

الحمد لله رب العالمين

وزارتخانه استوارت ایران  
موسسه استوارت



دانشگاه صنعتی اصفهان

دانشکده کشاورزی

بررسی فرسایش پذیری نسبی خاک برخی از سازندهای زمین شناسی  
و رابطه آن با تعدادی از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی  
خاکها در حوزه آبخیز گل آباد

پایان نامه کارشناسی ارشد خاکشناسی

محسن شکل آبادی

۱۳۸۱  
۲۶

استاد راهنما

دکتر حسین خادمی

وزارت آموزش عالی و تحقیقات علمی ایران  
تاسیس ۱۳۰۲



دانشگاه صنعتی اصفهان

دانشکده کشاورزی

پایان نامه کارشناسی ارشد خاکشناسی آقای محسن شکل آبادی

تحت عنوان

بررسی فرسایش پذیری نسبی خاک برخی از سازندهای زمین شناسی  
و رابطه آن با تعدادی از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی  
خاکها در حوزه آبخیز گل آباد

در تاریخ ۱۳۷۹/۱۲/۱۷ توسط کمیته تخصصی زیر مورد بررسی و تصویب نهائی قرار گرفت.

دکتر حسین خادمی

۱- استاد راهنمای پایان نامه

دکتر احمد جلالیان

۲- استاد مشاور پایان نامه

دکتر امیر حسین چرخانی

۳- استاد مشاور پایان نامه

دکتر مجید افیونی

۴- استاد داور

دکتر حسین شریعتمداری

۵- استاد داور

دکتر شهرام دخانی

سرپرست تحصیلات تکمیلی دانشکده

## سپاسگزاری

پروردگار مهربان را سپاسگزارم که فرصت کسب علم را ارزانیم داشت. آفریدگار آب و خاک را برای بخشیدن فرصتی مناسب و توانی بسنده در انجام این تحقیق ستایش می‌کنم و از خداوند جان و خرد، توفیق روزافزون و سلامتی عزیزانی که در این راه یاریم دادند را خواهانم.

از شروع اندیشه انجام پایان نامه، از راهنمایی، حمایتها، زحمات و تلاشهای دلسوزانه استاد گرانقدر دکتر حسین خادمی برخوردار بوده‌ام، رهین منت استادم. مشاورت این تحقیق بر عهده آقایان دکتر جلالیان و دکتر امیرحسین چرخابی بوده است، صمیمانه از زحمات ایشان تشکر می‌کنم.

آقای مهندس روانبخش رئیسین از مرکز تحقیقات آبخیزداری و امور دام استان چهارمحال و بختیاری با در اختیار قرار دادن باران ساز، آقای مهندس منوچهر امینی با فراهم ساختن امکانات انجام تحقیق در حوزه، برادرم آقای مسلم شکل آبادی و دوستان عزیز آقایان عباس احمدی، محسن نائل، مهران شیروانی و نوید براهیمی با کمک در انجام مراحل صحرائی و دیگر مراحل در به ثمر رساندن این تحقیق موثر بوده‌اند، از ایشان متشکرم.

دین نگارنده به پدر و مادر، خواهر و برادرانش بیرون از شمار است که موفقیت در مراحل مختلف زندگی با فداکاری، همگامی و یابوری ایشان میسر شده است.

در طی تحصیل و مراحل اجرای این تحقیق از مساعدت، راهنمایی و مشاورت اساتید محترم گروه، پرسنل آزمایشگاههای خاکشناسی و دوستان عزیزی برخوردار بوده‌ام که توفیق و سلامتی این عزیزان را از خداوند خواستارم.

کلیه حقوق مادی مترتب بر نتایج  
مطالعات، ابتکارات و نوآوریهای  
ناشی از تحقیق موضوع این  
پایان نامه متعلق به دانشگاه  
صنعتی اصفهان است.

هزینه اجرای این پروژه از اعتبارات  
شورای پژوهشهای علمی کشور  
(طرح ملی فرسایش و مهار آن)  
تامین شده است که بدینوسیله  
قدردانی می‌گردد.

تقدیم به :

**پدر و مادر گرامیم که آنچه دارم از فداکاری و  
دعای خیرایشان است**

**و خواهر و برادران مهربانم که  
همواره حامی و مشوقم بوده‌اند.**

## فهرست مطالب

عنوان	صفحه
فهرست مطالب .....	هشت
فهرست اشکال .....	یازده
فهرست جداول .....	سیزده
فهرست تصاویر .....	چهارده
فهرست نقشه‌ها .....	پانزده
چکیده .....	۱

### فصل اول: مقدمه

۱-۱- مقدمه .....	۲
۱-۱-۱- اهمیت موضوع و ضرورت انجام تحقیق .....	۲
۱-۱-۲- فرضیات و اهداف تحقیق .....	۶
۱-۱-۳- فرضیات تحقیق .....	۶
۱-۱-۴- اهداف کلی تحقیق .....	۷
۲-۱- سابقه تحقیق .....	۷
۱-۲-۱- مفهوم فرسایش پذیری خاک .....	۷
۲-۲-۱- رابطه خصوصیات خاکها و فرسایش پذیری آنها .....	۸
الف - ویژگیهای فیزیکی خاک .....	۸
ب - ویژگیهای شیمیایی خاک .....	۲۱
۳-۲-۱- تاثیر مواد مادری خاکها در فرسایش پذیری .....	۲۶
۴-۲-۱- تغییر پذیری زمانی و مکانی فرسایش پذیری .....	۲۸
۵-۲-۱- روشهای تخمین فرسایش بین شیاری .....	۲۹
الف - معادله جهانی فرسایش خاک .....	۲۹
ب - پروژه پیش بینی فرسایش خاک (WEPP) .....	۳۱
۶-۲-۱- اندازه گیری و ارزیابی فرسایش پذیری خاکها .....	۳۲
الف - استفاده از باران سازها .....	۳۳



عنوان

صفحه

ب- نمودارها و معادلات برآورد کننده فرسایش پذیری خاک ..... ۳۷

نمودارهای پیش بینی کننده فرسایش پذیری خاک ..... ۳۸

برآورد فرسایش پذیری خاک با استفاده از معادلات ..... ۳۹

ج- شاخصهای فرسایش پذیری خاک ..... ۴۱

۱-۲-۷- جمع بندی ..... ۴۴

**فصل دوم: مواد و روشها**

۱-۲-۱- خصوصیات منطقه مورد مطالعه ..... ۴۶

۱-۲-۱-۱- موقعیت، وسعت و ارتفاع حوزه ..... ۴۶

۱-۲-۱-۲- اقلیم حوزه ..... ۴۶

۱-۲-۱-۳- کاربری اراضی ..... ۴۸

۱-۲-۱-۳- زمین شناسی و ژئومورفولوژی ..... ۴۸

۱-۲-۲- مطالعات صحرائی ..... ۵۱

۱-۲-۳- مشخصات باران ساز مورد استفاده ..... ۵۲

۱-۲-۳-۱- مخزن آب ..... ۵۲

۱-۲-۳-۲- صفحه ریزش باران ..... ۵۳

۱-۲-۳-۳- پایه های دستگاہ ..... ۵۳

۱-۲-۳-۴- پلات ..... ۵۳

۱-۲-۴- مطالعات آزمایشگاهی ..... ۵۵

۱-۲-۵- اندازه گیری قطر قطرات و انرژی باران مصنوعی ..... ۵۵

۱-۲-۶- تحلیل داده ها ..... ۵۶

**فصل سوم: نتایج و بحث**

۱-۳-۱- خصوصیات خاکهای منطقه ..... ۵۹

۱-۳-۱-۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی ..... ۵۹

۱-۳-۲- رده بندی خاکهای منطقه ..... ۶۴

عنوان

صفحه

۲-۳- قطر قطرات و انرژی باران مصنوعی.....	۶۵
۳-۳- رواناب و رسوب.....	۶۸
۱-۳-۳- رواناب.....	۶۸
الف) مقدار رواناب.....	۶۸
ب) زمان خروج رواناب.....	۷۱
ج) تغییرات شدت رواناب با زمان.....	۷۴
۲-۳-۳- رسوب.....	۸۰
الف: مقدار رسوب.....	۸۰
ب) روند تغییرات میزان رسوب با زمان.....	۸۳
۳-۳-۳- گل آلودگی.....	۸۵
۴-۳-۳- جمع بندی.....	۹۰
۴-۳- فرسایش پذیری خاک.....	۹۱
۱-۴-۳- فرسایش پذیری بین شیاری مدل WEPP.....	۹۱
۲-۴-۳- فاکتور فرسایش پذیری معادله جهانی فرسایش خاک (Ku).....	۹۶
۳-۴-۳- فاکتور فرسایش پذیری خاک بر اساس نمودار ویشمایر.....	۹۷
۴-۴-۳- تخمین فرسایش پذیری بین شیاری بر اساس خصوصیات خاک.....	۱۰۰
۵-۳- رابطه خصوصیات خاک و فرسایش پذیری.....	۱۰۴
۱-۵-۳- همبستگی ویژگیهای منفرد خاک و فرسایش پذیری.....	۱۰۴
۲-۵-۳- جداسازی مرحله‌ای متغیرها و رگرسیون چند متغیره.....	۱۰۹
۶-۳- جمع بندی.....	۱۱۰

**فصل چهارم: نتیجه گیری و پیشنهادات**

۱-۴- نتیجه گیری.....	۱۱۱
۲-۴- پیشنهادات.....	۱۱۳
منابع.....	۱۱۵
چکیده انگلیسی.....	I

فهرست اشکال

صفحه	عنوان شکل
۱۱	۱-۱ تاثیر بافت خاک بر فرسایش پاشمانی (S.S.E) و قابلیت جدا شدن ذرات
۱۲	۲-۱ رابطه فرسایش پذیری خاک (K) با نسبت رس به سیلت
۱۳	۳-۱ راندمان رسوب دهی به عنوان تابعی از میزان رس و سیلت خاک
۱۶	۴-۱ اثر سرعت مرطوب شدن و زمان بعد از مرطوب شدن بر فرسایش خاک
۱۶	۵-۱ جدا شدن ذرات خاک (D) در برابر تنش برشی ( $T_f$ )
۱۷	۶-۱ رابطه بین درصد پوشش سنگی سطح (RC%) و مقدار رسوب
۱۹	۷-۱ مدل نشان دهنده رابطه بین درصد سنگریزه سطحی و رواناب و رسوب
۲۰	۸-۱ رابطه بین درصد سنگریزه سطحی بعد و قبل از بارندگی
۲۰	۹-۱ رابطه فرسایش پذیری خاک و شدت نفوذ نهایی
۲۱	۱۰-۱ رابطه فرسایش پذیری خاک (K) و مقدار مواد آلی (OM)
۲۳	۱۱-۱ رابطه میزان خاکدانه‌های پایدار بزرگتر از ۵/۰ میلی متر با مقدار کربن آلی خاک
۲۳	۱۲-۱ رابطه شاخص خاکدانه‌ها (Ima) و کربن آلی با هدررفت خاک
۲۴	۱۳-۱ رابطه فرسایش پذیری خاک (K) و منیزیم تبادل
۲۴	۱۴-۱ اثر شدت باران بر اندازه قطرات و توزیع آن در کل بارندگی
۳۸	۱۵-۱ نمودار تعیین فاکتور فرسایش پذیری خاک در واحدهای متریک
۴۰	۱۶-۱ نمودار تخمین فرسایش پذیری بین شیباری
۴۲	۱۷-۱ رابطه شاخص پایداری نفوذ با هدر رفت خاک
۵۱	۱-۲ وسعت سازندهای زمین‌شناسی در حوزه آبخیز گل آباد
۶۷	۱-۳ توزیع اندازه قطرات باران مصنوعی ایجاد شده
۷۱	۲-۳ متوسط درصد رواناب تولید شده در سازندهای مختلف
۷۵	۳-۳ متوسط زمان خروج رواناب از پلات آزمایشی
۷۵	۴-۳ متوسط زمان تولید ۱۰ درصد رواناب پس از شروع بارندگی
۷۷	۵-۳ تغییرات شدت رواناب با زمان
۷۸	۶-۳ تغییرات شدت رواناب با زمان

<u>صفحه</u>	<u>عنوان شکل</u>
۷۹	۳-۷- تغییرات شدت رواناب با زمان
۸۳	۳-۸- متوسط میزان رسوب تولید شده در طی ۸۰ دقیقه بارندگی
۸۴	۳-۹- روند تغییرات میزان رسوب تولیدی با زمان
۸۶	۳-۱۰- میزان رسوب در بیست دقیقه‌های اول تا چهارم
۸۸	۳-۱۱- متوسط گل آلودگی رواناب در سازندهای مختلف
۸۹	۳-۱۲- میزان گل آلودگی رواناب در ۲۰ دقیقه‌های اول تا چهارم
۹۴	۳-۱۳- متوسط فرسایش پذیری بین شیاری (Kii)
۹۵	۳-۱۴- همبستگی بین فرسایش پذیری بین شیاری Kii و Kiq
۹۵	۳-۱۵- متوسط فرسایش پذیری بین شیاری Kiq
۹۶	۳-۱۶- متوسط فرسایش پذیری معادله جهانی (Ku)
۹۸	۳-۱۷- فرسایش پذیری معادله جهانی در چهل دقیقه اول (Ku <sub>1</sub> ) و دوم (Ku <sub>2</sub> )
۹۹	۳-۱۸- متوسط فاکتور فرسایش پذیری نمودار ویشمایر (Kn)
۱۰۰	۳-۱۹- رابطه فرسایش پذیری معادله جهانی (Kn) با نمودار ویشمایر (Kn)
۱۰۱	۳-۲۰- متوسط فرسایش پذیری بین شیاری معادله البوت و همکاران
۱۰۳	۳-۲۱- رابطه فرسایش پذیری بین شیاری محاسبه شده (Kie) با اندازه‌گیری (Kii)
۱۰۳	۳-۲۲- رابطه فرسایش پذیری بین شیاری محاسبه شده (Kie) با اندازه‌گیری شده (Kiq)

فهرست جداول

عنوان جدول	صفحه
۱-۱- برخی مطالعات انجام شده درباره رابطه فرسایش و خصوصیات خاک	۸
۲-۱- سرعت نهایی برخورد قطرات مختلف باران با سطح زمین	۳۵
۱-۲- جنس، سن و وسعت سازندهای زمین‌شناسی در حوزه آبخیز گل‌آباد	۵۰
۱-۳- برخی خصوصیات خاکهای مورد مطالعه به تفکیک مواد مادری خاک	۶۰
۲-۳- مقادیر همبستگی (r) بین برخی خصوصیات خاک	۶۴
۳-۳- رده بندی خاکهای تشکیل شده بر روی سازندهای متفاوت	۶۵
۴-۳- میزان درصد تولید رواناب، زمان خروج و زمان تولید ۱۰ درصد رواناب سازندهای مختلف	۶۹
۵-۳- مقدار رسوب تولید شده و گل آلودگی در خاکهای مختلف	۸۱
۶-۳- درجه بندی سازندهای متفاوت از نظر رواناب، رسوب و گل آلودگی	۹۰
۷-۳- مقادیر فرسایش پذیری خاک در سازندهای مختلف	۹۲
۸-۳- طبقه بندی فرسایش خاک (Ku) بر اساس طبقه بندی برگسما	۹۷
۹-۳- رتبه مقادیر فرسایش پذیری خاک در روشهای مختلف	۱۰۲
۱۰-۳- ضریب همبستگی ساده بین خصوصیات خاک و فرسایش پذیری	۱۰۵
۱۱-۳- معادله‌های چند متغیره بین خصوصیات خاک و فرسایش پذیری	۱۱۰

فهرست تصاویر

<u>صفحه</u>	<u>عنوان تصویر</u>
۵۴	۲-۱- تصویری از باران ساز در حال آماده سازی
۵۴	۲-۲- صفحه ریزش باران به همراه چهارچوب آلومینیومی آن
۶۶	۳-۱- تصویر ظرف روغن و قطره باران جهت اندازه گیری قطر قطرات
۷۲	۳-۲- عمق خاک خیس شده در خاکهای آندزیت سبزرنگ (الف) و آبرفت با توپوگرافی خفیف (ب)
۷۳	۳-۳- عمق خاک خیس شده در سازندهای گرانودیوریت (الف) و آهک آپتین-آلین (ب)
۸۷	۳-۴- آب ایستی در طی بارندگی

فهرست نقشه‌ها

<u>صفحه</u>	<u>عنوان نقشه</u>
۴۷.....	۱-۲ - موقعیت حوزه آبخیز گل آباد
۴۹.....	۲-۲ - نقشه زمین‌شناسی و نقاط مورد مطالعه