

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

۱۴۱۸۵

دین

دانشکده علوم کشاورزی

گروه علوم خاک

(فیزیک و حفاظت خاک)

بررسی رابطه بین پایداری خاکدانه و تشکیل اندوده سطحی و اثر آن بر فرسایش خاک در
شرایط آزمایشگاهی

از:

فاطمه پیوسته دهبنه

استاد راهنما:

دکتر حسین اسدی

استاد مشاور:

دکتر مهدی عاکف

شهریور ۸۸

۱۳۸۹ / ۷ / ۳

روزهای ۱۳۸۹ / ۷ / ۳
تسبیح درون



۱۴۱۶۵۰

لقدیم به

پدر و مادر عزیزم

که جلوه‌ای از حضور خداوند در تمامی لحظات زندگی ما هستند.

به نام خالق هستی

ایمی مراد کن ماداش اندکم نه ز جانی باشد برای فرونی نگبر و غمونه حلقه ای برای امدت و دست یاری برای تجارت بلکه گامی باشد برای تجلیل از تو و ستای سائنس زندگی خود و دیگران حال که توفیق جمع آوری و تیس این مجموعه را یافتیم بر خود واجب می دانم از تمامی عزیزانی که در طی انجام این پژوهش از راه نمانی و یاری شان بهره مند گشتیم تشکر و قدر دانی کنم و برای ایشان از درگاه پروردگار مهربان آرزوی سعادت و پیروزی بنمایم.

در ابتدا صمیمانه ترین تقدیر را تقدیم به خانواده عزیز و مهربانم که همواره حامی و مشوقم بوده اند و هر کس روزی سخت و آسان زندگی ام بدون دعای خیر و برکت و جودشان غیر ممکن بود. از اساتذگرتقدیر جناب آقای دکتر حسین امیدی که مسئولیت راه نمانی را عیان بر عهده دار بوده اند و با نظریات عالمانه و نظارت صبورانه شان پراگندگاری می بنایم. از اساتذگرتقدیر جناب آقای دکتر حاکم که در نهایت علم و اخلاق در مراحل مختلف این پژوهش، یاریگریم بودند کمال تشکر را دارم. مراتب تقدیر و تشکر خود را از اساتید مدعو جناب آقای دکتر رمضانپور و جناب آقای دکتر شهبانپور که زحمات بازرخانی این تحقیق را متقبل شدند، اعلام می دارم. از کلیه اساتید کراتقدیر گروه حاکمیت که در دوران تحصیل از محضرشان کسب فیض نمودم تشکر می بنایم.

از همکاری مسئولین آزمایشگاه های حاکمیت، آقایان مهندس انصاری و مهندس زینلی که در مراحل آزمایشگاهی این تحقیق مریادی کردند کمال تشکر را دارم. و در نهایت از تمامی دوستان، هم کلاسیا و هم دانشکده های های دوران تحصیلم که در طول این مدت افتخار معاشرت و همکاری با آنها را داشته ام صمیمانه سپاسگزاری می کنم.

فاطمه پیوسته

شهر و راه پشاور، هشت شهری

عنوان	صفحه
فهرست مطالب	ت
فهرست جدول	ج
فهرست شکل‌ها	ح
چکیده فارسی	خ
چکیده انگلیسی	د
مقدمه	ا

فصل اول: کلیات و بررسی منابع

۱-۱- تخریب اراضی	۵
۲-۱- تخریب خاک	۵
۳-۱- فرسایش خاک	۶
۱-۳-۱- اهمیت خاک	۶
۲-۳-۱- تعریف فرسایش	۶
۳-۳-۱- انواع فرسایش آبی	۶
۴-۳-۱- عوامل مؤثر بر فرسایش	۷
۵-۳-۱- وضعیت فرسایش خاک در جهان	۸
۶-۳-۱- وضعیت فرسایش خاک در ایران	۹
۷-۳-۱- آثار و نتایج فرسایش خاک	۱۱
۱-۷-۳-۱- آثار درون عرصه‌ای	۱۱
۲-۷-۳-۱- آثار برون عرصه‌ای	۱۱
۴-۱- ساختمان خاک	۱۳
۱-۴-۱- تعریف و اهمیت ارزیابی ساختمان خاک	۱۳
۲-۴-۱- عوامل مؤثر بر ساختمان خاک	۱۴
۱-۲-۴-۱- اقلیم	۱۴
۲-۲-۴-۱- ارتفاع، درصد و جهت شیب	۱۴
۳-۲-۴-۱- بافت خاک	۱۴
۴-۲-۴-۱- نوع رس	۱۵
۵-۲-۴-۱- ظرفیت تبادل کاتیونی	۱۵

۱۵.....	۱-۴-۲-۶- نوع کاتیونها
۱۶.....	۱-۴-۲-۷- ماده آلی
۱۷.....	۱-۴-۲-۸- پوشش گیاهی
۱۸.....	۱-۴-۲-۹- سیستم زراعی
۱۸.....	۱-۴-۲-۱۰- فعالیت میکروبی
۱۸.....	۱-۴-۲-۱۱- جانوران خاک
۱۹.....	۱-۴-۳- روشهای ارزیابی ساختمان خاک
۱۹.....	۱-۴-۳-۱- روش الک مرطوب
۲۰.....	۱-۴-۳-۲- روش استفاده از الک و بزن
۲۰.....	۱-۴-۳-۳- روش نفوذپذیری
۲۱.....	۱-۴-۳-۴- روش الک خشک
۲۱.....	۱-۴-۴- نمایه‌های توزیع و پایداری ساختمان خاک
۲۱.....	۱-۴-۴-۱- میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها (MWD)
۲۲.....	۱-۴-۴-۲- میانگین هندسی قطر خاکدانه‌ها (GMD)
۲۲.....	۱-۴-۴-۳- تابع نمایی درصد تجمعی وزن خاکدانه
۲۳.....	۱-۴-۴-۳- بعد فرکتال خاکدانه
۲۶.....	۱-۴-۵- رابطه پایداری ساختمان و فرسایش خاک
۲۷.....	۱-۵-۵- اندوده سطحی
۲۷.....	۱-۵-۱- تعریف و مکانیسم تشکیل
۲۸.....	۱-۵-۲- اثر اندوده سطحی بر فرسایش خاک
۲۹.....	۱-۵-۳- استفاده از تکنیک میکرومرفولوژی در مطالعه اندوده سطحی

فصل دوم: مواد و روشها

۳۲.....	۱-۲- روش تحقیق
۳۲.....	۲-۲- انتخاب محل نمونه برداری
۳۲.....	۳-۲- نمونه برداری
۳۲.....	۴-۲- آماده کردن نمونه‌ها در آزمایشگاه
۳۳.....	۵-۲- روشهای اندازه‌گیری خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک
۳۳.....	۱-۵-۲- جرم مخصوص ظاهری
۳۴.....	۲-۵-۲- بافت و منحنی توزیع اندازه ذرات
۳۶.....	۳-۵-۲- pH خاک
۳۶.....	۴-۵-۲- هدایت الکتریکی (EC) خاک

۲۶	..... اندازه‌گیری ماده آلی خاک.....
۲۷	..... اندازه‌گیری ظرفیت تبادل کاتیونی.....
۲۹	..... اندازه‌گیری درصد سدیم تبادلی.....
۴۰	..... اندازه‌گیری کرینات کلسیم معادل.....
۴۰	..... اندازه‌گیری توزیع اندازه خاکدانه به روش الک تر.....
۴۲	..... آزمایش شبیه‌سازی باران و فرسایش خاک.....
۴۲	..... دستگاه شبیه‌ساز باران.....
۴۲	..... سینی پاشمان.....
۴۳	..... آماده کردن نمونه‌ها و آزمایش فرسایش.....
۴۴	..... بررسی میکرومرفولوژی اندوده سطحی.....
۴۵	..... تجزیه و تحلیل آماری.....

فصل سوم: نتایج و بحث

۴۷	..... ۱-۳- خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاکهای مورد بررسی.....
۵۰	..... ۲-۳- رابطه نمایه‌های پایداری خاکدانه با برخی از ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی خاک.....
۵۴	..... ۳-۳- نتایج آزمایشات فرسایش.....
۵۴	..... ۱-۳-۳- تغییرات شدت رواناب با زمان.....
۵۶	..... ۲-۳-۳- تغییرات غلظت رسوب و شدت فرسایش با زمان.....
۶۰	..... ۴-۳- رابطه شدت رواناب و خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک.....
۶۳	..... ۵-۳- رابطه میانگین غلظت رسوب و خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک.....
۶۵	..... ۶-۳- رابطه شدت فرسایش و خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک.....
۶۸	..... ۷-۳- گسترش اندوده سطحی در خاکهای مورد مطالعه.....
۷۰	..... ۸-۳- رابطه شدت رواناب و فرسایش با گسترش اندوده سطحی.....
۷۱	..... ۹-۳- رابطه گسترش اندوده سطحی و ویژگی‌های خاک.....
۷۲	..... ۱۰-۳- رابطه گسترش اندوده سطحی و نمایه‌های پایداری خاکدانه.....
۷۳	..... ۱۱-۳- نتیجه‌گیری.....
۷۴	..... ۱۲-۳- پیشنهادات.....
۷۷	..... منابع.....

فهرست جداول

صفحه	عنوان
۴۸	جدول ۱-۳- ویژگی های شیمیایی خاکهای مورد بررسی.....
۴۹	جدول ۲-۳- ویژگی های فیزیکی خاکهای مورد بررسی.....
۵۰	جدول ۳-۳- رابطه MWD با برخی از ویژگی های فیزیکوشیمیایی.....
۵۱	جدول ۴-۳- رابطه GMD با برخی از ویژگی های فیزیکوشیمیایی.....
۵۲	جدول ۵-۳- رابطه بعد فرکتال با برخی از ویژگی های فیزیکوشیمیایی.....
۵۲	جدول ۶-۳- رابطه $WSA > 0/125$ با برخی از ویژگی های فیزیکوشیمیایی.....
۵۳	جدول ۷-۳- رابطه $WSA > 0/25$ با برخی از ویژگی های فیزیکوشیمیایی.....
۵۳	جدول ۸-۳- رابطه $WSA > 0/5$ با برخی از ویژگی های فیزیکوشیمیایی.....
۶۲	جدول ۹-۳- رابطه شدت رواناب با برخی از ویژگی های فیزیکوشیمیایی.....
۶۵	جدول ۱۰-۳- رابطه غلظت رسوب با برخی از ویژگی های فیزیکوشیمیایی.....
۶۸	جدول ۱۱-۳- رابطه شدت فرسایش با برخی از ویژگی های فیزیکوشیمیایی.....
۶۹	جدول ۱۲-۳- درصد تخلخل خاکهای مورد مطالعه.....

فهرست شکل‌ها

عنوان	صفحه
شکل ۱-۱- اثرات مثبت و منفی فرسایش خاک.....	۱۲
شکل ۲-۱- اثرات کوتاه مدت و بلند مدت فرسایش خاک.....	۱۲
شکل ۳-۱- اثرات برون عرصه‌ای فرسایش بر محیط اطراف.....	۱۳
شکل ۱-۲- سینی پاشمان مورد استفاده.....	۴۳
شکل ۱-۳- تغییرات شدت رواناب با زمان.....	۵۵
شکل ۲-۳- تغییرات غلظت رسوب با زمان.....	۵۸
شکل ۳-۳- تغییرات شدت فرسایش با زمان.....	۵۹
شکل ۴-۳- رابطه شدت رواناب و نمایه‌های پایداری خاکدانه.....	۶۱
شکل ۵-۳- رابطه درصد جرمی خاکدانه‌ها و شدت رواناب.....	۶۲
شکل ۶-۳- رابطه میانگین غلظت رسوب و نمایه‌های پایداری خاکدانه.....	۶۳
شکل ۷-۳- رابطه درصد جرمی خاکدانه‌ها و میانگین غلظت رسوب.....	۶۴
شکل ۸-۳- رابطه شدت فرسایش و نمایه‌های پایداری خاکدانه.....	۶۶
شکل ۹-۳- رابطه درصد جرمی خاکدانه‌ها و شدت فرسایش.....	۶۷
شکل ۱۰-۳- نمونه‌هایی از اندوده تشکیل شده در خاکهای مورد بررسی.....	۷۰
شکل ۱۱-۳- رابطه گسترش اندوده سطحی و شدت فرسایش.....	۷۰
شکل ۱۲-۳- رابطه گسترش اندوده سطحی و شدت رواناب.....	۷۱
شکل ۱۳-۳- رابطه درصد تخلخل لایه سطحی و نمایه‌های پایداری خاکدانه.....	۷۲

چکیده

بررسی رابطه بین پایداری خاکدانه و تشکیل اندوده سطحی و اثر آن بر فرسایش خاک در شرایط آزمایشگاهی
فاطمه پیوسته

تشکیل اندوده سطحی که از مشکلات رایج زمین‌های زراعی مناطق خشک و نیمه خشک محسوب می‌شود به طور محسوسی بر فرآیندهای نفوذپذیری و فرسایش خاک تأثیر می‌گذارد. در این تحقیق بعد از انتخاب ۱۸ نمونه خاک از استان‌های گیلان، قزوین و زنجان بعضی از ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی آنها مانند هدایت الکتریکی، اسیدیته، درصد ماده آلی، سدیم تبادل، کرنات کلسیم معادل، ظرفیت تبادل کاتیونی، توزیع اندازه ذرات اولیه و ثانویه، و جرم مخصوص ظاهری اندازه‌گیری شده و میانگین وزنی و هندسی قطر و بُعد فرکتال خاکدانه‌ها محاسبه گردید. برای برآورد شدت فرسایش و رواناب از یک سیستم شبیه‌ساز باران استفاده گردید. هر نمونه خاک با استفاده از یک سینی پاشمان به ابعاد $10 \times 35 \times 30$ سانتی‌متر به مدت ۳۰ دقیقه تحت بارندگی با شدت ۹۵ میلی‌متر در ساعت قرار گرفت و شدت فرسایش و رواناب در فواصل زمانی مختلف اندازه‌گیری شد. پس اتمام آزمایش نمونه‌های دست‌نخورده از خاک جمع‌آوری گردید و پس از تهیه مقاطع نازک، به منظور بررسی تشکیل اندوده سطحی درصد تخلخل لایه سطحی و توده خاک با نرم افزار Image tools تعیین گردید. رگرسیون چند متغیره برای آزمون رابطه بین پایداری خاکدانه و خواص خاک و بین میزان رواناب و فرسایش و پایداری خاکدانه به کار رفت. نتایج نشان داد که مهمترین عوامل مؤثر بر پایداری خاکدانه شامل ماده آلی، درصد سدیم تبادل و درصد رس خاک می‌باشند. شدت رواناب و فرسایش دارای همبستگی بالایی با میانگین وزنی و هندسی قطر و بُعد فرکتال خاکدانه‌ها بودند. بالاترین همبستگی ($R^2=0.94$) مربوط به شدت فرسایش با بُعد فرکتال بود. نتایج همچنین نشان داد که درصد تخلخل لایه سطحی خاک با کاهش میانگین وزنی و هندسی قطر خاکدانه به صورت لگاریتمی و با افزایش بُعد فرکتال خاکدانه‌ها به صورت تقریباً خطی کاهش می‌یابد، بالاترین همبستگی مربوط به قطر هندسی خاکدانه بود. حداکثر کاهش تخلخل یا به دیگر سخن حداکثر گسترش اندوده سطحی مربوط به خاکی بود که کمترین مقدار ماده آلی و بالاترین درصد سدیم تبدلی را داشت. این خاک همچنین حداکثر شدت رواناب و فرسایش را داشت.

کلید واژه‌ها: پایداری خاکدانه، اندوده سطحی، میکرومرفولوژی، نفوذپذیری

Abstract:**Study of relationship between aggregate stability and surface sealing formation and its effect on soil erosion in the laboratory condition**

Fatemeh Peyvasteh

Surface seal formation which is common in cultivated soils of semi arid and arid regions affect significantly infiltration and soil erosion and creates serious problems for crop production. After selection of 18 soil samples from Guilan, Qhazvin and Zanzan provinces, some of the physical and chemical properties of the soils such as electrical conductivity, pH, organic matter, cation exchange capacity, primary and secondary particle size distribution, mean weight and geometric mean diameter and fractal dimension of aggregates, and bulk density were determined. For estimating erosion rate and runoff, soil samples packed in a 30×35×10 cm drainable detachment tray and subjected to simulated rainfall of 95 mm h⁻¹ intensity for 30 minutes. Runoff rate and sediment concentration were measured during the experiment. An undisturbed soil sample was collected from the tray after each experiment to identify seal formation by thin section analysis using image tools software. Collected data were examined by multiple regression analysis to determine relations between aggregate stability, seal formation, runoff and soil erosion and soil properties. Results showed that organic matter, ESP and clay percent are most important factors affecting aggregate stability. Runoff and erosion rates were significantly correlated to mean weight and geometric mean diameter and fractal dimension of aggregates. The highest correlation ($R^2=0.94$) was between erosion rate and fractal dimension of aggregates. Results also showed that soil surface porosity (as index of seal formation) decreases logarithmically with MWD and GMD reduction and linearly with fractal dimension, the highest correlation was for GMD. The maximum reduction in soil surface porosity occurred for the soil sample with highest ESP and lowest organic matter, in the same time this soil generated highest runoff and erosion rate.

Keywords: Aggregate stability, Surface sealing, Micromorphology, Infiltration.

مقدمه

خاک یکی از مهمترین منابع طبیعی هر کشور است که برخلاف آب چندان قابل بازگشت و جبران نمی‌باشد. اکثر مواد غذایی بشر به‌طور مستقیم و یا غیرمستقیم از خاک تامین می‌شود. خاک بستر کلیه فعالیت‌های تولیدی انسان به شمار رفته و بنیان بسیاری از تمدن‌های بزرگ و کهن جهان بر باروری و حفاظت از خاک استوار بوده است. نابودی برخی از تمدن‌ها ناشی از عدم بهره‌برداری صحیح و کوتاهی در نگهداری از منابع طبیعی پایه بوده است. جمعیت جهان با رشد فعلی در سال ۲۰۲۰ به هشت میلیارد نفر خواهد رسید، افزایش جمعیت به معنی افزایش آلودگی هوا، آب و اراضی، و تخلیه شدید منابع طبیعی و نهایتاً گسترش فقر و گرسنگی در دنیا است. اگر روند فعلی ادامه یابد، اثر ترکیبی افزایش آلودگی هوا و کاهش شدید منابع منجر به کاهش جمعیت و خسارت‌های شدید محیطی خواهد شد. امروزه به دلیل استفاده بی‌رویه از منابع طبیعی به‌ویژه خاک، دشواری‌های گوناگون زیست محیطی فراروی انسان قرار گرفته است. این دشواری‌ها از نظر سرشت و ابعاد به گونه‌ای هستند که همه فعالیت‌های تولیدی انسان را که در راستای تامین غذا در چند دهه گذشته صورت گرفته مورد سؤال قرار می‌دهند. اگرچه پیشرفت‌هایی که در طول نیم قرن اخیر در ارتباط با تولید مواد غذایی انجام شده شگفت‌انگیز است، اما بشر بهای گزافی را نیز برای آن پرداخته است.

مدیریت نادرست، بی‌توجهی و بهره‌برداری بی‌رویه می‌تواند این منبع آسیب‌پذیر یعنی خاک را به سوی نابودی سوق دهد و در نتیجه حیات بشر مورد تهدید قرار گیرد. شواهد باستان‌شناسی نشان داده‌اند که تخریب خاک عامل نابودی تمدن هاراپان^۱ در هند غربی، بین‌النهرین^۲ در آسیای غربی و مایان^۳ در آمریکای مرکزی بوده است. امروزه فرسایش خاک به عنوان خطری برای رفاه انسان و یا حتی حیات او به شمار می‌آید. در مناطقی که فرسایش کنترل نمی‌شود خاک‌ها به تدریج فرسایش یافته و حاصلخیزی خود را از دست می‌دهند [۷]. فرسایش نه تنها سبب فقیر

¹ Harapan

² Mesopotamia pan

³ Mayan

شدن خاک و متروک شدن مزارع می‌گردد و از این راه خسارات زیاد و جبران‌ناپذیری به جا می‌گذارد، بلکه با رسوب مواد در آبراهه‌ها، مخازن، سدها، بنادر و کاهش ظرفیت آبیگری آنها زیان‌های فراوانی را سبب می‌گردد [۱۰].

فرسایش آبی از دو پدیده کاملاً متمایز تشکیل شده است. در فرآیند اول، خاکدانه‌ها و ذرات خاک در اثر قطرات باران متلاشی شده و در مرحله دوم آبدوی این ذرات را با خود منتقل می‌سازد. بنابراین برای جلوگیری از فرسایش آبی، لازم است که با انتخاب روشی اجازه نداد سرعت نفوذ آب به خاک و نفوذپذیری آن کاهش یافته و هرز آب یا آبدوی سطحی ایجاد شود [۲]. بنا به تعریف فرسایش پذیری خاک، مقاومت خاک در برابر جداشدن و انتقال ذرات است. خصوصیتی از خاک که در فرسایش‌پذیری مؤثر هستند عبارت است از سرعت نفوذ، ظرفیت کل آب خاک، ظرفیت نگهداری آب خاک، بافت خاک، ساختمان خاک و کلوئیدهای خاک می‌باشند [۱۳].

خاکدانه‌هایی که در سطح زمین قرار دارند نسبت به نیروهای مخرب ساختمان خاک بسیار حساس می‌باشند. این خاکدانه‌ها در اثر برخورد قطرات و یا مرطوب شدن از هم پاشیده شده و یک لایه مرکب از ذرات پراکنده به ضخامت چند میلی‌متر را به وجود می‌آورند. ذرات پراکنده شده در لابلای منافذ بزرگ خاک قرار گرفته و جلوی نفوذ آب و هوا را به داخل خاک مسدود می‌کنند. این لایه را اصطلاحاً اندوده^۱ گویند که در هنگام خشک شدن و انقباض بسیار متراکم و سخت می‌شود به طوری که برای جوانه‌های گیاه امکان سبز شدن و سر بیرون آوردن از خاک مقدور نمی‌باشد [۹].

اندوده سطحی که از تخریب خاکدانه‌ها ایجاد می‌شود، یکی از ویژگی‌های بارز زمینهای زراعی در مناطق خشک و نیمه خشک محسوب می‌شود که باعث ایجاد مشکلات زیادی در امر کشاورزی می‌گردد. تشکیل اندوده سطحی در طول بارندگی باعث کاهش نفوذپذیری و افزایش رواناب می‌گردد که متعاقباً منجر به هدر رفت ماده آلی و همچنین عناصر غذایی خاک می‌شود. خاکهای با درصد سیلت بالا و پایداری کم خاکدانه حساسیت بیشتری به تشکیل اندوده سطحی و سله دارند. حساسیت خاکها به تشکیل اندوده سطحی و سله وابسته به ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی بسیاری است که مهمترین آنها شامل بافت خاک، میزان ماده آلی، اکسیدهای آهن و آلومینیوم و درصد سدیم تبادلی

¹ Surface seal

خاک می‌باشد [۴۲]. آگاهی از رابطه بین پایداری خاکدانه و تشکیل اندوده سطحی و نفوذپذیری این امکان را فراهم می‌سازد که این رفتار فیزیکی خاک را از روی پایداری خاکدانه پیش‌بینی کنیم که ساده‌تر از اندازه‌گیری‌های مستقیم در زیر باران است [۲۰].

پژوهش و تحقیق حاضر با توجه به اهمیت و ضرورت‌های مذکور و با فرض تأثیرگذار بودن پایداری خاکدانه بر تشکیل اندوده سطحی و همچنین به منظور بررسی رابطه بین پایداری خاکدانه و تشکیل اندوده سطحی و اثر آن بر فرسایش خاک در شرایط آزمایشگاهی و با استفاده از شبیه‌ساز باران و انجام آزمایشات میکرومرفولوژی برای دستیابی به اهداف زیر انجام شده است:

(۱) بررسی میزان تشکیل اندوده سطحی با استفاده از مطالعات میکرومرفولوژی

(۲) بررسی رابطه بین پایداری خاکدانه و تشکیل اندوده سطحی و اثر آن بر میزان فرسایش

فصل اول

کلیات و بررسی منابع

۱-۱- تخریب اراضی

تخریب اراضی، به تغییر یا تخریب حداقل یکی از منابع زمینی شامل: خاک، آب، پوشش گیاهی، اقلیم، و پستی و بلندی اطلاق می‌شود. در کشاورزی، تخریب اراضی فرآیندی است که در اثر صدمات وارده به ویژگی‌های شیمیایی، فیزیکی، و بیولوژیکی خاک موجب کاهش محصول در طی گذشت زمان می‌گردد [۳۵].

۱-۲- تخریب خاک

تخریب خاک یکی از اشکال تخریب اراضی و شامل تغییراتی در خصوصیات خاک است که در اثر دخالت بشر و یا فرآیندهای طبیعی با اثر فوری مانند یک رخداد بارندگی شدید اتفاق می‌افتد و با خاک‌های مشکل‌دار که خصوصیات نامناسب آنها تحت فرآیندهای طبیعی و طولانی خاک‌سازی شکل گرفته متفاوت است. لیندرت (۲۰۰۰) تخریب خاک را هر گونه تغییر فیزیکی، شیمیایی، و زیستی در شرایط آن می‌داند که باعث کاهش توان تولید در قالب ارزش اقتصادی محصول گردد.

تخریب خاک به دلیل کاهش حاصلخیزی بالقوه و بالفعل خاک، تهدیدی جدی برای کشاورزی پایدار به شمار می‌آید [لال، ۱۹۹۸]. تخریب خاک دارای اشکال متنوعی مانند فرسایش آبی و بادی، شور شدن، باتلاقی شدن، اسیدی شدن، کاهش حاصلخیزی، آلودگی و تراکم می‌باشد. بعضی از اشکال تخریب خاک مانند تخلیه عناصر غذایی، از طریق مصرف کودهای معدنی و آلی قابل جبران هستند ولی بعضی از انواع آن مانند فرسایش تقریباً در کوتاه مدت غیر قابل برگشت به حساب می‌آیند زیرا از نظر اقتصادی جایگزین قابل دسترسی برای آن دسته از خصوصیات که در فرسایش دچار تغییر می‌گردند مانند ضخامت خاک سطحی و یا ظرفیت نگهداری آب وجود ندارد.

۳-۱- فرسایش خاک

۱-۳-۱- اهمیت خاک

خاک یکی از مهمترین منابع طبیعی است که بر خلاف آب به مقدار زیادی تجدیدنپذیر و غیر قابل جبران و بازگشت می‌باشد. مطابق برآوردهای متعدد، برای ایجاد یک سانتی‌متر خاک در شرایط طبیعی به ۸۰ تا ۱۲۰ سال وقت نیاز است. گذشته از آبریان، کلیه مواد غذایی مانند گیاهان به طور مستقیم، یا گوشت به طور غیر مستقیم از خاک به دست می‌آید. تنها در چند سال گذشته اهمیت حیاتی خاک مورد تأیید اقتصاددانان و برنامه‌ریزان قرار گرفته و در بسیاری از کشورها قدم‌های اولیه برای حفاظت خاک و مدیریت صحیح آن برداشته شده است [۲]. در حدود ۱۲۵ میلیون هکتار از ۱۶۵ میلیون هکتار اراضی کشور در معرض نوع و درجه‌ای از فرسایش آبی قرار دارد. این اراضی، ناحیه کوهستانی زاگرس، البرز و سایر نواحی کشور و دره‌های بین آنها را تشکیل می‌دهد. این ناحیه وسیع دارای شرایط اقلیمی متفاوتی بوده، در ساحل دریای شمال مرطوب و معتدل و در فلات مرکزی نیمه خشک با تابستانهای سرد می‌باشد [۲].

۱-۳-۲- تعریف فرسایش

فرسایش به فرآیندی گفته می‌شود که طی آن ذرات خاک یا مواد خاکی از بستر اصلی خود جدا شده و به کمک یک عامل انتقال دهنده (آب، باد و نیروی ثقل) به مکانی دیگر حمل می‌شود. در صورتی که عامل جدا کننده ذرات از بستر و انتقال آنها آب باشد به آن فرسایش آبی گفته می‌شود [۷].

۱-۳-۳- انواع فرسایش آبی

فرسایش آبی به پنج نوع شامل؛ فرسایش بارانی^۱، ورقه‌ای^۲، شیاری^۳، خندقی^۴ و کناره‌ای^۵ تقسیم می‌شود. فرسایش آبی از دو پدیده کاملاً متمایز تشکیل شده است. در مرحله اول خاکدانه‌ها و کلوخه‌های خاک در اثر برخورد قطرات

^۱ Raindrop erosion

^۲ Sheet erosion

^۳ Rill erosion

^۴ Gully erosion

^۵ Stream bank erosion

باران متلاشی شده و تبدیل به ذرات ریز می‌شوند و در مرحله دوم روان آب سطحی، این ذرات را با خود منتقل می‌کند و سپس با تجمع در جویبارها فرسایش شیاری و نهایتاً فرسایش خندقی را به وجود می‌آورد [۷].

۱-۳-۴- عوامل مؤثر بر فرسایش

عوامل زیادی بر روی فرسایش آبی اثر می‌گذارند که می‌توان آنها را به صورت زیر دسته‌بندی کرد:

(۱) عوامل اقلیمی: میزان فرسایش بسته به شدت و نوع نزولات متفاوت است. عوامل اقلیمی شامل؛ باران، تگرگ، برف، یخبندان، حرارت و باد می‌باشد.

(۲) فرسایش‌پذیری خاک: در فرسایش‌پذیری خاک خصوصیاتمانند ظرفیت نگهداری آب، میزان نفوذ پذیری و... به عواملی مانند بافت و ساختمان خاک وابسته هستند.

(۳) شیب زمین: به طور کلی مقدار و شدت فرسایش بسته به جهت، طول، درجه و شکل شیب تغییر می‌کند. به عنوان مثال فرسایش در شیب‌های تند و طولانی بیشتر از شیب‌های کند و کوتاه است. مشاهده شده است که مقدار فرسایش به خصوص در نقاطی که دارای برف مرتب می‌باشد در شیب‌های رو به جنوب بیش از شمال می‌باشد.

(۴) پوشش گیاهی: مقدار فرسایش بسته به نوع، تراکم، ارتفاع و مرحله رشد گیاه متفاوت است.

(۵) مدیریت و نحوه بهره برداری از اراضی: روشهای نادرست بهره‌برداری از زمین سبب تشدید فرسایش می‌گردد. برخی از این روشها عبارتند از: قطع بی رویه درختان، چرای بیش از حد، توسعه بی رویه اراضی دیم و شخم در جهت شیب [۲ و ۷].

به طور کلی فرسایش یک پدیده اجتناب ناپذیر بوده و نمی‌توان آن را کاملاً از بین برد ولی فعالیت‌های انسان می‌تواند آن را تشدید نموده یا کاهش دهد. پدیده فرسایش و آثار سوء آن شاید در کوتاه مدت چندان چشم‌گیر نباشد ولی در بلند مدت محسوس خواهد بود. زیرا فرسایش معمولاً کاهش محصول را در پی دارد. برای جلوگیری از آثار سوء آن باید از زمین طوری استفاده نمود که در آن فرسایش به وجود نیاید. به عبارتی باید میزان فرسایش کمتر یا مساوی میزان تشکیل خاک باشد و زمانی این اتفاق می‌افتد که خصوصیت خاک مانند بافت، عمق و حاصلخیزی آن در طول زمان ثابت بماند [۷].

۱-۳-۵- وضعیت فرسایش خاک در جهان

فرسایش تشدید می‌شود در جامعه مدرن امروزی یک مسئله جهانی است که اثرات شدید اقتصادی و زیست محیطی را به دنبال دارد. لال^۱ (۱۹۹۴) میزان فرسایش و اثرات حاصل از آن را بر اساس نظریات محققان مختلف به این شرح اعلام می‌دارد: جادسون^۲ (۱۹۸۱) تخمین زده که رسوباتی که توسط رودخانه‌ها به دریاها وارد می‌شود از ۱۰ میلیارد تن در سال‌های قبل از گسترش کشاورزی و دامداری به حدود ۲۵ تا ۵۰ میلیارد تن رسیده است. دودال^۳ (۱۹۹۸) بیان می‌کند که سرعت فعلی تخریب اراضی کشاورزی جهان به وسیله فرسایش خاک منجر به از دست رفتن غیر قابل برگشت حاصلخیزی حدود شش میلیون هکتار زمین در سال می‌شود. آلدمن^۴ (۲-۱۹۹۱). تخمین می‌زند که تخریب خاک ناشی از فعالیت‌های انسان حدود ۲۴ درصد از اراضی دنیا را تحت تأثیر قرار داده و در این مورد به ترتیب برای قاره‌های آمریکای شمالی، آمریکای جنوبی، اقیانوسیه، اروپا، آفریقا، و آسیا ارقام ۱۲، ۱۸، ۱۹، ۲۶، ۲۷ و ۳۱ درصد را ارائه نموده است. کوودا^۵ (۱۹۸۳) بیان می‌کند که از شروع کشاورزی تاکنون فرسایش خاک حدود ۴۳۰ میلیون هکتار از اراضی حاصلخیز را نابود کرده است. بارینگ^۶ (۱۹۸۱) نیز تخمین می‌زند که دلیل از بین رفتن اراضی کشاورزی در سطح دنیا حدود سه میلیون هکتار در سال به علت فرسایش خاک و دو میلیون هکتار به علت بیابان زایی است.

در ارزیابی جهانی تخریب خاک، تخمین زده شده است که از اواسط قرن گذشته تا کنون نزدیک به دو میلیارد هکتار از اراضی دنیا تخریب شده است، که معادل ۲۲ درصد کل اراضی زراعی، مرتعی و جنگلی است. از این مقدار ۱/۵ میلیارد هکتار مربوط به اراضی زراعی است. یعنی حدود ۳۸ درصد اراضی زراعی به درجات مختلف تخریب شده‌اند. همچنین تخمین زده می‌شود که در مجموع حدود ۱۳ درصد از محصول‌دهی اراضی کاسته شده است [اسچر و یاداو،^۷ ۱۹۹۷].

1. Lal
2. Judson
3. Dudal
4. Oldmen
5. Kovda
6. Buring
7. Scherr & Yadav

تخمین جهانی قابل اعتمادی از تخریب ناشی از فرسایش در مقیاس جهانی وجود ندارد. در پروژه تعیین تخریب جهانی خاک، ۸۴٪ کل تخریب خاک به فرسایش و ۶۷٪ کل فرسایش به بخش آبی نسبت داده شده است. آلدمن (۱۹۹۴) گزارش داد که اراضی دچار فرسایش آبی، ۱۰۹۴ و فرسایش بادی، ۵۲۸ میلیون هکتار می‌باشد. مطالعات صورت گرفته مشخص نمود که فرسایش به خصوص آبی به عنوان عامل اصلی تخریب خاک، ۱/۶ میلیارد هکتار از اراضی مزروعی را عمدتاً در آسیا و آفریقا تحت تأثیر قرار داده است. در اثر تبدیل مراتع و جنگل‌ها به زمین‌های کشاورزی و اجرای عملیات خاک‌ورزی، سالانه حدود ۴۳۰ میلیون هکتار از اراضی کشورهای گوناگون که برابر ۳۰ درصد کل زمین‌های شخم خورده جهان است فرسایش می‌یابد.

اثرات برون منطقه‌ای فرسایش، یعنی صدماتی که به وسیله رسوب وارد می‌شود، نیز حائز اهمیت است. کلارک^۱ (۱۹۸۵)، این خسارت‌ها را در ایالات متحده آمریکا سالانه حدود شش میلیارد دلار تخمین می‌زند. رسوب ناشی از فرسایش با تخریب مسیر آبراه‌ها و پر کردن نهرها، گل‌آلود نمودن آب مصرفی، و در نهایت کاهش ظرفیت مخازن سدها صدمات زیادی وارد می‌کند. یکی از خسارت‌های مهم، مشکلات زیست محیطی است که ناشی از حمل مواد شیمیایی آلاینده به صورت محلول یا چسبیده به ذرات رسوب است.

۱-۳-۶- وضعیت فرسایش خاک در ایران

ایران کشوری است با وسعت کل ۱۶۴۸۰۰۰۰ کیلومتر مربع، که ۱۱٪ آن را زمین‌های کشاورزی، ۵۰ درصد چراگاه‌های دائمی، ۹ درصد جنگل و بیشه‌زارها، و ۳۰ درصد را اراضی دیگر در بر گرفته است. متوسط بارندگی آن ۲۴۰ میلی‌متر می‌باشد که کمتر از یک سوم متوسط جهان است. بیش از نیمی از مساحت کشور کوهستانی با شیب‌های تند و دره‌های عمیق است. این عوامل محیط مناسبی را برای فرسایش فراهم می‌سازند [۲]. در حال حاضر نزدیک به ۱۲۵ میلیون هکتار از اراضی کشور، تحت تأثیر فرسایش آبی و حدود ۴۰ میلیون هکتار آن نیز در معرض فرسایش بادی قرار دارند [۱۲].