

رسالة محمد



دانشکده منابع طبیعی و علوم زمین

پایان نامه کارشناسی ارشد رشته مهندسی منابع طبیعی گرایش آبخیزداری

عنوان

مطالعه‌ی آزمایشگاهی فرسایش پاشمانی در خاک‌های مختلف با
استفاده از شبیه ساز باران

اساتید راهنما

دکتر افشین هنربخش

دکتر عطااله کاویان

اساتید مشاور

دکتر حبیب‌اله بیگی هرچگانی

دکتر جلیل وهابی

پژوهشگر

فریال حیاوی

مهر ماه ۱۳۹۰



دانشکده منابع طبیعی و علوم زمین
گروه مرتع و آبخیزداری

پایان نامه خانم فریال حیاوی جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد رشته مهندسی منابع طبیعی گرایش آبخیزداری با عنوان مطالعه‌ی آزمایشگاهی فرسایش پاشمانی در خاک‌های مختلف با استفاده از شبیه‌ساز باران در تاریخ ۱۳۹۰/۰۷/۲۷ با حضور هیأت داوران زیر بررسی و با نمره ۱۹/۳۸ مورد تصویب نهایی قرار گرفت.

۱. استادان راهنمای پایان‌نامه

امضاء دکتر افشین هنربخش با مرتبه علمی استادیار

امضاء دکتر عطااله کاویان با مرتبه علمی استادیار

۲. استادان مشاور پایان‌نامه

امضاء دکتر حبیب اله بیگی هرچگانی با مرتبه علمی استادیار

امضاء دکتر جلیل وهابی با مرتبه علمی استادیار

۳. استادان داور پایان‌نامه

امضاء دکتر محمد حسن صالحی با مرتبه علمی استادیار

امضاء دکتر رفعت زارع بیدکی با مرتبه علمی استادیار

دکتر هرمز سهرابی
معاون پژوهشی و تحصیلات تکمیلی
دانشکده منابع طبیعی و علوم زمین

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

مشکر و قدردانی

مشکر خدا که هر چه طلب کردم از خدا
بر منتهای همت خود کامران شدم

پاس و ستایش بیکران به درگاه پروردگار متعال که سرآغاز کلام به نام مبارک او مزین است و توفیق در هر کار به موبت و رحمت او میسر. خداوندگار خرد که به من توفیق ارزانی فرمود تا توانسته‌ایم را در این مقام به شمر نشانم و امید است که یاری‌گرم در تمام فرصت‌ها باشد.

در آغاز بر خود لازم می‌دانم که از اولین آموزگاران عشق و زندگی ام، پدر و مادر مهربان، آن دوزلال که نیکو زیستن را به من آموختند قدردانی کنم. از همسر عزیزم که وجودش باعث دلگرمی من در سیمودن این راه بود، نهایت پاس را دارم. همچنین از تمامی اساتیدی که در تمام مراحل زندگی ام در تعلیم و تعلم من نقش داشتند مشکر می‌نمایم. سپاسگزار استاد راهنمای بزرگوارم جناب آقای دکتر عطاءاله کاویان هستم که بی‌شک بدون هدایت و حمایت ایشان انجام این پایان‌نامه غیر ممکن بود. نهایت امتنان خویش را از استاد فریخته و کرامت‌دارم جناب آقای دکتر افشین هنرنخس ابراز می‌دارم. از کمک‌های بی‌دریغ اساتید مشاور این پایان‌نامه جناب آقای دکتر حبیب‌الله بیگی هرچگانی و جناب آقای دکتر جلیل و بانی در طی انجام این پژوهش و مساعدت بی‌نیامتنان در فراهم نمودن امکانات آزمایشگاهی این تحقیق صمیمانه سپاسگزارم. از اساتید بزرگوار جناب آقای دکتر محمد حسن صالحی و سرکار خانم دکتر رفعت زارع بیدکی هم به خاطر زحمات بی‌دریغشان بهت داورسی این پایان‌نامه مشکر فراوان دارم.

از گروه محترم خاکشناسی دانشکده کشاورزی دانشگاه شهرکرد و سرکار خانم مهندس فرشته رجایی و جناب آقای مهندس قاسمی که در انجام آزمایشات خاکشناسی این پژوهش نهایت همکاری را با اینجانب مبذول فرمودند نهایت تشکر و قدردانی را ابراز می‌نمایم.

همچنین بر خود لازم می‌دانم که از پرسنل محترم مرکز تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری کشور خصوصاً جناب آقای مهندس پشتینی و همچنین جناب آقای مهندس مهدی بروغنی که در انجام آزمایشات شیشه ساز باران تجربیات و دانش خود را با صبر و حوصله‌ی فراوان در اختیار من قرار دادند نهایت تشکر را بنمایم.

از کمک‌های همیشگی و بی‌دریغ دوستان و همکلاسی‌های خوبم سرکار خانم مهندس زهره عبدالهیان دهلکردی و مهندس فاطمه محمدی و جناب آقای مهندس کردوان هدایتی پور که همواره و در تمام مراحل پژوهش موجبات دلگرمی مرا فراهم می‌نمودند، صمیمانه سپاسگزارم و از خداوند متعال سلامتی و توفیق روزافزون را برای ایشان مسئلت دارم.

باسپاس فراوان

فریال حیاوی

مهرماه ۱۳۹۰

تقدیم بہ

ہمراہ، ہمیشگی و خشکی ناپذیر زندگی

ہمسر عزیزم

و استاد ارجمندم بہترین معلم علم و سعی

دکتر عطا الہ کاویان

چکیده

فرسایش پاشمانی اولین مرحله در فرآیند فرسایش شناخته شده که نتیجه‌ی بمباران سطح خاک به وسیله‌ی قطرات باران است. قطرات باران در هنگام برخورد به سطح خاک، ذرات خاک را جابه‌جا و ساختمان خاک را تخریب می‌کنند. در این تحقیق به بررسی تاثیر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک و شدت بارش بر روی مقدار فرسایش پاشمانی در سه طبقه بافت سبک-متوسط سبک، متوسط سنگین و سنگین، تحت سه شدت بارندگی ۶۵، ۹۵ و ۱۲۰ میلی‌متر در ساعت با استفاده از باران ساز FEL3 در آزمایشگاه پرداخته شد. برای اندازه‌گیری نرخ فرسایش پاشمانی از فنجان پاشمان استفاده گردید. نتایج آنالیز واریانس نشان داد که بین میزان نرخ پاشمان در بافت‌های مختلف تفاوت معنی‌دار در شدت‌های بارش ۶۵ میلی‌متر بر ساعت ($\text{sig} = 0/04$) = $F = 2/798$ و در سطح اطمینان ۹۵ درصد و در شدت ۱۲۰ میلی‌متر بر ساعت ($\text{sig} = 0/007$) و $F = 5/312$ در سطح معناداری ۹۹ درصد وجود دارد. همچنین شدت‌های مختلف بارش تفاوت معناداری را در هر سه بافت خاک سبک-متوسط سبک ($\text{sig} = 0/002$ و $F = 8/037$)، متوسط سنگین ($\text{sig} = 0/000$) و $F = 35/91$ و سنگین ($\text{sig} = 0/000$ و $F = 37/866$) در سطح معناداری ۹۹ درصد نشان داد. بیشترین و کمترین نرخ پاشمان به ترتیب در بافت سبک-متوسط سبک و شدت بارش ۱۲۰ میلی‌متر بر ساعت و بافت متوسط سنگین و در شدت بارش ۶۵ میلی‌متر بر ساعت مشاهده شد. نتایج همبستگی پیرسون نشان داد که رابطه‌ی منفی معنی‌داری بین نرخ فرسایش پاشمانی با pH ($r = -0/322$ و $\text{sig} = 0/003$) در شدت ۱۲۰ میلی‌متر بر ساعت در سطح اطمینان ۹۹ درصد، بین نرخ فرسایش پاشمانی و درصد آهک ($r = -0/237$ و $\text{sig} = 0/039$) در شدت ۹۵ میلی‌متر بر ساعت، بین نرخ فرسایش پاشمانی و درصد ماده آلی ($r = -0/375$ و $\text{sig} = 0/000$) در شدت ۶۵ میلی‌متر بر ساعت در سطح اطمینان ۹۹ درصد و در شدت ۹۵ میلی‌متر بر ساعت ($r = -0/255$) و در شدت ۹۵ میلی‌متر بر ساعت در سطح اطمینان ۹۵ درصد، بین نرخ فرسایش پاشمانی با درصد رس ($r = -0/223$) و $\text{sig} = 0/026$ در شدت ۶۵ میلی‌متر بر ساعت در سطح اطمینان ۹۵ درصد و در شدت ۱۲۰ میلی‌متر بر ساعت ($r = -0/388$ و $\text{sig} = 0/000$) در سطح اطمینان ۹۹ درصد و بین نرخ فرسایش پاشمانی با درصد سیلت ($r = -0/223$ و $\text{sig} = 0/043$) در شدت ۱۲۰ میلی‌متر بر ساعت و در سطح اطمینان ۹۵ درصد وجود دارد. همچنین رابطه‌ی مثبت معنی‌داری بین نرخ فرسایش پاشمانی با درصد شن ($r = 0/375$ و $\text{sig} = 0/000$) در شدت ۱۲۰ میلی‌متر بر ساعت و در سطح اطمینان ۹۹ درصد، بین نرخ فرسایش پاشمانی با نسبت رس ($r = 0/254$ و $\text{sig} = 0/020$) در شدت ۶۵ میلی‌متر بر ساعت در سطح اطمینان ۹۵ درصد و در شدت ۱۲۰ میلی‌متر بر ساعت ($r = 0/384$ و $\text{sig} = 0/000$) در سطح اطمینان ۹۹ درصد وجود دارد. یافته‌های این تحقیق می‌تواند برای مدیریت بهتر خاک‌های کشاورزی ضمن تولید پایدار و حفاظت خاک مفید واقع گردد.

واژه‌های کلیدی: فرسایش پاشمانی، بافت خاک، شدت باران، باران ساز FEL3، کاسه پاشمان

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
	فصل اول- کلیات
۹.....	۱-۱- مقدمه.....
۱۰.....	۱-۲- سوالات تحقیق.....
۱۱.....	۱-۳- فرضیه تحقیق.....
۱۱.....	۱-۴- ضرورت تحقیق.....
۱۳.....	۱-۵- اهداف تحقیق.....
۱۳.....	۱-۶- تعاریف و مفاهیم.....
۱۳.....	۱-۶-۱- فرسایش خاک.....
۱۳.....	۱-۶-۲- فرسایش پذیری.....
۱۳.....	۱-۶-۳- اهمیت مطالعه فرسایش خاک.....
۱۴.....	۱-۶-۳-۱- وضعیت فرسایش خاک در جهان.....
۱۵.....	۱-۶-۳-۲- وضعیت فرسایش خاک در ایران.....
۱۷.....	۱-۶-۴- اشکال مختلف فرسایش آبی.....
۱۷.....	۱-۶-۴-۱- فرسایش پاشمانی (Splash Erosion).....
۱۷.....	۱-۶-۴-۲- فرسایش ورقه‌ای یا سطحی (Sheet Erosion).....
۱۸.....	۱-۶-۴-۳- فرسایش بین شیاری (Interrill Erosion).....
۱۸.....	۱-۶-۴-۴- فرسایش شیاری (Rill Erosion).....
۱۸.....	۱-۶-۴-۵- فرسایش خندقی (Gully Erosion).....
۱۹.....	۱-۶-۴-۶- فرسایش سیلابی (Turrent Erosion).....
۱۹.....	۱-۶-۴-۷- فرسایش بدلند (Badland Erosion).....
۱۹.....	۱-۶-۴-۸- فرسایش رودخانه‌ای (Streambank Erosion).....
۱۹.....	۱-۶-۴-۹- فرسایش تونلی (Tunnel Erosion).....
۱۹.....	۱-۶-۴-۱۰- فرسایش توده‌ای (Massive Erosion).....

- ۱۹-۴-۶-۱- فرسایش پاسنگی یا ستونی (Pedestal Erosion).....
- ۲۰-۴-۶-۱- فرسایش درونی یا فرسایش عمودی (Vertical Erosion).....
- ۲۰-۴-۶-۱- فرسایش شبه کارستی یا شیمیایی (Pseudokarst Erosion).....
- ۲۰-۴-۶-۱- فرسایش گلخراپی (Puddle Erosion).....
- ۲۰-۴-۶-۱- فرسایش حاصلخیزی (Degradation Erosion).....
- ۲۰-۴-۶-۱- فرسایش ساحلی (Bank Erosion).....
- ۲۰-۴-۶-۱- فرسایش مکانیکی یا فرسایش ناشی از عملیات شخم و شیار (Tillage Erosion).....
- ۲۰-۶-۱- فرسایش پاشمانی.....
- ۲۲-۶-۱- عوامل موثر در فرسایش پاشمانی.....
- ۲۴-۶-۱- خصوصیات موثر بارش در فرسایش پاشمانی.....
- ۲۹-۶-۱- خصوصیات موثر خاک در فرسایش پاشمانی.....
- ۳۲-۶-۱- روش‌ها و ابزار اندازه‌گیری فرسایش پاشمانی.....
- ۳۲-۷-۶-۱- اندازه‌گیری کمی فرسایش پاشمانی.....
- ۳۴-۷-۶-۱- ابزار مورد استفاده در اندازه‌گیری فرسایش پاشمانی.....
- ۳۹-۶-۱- استفاده از شبیه‌ساز بارش در مطالعات فرسایش خاک.....
- ۳۹-۸-۶-۱- تعریف باران‌ساز.....
- ۴۰-۸-۶-۱- مزایا و محاسن استفاده از باران‌سازهای مصنوعی.....
- ۴۰-۸-۶-۱- معایب باران‌سازها.....
- ۴۱-۸-۶-۱- معیارهای شبیه‌سازی مطلوب باران.....
- ۴۱-۸-۶-۱- اجزای اصلی باران‌سازها.....
- ۴۲-۸-۶-۱- انواع شبیه‌سازهای باران.....
- ۴۳-۸-۶-۱- باران‌سازها: یک امتیاز یا یک بار مسئولیت.....
- ۴۴-۷-۱- ساختار پایان‌نامه.....

فصل دوم- پیشینه‌ی تحقیق و مروری بر منابع

- ۴۵-۱-۲- پیشینه‌ی تحقیق در زمینه‌ی استفاده از شبیه‌ساز باران.....
- ۴۶-۱-۱-۲- سابقه‌ی پژوهش در بکارگیری شبیه‌ساز باران در خارج از کشور.....

- ۴۷-۲-۱-۲- سابقه‌ی پژوهش در بکارگیری شبیه ساز باران در داخل کشور.....
- ۵۰-۲-۲- پیشینه‌ی تحقیق در زمینه‌ی فرسایش پاشمانی.....
- ۵۰-۱-۲-۲- سابقه‌ی پژوهش در زمینه‌ی فرسایش پاشمانی در خارج از کشور.....
- ۵۵-۲-۲-۲- سابقه‌ی پژوهش در زمینه‌ی فرسایش پاشمانی در داخل کشور.....

فصل سوم-مواد و روش‌ها

- ۵۷-۱-۳- موقعیت منطقه‌ی مورد مطالعه.....
- ۵۷-۱-۱-۳- ویژگی‌های منطقه‌ی شهرکرد.....
- ۵۷-۱-۱-۱-۳- موقعیت و وسعت.....
- ۵۸-۲-۱-۱-۳- آب و هوا.....
- ۵۸-۳-۱-۱-۳- زمین شناسی منطقه.....
- ۵۹-۴-۱-۱-۳- فیزیوگرافی منطقه.....
- ۵۹-۵-۱-۱-۳- خاکشناسی منطقه.....
- ۵۹-۶-۱-۱-۳- پوشش گیاهی.....
- ۶۰-۷-۱-۱-۳- گیاهان زراعی.....
- ۶۰-۲-۱-۳- ویژگیهای منطقه‌ی سامان.....
- ۶۰-۱-۲-۱-۳- موقعیت و وسعت.....
- ۶۰-۱-۲-۱-۳- آب و هوا.....
- ۶۰-۲-۲-۱-۳- سیمای کلی منطقه.....
- ۶۱-۲-۳- روش نمونه برداری خاک.....
- ۶۴-۳-۳- تجزیه‌ی خصوصیات خاک.....
- ۶۵-۱-۳-۳- خصوصیات فیزیکی خاک.....
- ۶۵-۱-۱-۳-۳- بافت خاک.....
- ۶۵-۲-۱-۳-۳- نسبت رس.....
- ۶۶-۲-۳-۳- خصوصیات شیمیایی خاک.....
- ۶۶-۱-۲-۳-۳- pH خاک.....
- ۶۶-۲-۲-۳-۳- قابلیت هدایت الکتریکی (EC) خاک.....

- ۶۶ ۳-۲-۳-۳ ماده‌ی آلی خاک
- ۶۶ ۳-۲-۴-۳ کرنات کلسیم خاک
- ۶۶ ۳-۴-۳ شبیه‌ساز باران
- ۶۹ ۳-۴-۱-۱ کالیبراسیون دستگاه بارانساز مدل FEL3
- ۶۹ ۳-۴-۱-۱-۱ ارزیابی تغییرات شدت و یکنواختی شدت بارش
- ۷۱ ۳-۴-۱-۲ اندازه‌گیری قطر قطرات باران
- ۷۲ ۳-۴-۱-۳ انرژی جنبشی باران شبیه‌سازی شده
- ۷۲ ۳-۴-۱-۴ سرعت حد قطرات
- ۷۳ ۳-۵-۳ اندازه‌گیری فرسایش پاشمانی
- ۷۵ ۳-۶-۳ تجزیه و تحلیل آماری

فصل چهارم-نتایج

- ۷۶ ۴-۱-۱ تجزیه‌ی خصوصیات خاک
- ۷۷ ۴-۲-۲ کالیبراسیون دستگاه بارانساز مدل FEL3
- ۷۷ ۴-۲-۱-۱ ارزیابی تغییرات شدت و یکنواختی شدت بارش
- ۷۹ ۴-۲-۲-۲ اندازه‌گیری قطر قطرات باران
- ۸۰ ۴-۲-۳-۳ انرژی جنبشی باران شبیه‌سازی شده
- ۸۰ ۴-۳-۳ اندازه‌گیری فرسایش پاشمانی
- ۸۱ ۴-۴-۳ تجزیه و تحلیل آماری
- ۸۱ ۴-۴-۱-۱ آزمون توزیع داده‌ها
- ۸۲ ۴-۴-۲-۲ آزمون معنی‌داری تاثیر خاک‌ها و شدت‌های مختلف بارش بر نرخ فرسایش پاشمانی
- ۸۳ ۴-۴-۳-۳ مقایسه‌ی مقدار پاشمان در خاک‌های مختلف در هر یک از شدت‌های مورد آزمون
- ۸۳ ۴-۴-۳-۱-۱ شدت ۶۵ میلیمتر بر ساعت
- ۸۴ ۴-۴-۳-۲-۲ شدت ۹۵ میلیمتر بر ساعت
- ۸۵ ۴-۴-۳-۳-۳ شدت ۱۲۰ میلیمتر بر ساعت
- ۸۶ ۴-۴-۴-۴ مقایسه‌ی مقدار پاشمان در شدت‌های مختلف در هر یک از طبقه‌های بافت خاک
- ۸۶ ۴-۴-۴-۱-۱ بافت سبک- متوسط سبک

۸۷..... ۲-۴-۴-۴- بافت متوسط سنگین

۸۸..... ۳-۴-۴-۴- بافت سنگین

۸۹..... ۵-۴-۴- تجزیه و تحلیل اثر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک بر نرخ فرسایش پاشمانی

فصل پنجم- بحث و نتیجه گیری

۹۶..... ۱-۵- تجزیه‌ی خصوصیات خاک

۹۷..... ۲-۵- کالیبراسیون دستگاه بارانساز مدل FEL3

۹۷..... ۳-۵- نرخ فرسایش پاشمانی

۹۷..... ۱-۳-۵- تاثیر بافت‌های مختلف خاک و شدت‌های مختلف بارش در نرخ پاشمان

۹۸..... ۲-۳-۵- تاثیر بافت خاک بر نرخ پاشمان در هر شدت

۹۸..... ۳-۳-۵- تاثیر شدت بارش بر نرخ پاشمان در هر بافت

۹۸..... ۴-۳-۵- تاثیر خصوصیات خاک بر نرخ پاشمان

۱۰۰..... ۴-۵- آزمون فرضیات

۱۰۱..... ۵-۵- نتیجه‌گیری نهایی

۱۰۱..... ۶-۵- پیشنهادات

۱۰۲..... منابع

فهرست شکل‌ها

عنوان	صفحه
شکل ۱-۱- اشکال فرسایش آبی (رایدر، ۱۹۹۴).....	۱۹
شکل ۲-۱- فرآیند برداشت ذرات خاک به وسیله‌ی پاشمان (کتابخانه محصولات کشاورزی، ۲۰۰۹).....	۲۱
شکل ۳-۱- نمودار فرآیند پاشمان آب (موزای و همکاران، ۲۰۰۳).....	۲۲
شکل ۴-۱- رابطه‌ی بین قطر قطره و سرعت نهایی بارش (رفاهی، ۱۳۸۲).....	۲۷
شکل ۵-۱- کاسه‌ی پاشمان صحرائی مورگان (مورگان، ۱۹۸۱).....	۳۶
شکل ۶-۱- کاسه‌ی پاشمان مدل K (کینل، ۱۹۷۴).....	۳۷
شکل ۷-۱- کاسه‌ی پاشمان کین جان و همکاران (۲۰۰۸).....	۳۷
شکل ۸-۱- کاسه‌ی پاشمان محمد و همکاران (۲۰۱۰).....	۳۸
شکل ۹-۱- ابزار اندازه‌گیری توزیع اندازه‌ی ذرات پاشمان (لگویدس و همکاران، ۲۰۰۵).....	۳۹
شکل ۱-۳- موقعیت استان چهارمحال و بختیاری و شهرستان شهرکرد در نقشه‌ی ایران.....	۶۲
شکل ۲-۳- موقعیت ترانسکت‌ها و نقاط نمونه‌برداری روی هر ترانسکت در استان چهارمحال و بختیاری.....	۶۳
شکل ۳-۳- ثبت مختصات جغرافیایی نقاط نمونه‌برداری در دستگاه GPS.....	۶۴
شکل ۴-۳- نحوه‌ی نمونه‌برداری خاک از سطح اراضی کشاورزی.....	۶۴
شکل ۵-۳- نمونه‌برداری از عمق ۱۰-۰ سانتیمتری خاک.....	۶۴
شکل ۶-۳- شبیه‌ساز باران FEL3.....	۶۷
شکل ۷-۳- نازل شبیه‌ساز باران FEL3.....	۶۸
شکل ۸-۳- تابلوی کنترل شبیه‌ساز باران FEL3.....	۶۸
شکل ۹-۳- صفحات دیسک شبیه‌ساز باران FEL3.....	۶۸
شکل ۱۰-۳- اشل تنظیم زاویه‌ی دیسک شبیه‌ساز باران FEL3.....	۶۹
شکل ۱۱-۳- نحوه‌ی چیدن ظروف در زیر باران‌ساز جهت تعیین شدت و یکنواختی بارش.....	۷۰
شکل ۱۲-۳- ظروف مورد استفاده جهت تعیین قطر قطرات باران به روش گلوله‌ی آردی.....	۷۱
شکل ۱۳-۳- تشکیل گلوله‌های آردی بر روی ظرف محتوی آرد.....	۷۱

- شکل ۳-۱۴- پاشیدن آرد بر روی گلوله‌های آردی..... ۷۱
- شکل ۳-۱۵- رابطه‌ی بین قطر قطرات و سرعت نهایی در فشارهای مختلف باران‌ساز FEL3 (نازل 1.1/2 H30)..... ۷۳
- شکل ۳-۱۶- نمایی از کاسه‌ی پاشمان مورد استفاده..... ۷۴
- شکل ۳-۱۷- نحوه‌ی قرارگیری کاسه‌های پاشمان در زیر شبیه‌ساز باران..... ۷۴
- شکل ۴-۱- رابطه‌ی بین شدت بارندگی و زاویه‌ی دیسک باران‌ساز FEL3 (فشار ۰/۴ بار و سرعت ۱۰۰ دور در دقیقه)..... ۷۸
- شکل ۴-۲- نمودار درصد طبقات قطری در شدت‌های مختلف بارش..... ۷۹
- شکل ۴-۳- نمودار تجمعی درصد قطر قطرات در شدت‌های مختلف بارش..... ۸۰
- شکل ۴-۴- مقایسه‌ی میانگین نرخ پاشمان در کلاس‌های بافتی خاک..... ۸۲
- شکل ۴-۵- مقایسه‌ی میانگین نرخ پاشمان در سه شدت باران شبیه‌سازی شده..... ۸۳
- شکل ۴-۶- مقایسه‌ی میانگین نرخ پاشمان در کلاس‌های بافتی خاک در شدت ۶۵ میلی‌متر بر ساعت..... ۸۴
- شکل ۴-۷- مقایسه‌ی میانگین نرخ پاشمان در کلاس‌های بافتی خاک در شدت ۱۲۰ میلی‌متر بر ساعت..... ۸۵
- شکل ۴-۸- مقایسه‌ی میانگین نرخ پاشمان در سه شدت باران شبیه‌سازی شده در بافت سبک-متوسط سبک..... ۸۶
- شکل ۴-۹- مقایسه‌ی میانگین نرخ پاشمان در سه شدت باران شبیه‌سازی شده در بافت متوسط سنگین..... ۸۷
- شکل ۴-۱۰- مقایسه‌ی میانگین نرخ پاشمان در سه شدت باران شبیه‌سازی شده در بافت سنگین..... ۸۸
- شکل ۴-۱۱- رابطه‌ی بین درصد ماده آلی و نرخ پاشمان در شدت ۶۵ میلی‌متر بر ساعت..... ۹۰
- شکل ۴-۱۲- رابطه‌ی بین درصد رس و نرخ پاشمان در شدت ۶۵ میلی‌متر بر ساعت..... ۹۱
- شکل ۴-۱۳- رابطه‌ی بین نسبت رس و نرخ پاشمان در شدت ۶۵ میلی‌متر بر ساعت..... ۹۱
- شکل ۴-۱۴- رابطه‌ی بین درصد آهک و نرخ پاشمان در شدت ۹۵ میلی‌متر بر ساعت..... ۹۲
- شکل ۴-۱۵- رابطه‌ی بین درصد ماده‌ی آلی و نرخ پاشمان در شدت ۹۵ میلی‌متر بر ساعت..... ۹۲
- شکل ۴-۱۶- رابطه‌ی بین pH و نرخ پاشمان در شدت ۱۲۰ میلی‌متر بر ساعت..... ۹۳
- شکل ۴-۱۷- رابطه‌ی بین درصد رس و نرخ پاشمان در شدت ۱۲۰ میلی‌متر بر ساعت..... ۹۳
- شکل ۴-۱۸- رابطه‌ی بین درصد سیلت و نرخ پاشمان در شدت ۱۲۰ میلی‌متر بر ساعت..... ۹۴
- شکل ۴-۱۹- رابطه‌ی بین درصد شن و نرخ پاشمان در شدت ۱۲۰ میلی‌متر بر ساعت..... ۹۴
- شکل ۴-۲۰- رابطه‌ی بین نسبت رس و نرخ پاشمان در شدت ۱۲۰ میلی‌متر بر ساعت..... ۹۵

فهرست جدول‌ها

صفحه	عنوان
۳۵.....	جدول ۱-۱ - مقایسه‌ی روش‌های مورد استفاده در اندازه‌گیری پاشمان (مورگان، ۱۹۸۱).....
۶۱.....	جدول ۳-۱ - موقعیت جغرافیایی نمونه‌های خاک برداشت شده.....
۶۵.....	جدول ۳-۲ - طبقه بندی بافت بر اساس روش اسکات.....
۷۲.....	جدول ۳-۳ - الک‌های مورد استفاده برای تعیین کلاس اندازه‌ی گلوله‌های آردی.....
۷۷.....	جدول ۴-۱ - مشخصات نمونه‌های خاک مورد مطالعه.....
۷۸.....	جدول ۴-۲ - شدت باران در هر ظرف به میلی‌متر بر ساعت.....
۷۹.....	جدول ۴-۳ - تعیین قطره قطره‌ی باران با استفاده از سری‌های الک.....
۸۰.....	جدول ۴-۴ - انرژی جنبشی باران در شدت‌های مورد آزمایش.....
۸۱.....	جدول ۴-۵ - مقادیر فرسایش پاشمانی بافت‌های مختلف در شدت‌های شبیه‌سازی شده ($\text{gr}/\text{min.m}^2$).....
۸۱.....	جدول ۴-۶ - نتایج آزمون تطبیق داده‌های اندازه‌گیری شده‌ی پاشمان با توزیع نرمال.....
۸۲.....	جدول ۴-۷ - آزمون آنالیز واریانس مربوط به تاثیر بافت‌ها و شدت‌های مختلف بر نرخ فرسایش پاشمانی.....
۸۴.....	جدول ۴-۸ - نتایج آنالیز واریانس یک طرفه جهت بررسی اختلاف بین بافت‌ها در شدت ۶۵ میلی‌متر بر ساعت.....
۸۵.....	جدول ۴-۱۰ - نتایج آنالیز واریانس یک طرفه جهت بررسی اختلاف بین بافت‌ها در شدت ۱۲۰ میلی‌متر بر ساعت.....
۸۶.....	جدول ۴-۱۱ - نتایج آنالیز واریانس یک طرفه جهت بررسی اختلاف بین شدت‌های بارش در بافت سبک-متوسط سبک.....
۸۷.....	جدول ۴-۱۲ - نتایج آنالیز واریانس یک طرفه جهت بررسی اختلاف بین شدت‌های بارش در بافت متوسط سنگین.....
۸۸.....	جدول ۴-۱۳ - نتایج آنالیز واریانس یک طرفه جهت بررسی اختلاف بین شدت‌های بارش در بافت سنگین.....
۹۰.....	جدول ۴-۱۴ - ماتریس همبستگی بین خصوصیات نمونه‌های خاک و نرخ پاشمان در شدت‌های مختلف بارش.....

فصل اول

کلیات

۱-۱- مقدمه

وَ مِنْ آيَاتِهِ اَنْ خَلَقَكُمْ مِنْ تُرَابٍ ثُمَّ اِذَا اَنْتُمْ بَشَرٌ تَنْتَشِرُونَ

قرآن کریم- سوره ی روم- آیه ۲۰

از نشانه‌های او (خدایتان) این است که شما را از خاک آفرید. پس آن‌گاه (در زمین) پراکنده شدید.

خاک زاینده‌ی زندگی است؛ این شاید مبین پیام روشنی است که خالق انسان به او داده است. انسان از خاک برخاسته، خاک همواره بستر زندگی اوست، بر سر سفره‌ای به گستردگی هر جا که خاک هست، به نوای ادامه‌ی حیات می‌رسد؛ و سرانجام به همین خاک بازمی‌گردد. پس یأس حرمت آن یأس زندگی است.

خاک، آب و هوا سه منبع ضروری برای حیات روی زمین هستند. افزایش جمعیت از یک طرف و تقاضای انسان برای زندگی بهتر از طرفی دیگر، لازمه‌ی توجه به طبیعت بوده و در این میان خاک از جایگاه ویژه‌ای برخوردار است (توکلی، ۱۳۸۵). خاک یک جسم سه بعدی، متحول و طبیعی است که در سطح زمین قرار دارد، محیط نمو گیاهان است. خواص آن در اثر نیروهای اقلیم و موجودات زنده بر روی سنگ مادری شکل گرفته و بر اثر پستی و بلندی و طی زمان طولانی تغییر کرده است (جعفری و سرمدیان، ۱۳۸۲). نابودی و تخریب آن بر اثر بارش و عمل آبهای روان یکی از جدی‌ترین مشکلات زیست محیطی عصر حاضر است که با روند روز افزون فرسایش، مناطق زیادی که امروزه کشت می‌شوند، در آینده‌ای نه چندان دور ممکن است حاصلخیزی خود را از دست بدهند (زازو و پلگوزوالو، ۲۰۰۸).

صنعت مدیریت منابع آب و خاک تحت تاثیر سه عامل وابسته به یکدیگر است:

(۱) افزایش سریع جمعیت (۲) مصرف و تخلیه بی‌رویه منابع (۳) آلودگی ناشی از فعالیت‌های صنعتی

در این بین کشورهای درحال توسعه به دلیل نرخ بالای رشد جمعیتشان، در زمینه منابع آب و خاک دچار مشکلات بسیار زیادی می‌باشند. رشد سریع جمعیت از یک سو و ضعف اساسی مدیریت از سوی دیگر سبب شده تا اثرات بحران زیست محیطی در این‌گونه کشورها بیش از کشورهای توسعه یافته نشان داده شود. با توجه به نرخ محلی رشد جمعیت جهان، پیش‌بینی می‌شود که تا سال ۲۰۲۰ جمعیت جهان به حدود هشت میلیارد نفر برسد.

از اثرات مخرب رشد بی‌رویه جمعیت می‌توان به تشدید آلودگی هوا، آب، اراضی و تخلیه شدید منابع طبیعی و در نهایت گسترش فقر و گرسنگی در سراسر دنیا اشاره کرد. با تداوم روند کنونی، اثر ترکیبی افزایش آلودگی و کاهش شدید منابع غذایی، منجر به خسارت‌های شدید زیست‌محیطی شده و زندگی بشر را با مخاطرات جدی روبرو خواهد ساخت. اما با این حال در صورتی که از هم‌اکنون کوشش‌های جدی برای تثبیت جمعیت و مدیریت صحیح استفاده از منابع در دستور کار قرار بگیرد، می‌توان برای رسیدن به یک شرایط پایدار تا سال ۲۰۲۵ امیدوار بود (اسدزاده به نقل از أون و کریس، ۱۳۸۷).

آموزش کشاورزان در اجرای برنامه‌های صحیح حفاظت خاک و مدیریت صحیح آب بایستی از اولویت خاص برخوردار گردد و هماهنگ با بالابردن درآمد کشاورزان، لازم است سطح دانش آن‌ها در شناخت خاک و آب افزایش یابد. در غیر این صورت در اثر استفاده بی‌رویه از خاک و عدم اجرای برنامه‌های حفاظت خاک پس از مدتی خاک‌های حاصلخیز فعلی جای خود را به خاک‌های تخریب شده، شور و قلیا و فقیر شده خواهند داد و کلیه برنامه‌های کشاورزی با شکست روبرو خواهد شد (مولودی، ۱۳۷۹).

یکی از انواع فرسایش آبی، فرسایش پاشمانی است. فرسایش پاشمانی اولین مرحله در فرآیند فرسایش شناخته شده که نتیجه‌ی برخورد قطره‌ی باران است (ون‌دیجک و همکاران، ۲۰۰۳؛ لگویدس و همکاران، ۲۰۰۵؛ کین‌جان و همکاران، ۲۰۰۸؛ و دیویرا و همکاران، ۲۰۰۹). برخورد قطره‌ی باران از مدت‌ها قبل به عنوان مهم‌ترین عامل فرساینده‌ی خاک شناخته شده است (الیسون، ۱۹۴۴).

۲-۱- سوالات تحقیق

در این پژوهش سوالاتی به شرح زیر مطرح می‌باشد:

۱- آیا شدت بارندگی بر میزان فرسایش پاشمانی موثر است؟

۲- آیا خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک بر میزان فرسایش پاشمانی موثر است؟

۱-۳- فرضیه تحقیق

در این مطالعه فرض های صفر زیر مورد آزمون قرار خواهد گرفت:

فرضیه ی ۱: مقدار فرسایش پاشمانی در این خاک ها با تغییر در شدت بارندگی تغییر نخواهد کرد.

فرضیه ی ۲: مقدار فرسایش پاشمانی با خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک ارتباط ندارد.

۱-۴- ضرورت تحقیق

فرسایش خاک از حدود ۷۰۰۰ سال پیش سبب سقوط تمدن های بزرگ شده است اما انسان در گذشته از پدیده ی فرسایش اطلاعی نداشت. انسان برای بدست آوردن مواد غذایی خود که به واسطه ی وجود آب و خاک تولید می گردد نیاز داشت تا دل زمین را خراش دهد و با کاشتن گیاهان این مواد غذایی را تأمین کند اما غافل از آنکه همراه با تولید این مواد غذایی، خاک حاصلخیز نیز بر اثر عدم دقت و مراقبت صحیح از دست رفته و دچار فرسایش می گردد. پدیده ی فرسایش و آثار زیان بار آن شاید در کوتاه مدت محسوس نباشد اما در بلند مدت محسوس خواهد بود. به هر حال فرسایش پدیده ای دائمی است و همواره وجود خواهد داشت ولی در صورتی که میزان آن کمتر از میزان خاک تشکیل شده باشد، بحرانی نیست. هنگامی فرسایش کمتر از میزان تشکیل خاک و یا برابر آن است که خصوصیات خاک مانند بافت، عمق و حاصلخیزی آن در طول زمان ثابت بماند (پژوهش، ۱۳۸۳). حفظ آب و خاک برای هر کشور به عنوان سرمایه هایی بسیار ارزشمند، اهمیت فراوان دارد. چرا که آب و خاک باعث رشد گیاه و محصولات زراعی و جنگلی می شود و در تلطیف هوا و اقلیم و جلوگیری از فرسایش خاک، تاثیر فراوان دارد. چنانچه این سرمایه ی خدادادی حفظ نشود، کمبود مواد غذایی و نیز فرسایش قشر مفید خاک و هدر رفت آب را به دنبال می آورد (خدیور، ۱۳۸۶).

فرسایش بطور مستقیم بر تولید محصول و به طور غیرمستقیم بر افزایش خطر سیل، رسوبگذاری، زمین لغزش و نیز تغییرات اقلیمی در خارج از منطقه اثر می گذارد و وقوع آن در اراضی کشاورزی، کاهش حاصلخیزی شیمیایی و فیزیکی خاک و در نتیجه کاهش عملکرد را به دنبال دارد (پلا، ۲۰۰۳). مدیریت غلط خاک های حاصلخیز و بهره وری از اراضی حاشیه ای خطرناک نیز منجر به تشدید فرسایش می شود (درگن، ۱۹۸۲).

این پدیده خسارات عظیم و شگرفی را به جوامع تحمیل می کند که شامل تاثیرات درون منطقه ای و برون منطقه ای می باشد. تاثیرات درون منطقه ای عمدتاً در زمین های کشاورزی دارای اهمیت بسزایی می باشند و نتایج آن شامل هدررفت فیزیکی خاک، تخریب ساختمان خاکدانه ها، کاهش مواد مغذی و محتوای آلی خاک می باشد. به دنبال کاهش حاصلخیزی، استفاده از کودهای گران قیمت افزایش، تولیدات و امنیت غذایی کاهش، ارزش زمین تنزل و از کیفیت محصولات غذایی کاسته می شود (حسینی و همکاران، ۱۳۸۳؛ آصفا، ۲۰۰۹؛ اکو و هاریلال، ۲۰۱۰؛ مورگان، ۲۰۰۵). تاثیرات برون منطقه ای مانند رسوبگذاری در پایین دست که ناشی از

تأثیرات درون منطقه‌ای می‌باشند نیز بر حجم خسارت‌های اقتصادی تحمیل شده در یک حوزه آبخیز می‌افزایند (مورگان، ۲۰۰۵).

ارزیابی مناسب عوامل مؤثر و اصلی بر فرآیندهای فرسایش و رسوب در حوضه‌ها و اراضی کشاورزی، اولین گام در انتخاب راهکارهای کاهش و کنترل این پدیده‌های مخرب است (میترا و همکاران، ۱۹۹۸). تدوین و اجرای مؤثر برنامه‌های کنترل فرسایش، نیازمند به درک کامل فرآیندهای آن، توانایی در اندازه‌گیری و برآورد دقیق شدت فرسایش و شناخت عمیق مساله و اعمال تکنیک‌های علمی در کنترل آن دارد (توی و همکاران، ۲۰۰۲).

یکی از عوامل مؤثر در فرسایش خاک، باران و رواناب سطحی ناشی از باران است ولی باران بیش از آنکه عامل ایجاد جریان سطحی باشد خود با ضربه‌ای که به خاک وارد می‌کند عاملی مهم در پراکندگی ذرات خاک و آماده شدن آن جهت فرسایش به وسیله‌ی جریان سطحی می‌شود (صادقی فرد و همکاران، ۱۳۸۳).

قطرات باران با شکستن خاکدانه‌ها و تشکیل سله، ساختار خاک سطحی را تغییر می‌دهند (قدیری و پین، ۱۹۷۷؛ رز، ۱۹۶۰). علاوه بر تغییر سطح خاک برخورد قطره‌ی باران، ذرات خاک را از محل پیدایش آن‌ها جدا کرده و این ذرات در صورت وجود عوامل انتقال مثل رواناب تا مسافت بسیاری حمل می‌شوند (موس و گرین، ۱۹۸۳).

فرسایش پاشمانی مهم‌ترین نوع فرسایش در اراضی کشاورزی است. امروزه کشاورزی در چنان سطح وسیعی انجام می‌گیرد که فعالیت‌هایی از این قبیل به‌طور بسیار بارزی سرعت فرآیندهای فرسایشی را تغییر می‌دهند و تقریباً تمام عملیات کشاورزی در جهت افزایش فرسایش عمل می‌کنند. هر زمانی که پوشش گیاهی برداشت شود، مانعی وجود ندارد که انرژی قطرات باران را جذب کند و نتیجتاً فرسایش پاشمانی زیادت‌تر خواهد شد (هادسون، ۱۳۸۹). بر اثر فرسایش، خاک رویی که از نظر کشاورزی فعال‌ترین و بارخیزترین قسمت پوسته‌ی جامد زمین است، فرسوده می‌شود و از بین می‌رود و در نتیجه حاصلخیزی آن کاهش می‌یابد. فرسایش چنانچه شدید باشد، به‌کلی بارخیزی خاک را از بین می‌برد. چنانچه قابلیت نفوذ آب یا هوا در خاک، بر اثر کم شدن یا از بین رفتن ماده‌ی آلی و تاثیر سایر عوامل کاهش یابد، خاکدانه‌ها متلاشی و از هم جدا می‌شود، در نتیجه، ساختمان خاک متراکم می‌گردد. در چنین حالتی در فصول مرطوب، محیط نامساعد و خفه‌کننده‌ای در خاک به‌وجود می‌آید. چون در این صورت هوا و آب نمی‌تواند در خاک نفوذ کند همچنان خاک قادر نیست آب را برای فصل خشکی در خود ذخیره نماید، از نظر شیمیایی و بیولوژیکی شرایط در خاک بسیار نامساعد می‌گردد. در چنین محیطی به‌تدریج موجودات کوچک خاک‌زی (میکروارگانیسم‌ها) از بین می‌روند و مواد آلی خاک تلف می‌شود. بر اثر از بین رفتن مواد آلی، کمبود مواد ازتی خاک نیز ظاهر می‌گردد. با از بین رفتن هوموس و موجودات زنده، خاک حاصلخیزی خود را به‌کلی از دست می‌دهد (کردوانی، ۱۳۸۹).

تغییرات لایه‌ی سطحی خاک در اثر فرسایش پاشمانی به چشم دیده نمی‌شود و این نوع فرسایش به مرور زمان لایه‌ی سطحی و حاصلخیز خاک را خصوصاً در اراضی کشاورزی از بین می‌برد. حال آنکه کشاورزان زمانی به تخریب اراضی‌شان بر اثر فرسایش پاشمانی پی می‌برند که کاهش کمیت و کیفیت محصول را در فصل برداشت مشاهده می‌کنند. از آنجایی که در منطقه‌ی مورد مطالعه کشاورزی غلات و عمدتاً گندم به