دارای امتدادی در جهت شرق، شمال شرقی- غربی، غرب، جنوب غربی می‌باشند یک سری گسل‌های فرعی با امتداد شمال شرقی- جنوب غربی، گسل‌های فوق‌الذکر را قطع می‌نمایند و یک سیستم گسلی تقریباً موزائیک شکلی را در این منطقه بوجود می‌آورند.

۱-۴-۳- بررسی خصوصیات لایه‌های آبدار شهر بابلسر:

رسوبات ته نشین شده در دشت‌های این منطقه دارای سه منشاء اصلی می‌باشند:

۱- منشاء دریایی که بر اثر پس روی و پیش روی دریای خزر برجای مانده اند. این نوع رسوبات در قسمت‌های شمالی دشت که متصل و یا نزدیک به خط ساحلی هستند، گسترش دارند.

۲- منشاء مردابی و باتلاقی: در گذشته و همچنین در حال حاضر وسعت قابل توجهی از دشت مورد مطالعه را مرداب‌ها و باتلاق‌ها دربرگرفته است. بنابراین به مقدار قابل ملاحظه‌ای رسوبات مردابی و باتلاقی سرتاسر دشت مورد مطالعه بویژه قسمت‌های میانی آن را پوشانیده است.

۳- منشاء رودخانه‌ای و سیلابی: ابعاد و قطر ذرات رسوبی که توسط رودخانه بابلرود در این مناطق ته نشین شده اند به علت آنکه منتهی‌الیه قسمت شمالی رودخانه و دشت واقع شده است، بسیار ریز دانه بوده و مجموعاً این نوع رسوبات درصد قابل ملاحظه‌ای از رسوبات عهد حاضر را تشکیل نمی‌دهند.

در کل منطقه به واسطه این نوع رسوبات متناسب با دوری یا نزدیکی به کوه و دشت و دریا، سفره‌های متنوعی در منطقه تشکیل شده است. معمولاً در ابتدا دشت‌ها، سفره‌ها از نوع آزاد و با عمق آب زیرزمینی نسبتاً زیاد و در مراکز دشت به علت وجود لایه‌های رسی در عمق به صورت سفره‌های تحت فشار یا نیمه فشار و در منتهی‌الیه دشت (نزدیک ساحل) سفره‌های محدود معلق دیده می‌شود. بخش اعظم منطقه مورد مطالعه را آب شور فسیلی دربر گرفته است.

۱-۴-۴- بررسی عمق آب زیرزمینی:

عمق برخورد به آب زیرزمینی در نقاط مختلف دشت یکسان نبوده بلکه از جنوب به طرف شمال از مقدار آن کاسته می‌گردد. به طور کلی، عمق برخورد به آب زیرزمینی از حداکثر ۳ تا حداقل ۰ متر تغییر می‌کند.