



دانشگاه صنعتی اصفهان
دانشکده کشاورزی

اثر زمان وقوع آتش سوزی بر فرسایش خاک در مراتع شیب دار فریدن به کمک
تکنیک سزیم-۱۳۷

پایان نامه کارشناسی ارشد خاک شناسی

شیرین ربیعی

استاد راهنما

دکتر شمس‌ا... ایوبی



دانشگاه صنعتی اصفهان
دانشکده کشاورزی

پایان نامه کارشناسی ارشد خاک شناسی خانم شیرین ربیعی

تحت عنوان

اثر زمان وقوع آتش سوزی بر فرسایش خاک در مراتع شیب دار فریدن به کمک تکنیک
سزیم-۱۳۷

در تاریخ ۱۳۹۳/۱۰/۱۰ توسط کمیته تخصصی زیر مورد بررسی و تصویب نهایی قرار گرفت.

- | | |
|----------------------|-----------------------------|
| دکتر شمس الله ایوبی | ۱- استاد راهنمای پایان نامه |
| دکتر محمد رضا عبدی | ۲- استاد مشاور پایان نامه |
| دکتر محمد رضا مصدقی | ۳- استاد مشاور پایان نامه |
| دکتر حسین خادمی | ۴- استاد داور |
| دکتر محمد مهدی مجیدی | ۵- استاد داور |
| دکتر محمد مهدی مجیدی | سرپرست تحصیلات تکمیلی |

این همه عکس می و نقش نگارین که نمود

یک فروغ رخ ساقی است که در جام افتاد

الهی در دل‌های ما جز تخم محبت مکار و بر جان‌های ما جز الطاف و مرحمت خود منگار و بر کشت‌های ما جز باران رحمت خود مبار. به لطف ما را دست گیر و به کرم، پای دار، الهی حجاب‌ها از راه بردار و ما را به ما مگذار. از پروردگاری بی‌همتایی که هستی ما از اوست، به خاطر تمام نعمت‌هایش سپاسگذارم. بزرگترین سهم، از آن اعضای خانواده‌ام است که در تمام سال‌های زندگی تکیه گاهم بودند. آنان که فرسودنشان، آسودن من بود و در سایه این آسایش، آرامش امروز من حاصل گشت. گر چه نمی‌توانم پاس‌خگوی حتی قطره‌ای از دریای محبتشان باشم، اما از خداوند می‌خواهم مرا یاری کند تا بتوانم آن کس باشم که آنها می‌خواهند. همین‌طور از همسرم، که امیدبخش زندگانی‌ام بوده و همیشه و در هر حال موجب دلگرمی من است، بسیار ممنونم.

از استاد راهنمای بزرگوارم جناب آقای دکتر شمس‌الله ایوبی که در مراحل مختلف این پژوهش با حمایت‌های بی‌دریغ و راهنمایی‌های بی‌شائبه خود مرا یاری رساندند بی‌نهایت سپاس گزارم. از اساتید مشاور فرزانه و گرانقدرم جناب آقای دکتر محمدرضا عبدی و جناب آقای دکتر محمد رضا مصدقی که با نظرات ارزنده خویش در موفقیت این پژوهش و ارتقاء ارزش علمی آن نقش بسزایی داشته، بسیار سپاس‌گزارم. از اساتید داور آقایان دکتر حسین خادمی و دکتر محمد مهدی مجیدی که زحمت داوری این پایان‌نامه را به عهده داشتند، سپاس گزارم. همچنین از اساتید گرامی گروه خاکشناسی دانشگاه صنعتی اصفهان که افتخار شاگردیشان را داشتیم، کمال تشکر را دارم.

شیرین ربیعی

زمستان ۱۳۹۳

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

بخشی از هزینه های این پایان نامه توسط آزمایشگاه
فیزیک هسته‌ای دانشگاه اصفهان تأمین شده است که به
این خاطر تشکر و قدردانی می‌شود.

اگر شایسته باشد؛

تقدیم به مهربان فرشتگانی که:

لحظات ناب باور بودن، لذت و غرور دانستن، جسارت خواستن، عظمت
رسیدن و تمام تجربه‌های یکتا و زیبای زندگیم، مدیون حضور سبز آن-
هاست،

تقدیم به خانواده عزیزم و همسر مهربانم

فهرست مطالب

صفحه

عنوان

فهرست مطالب	نه
فهرست شکل‌ها	دوازده
فهرست جدول‌ها	سیزده
چکیده	۱

فصل اول مقدمه و بررسی منابع

۱-۱- مقدمه	۲
فرضیات	۵
اهداف	۵
۲-۱- فرسایش خاک	۶
۱-۲-۱- اهمیت مطالعه پدیده فرسایش خاک	۶
۲-۲-۱- تقسیم بندی ژنتیکی فرسایش	۸
۳-۲-۱- خسارات ناشی از فرسایش خاک	۸
۴-۲-۱- روش‌های برآورد فرسایش خاک	۹
۵-۲-۱- دلایل اندازه‌گیری فرسایش	۹
۳-۱- روش رادیونوکلئید سزیم - ۱۳۷	۱۰
۱-۳-۱- پرتوزایی طبیعی	۱۰
۲-۳-۱- منابع پرتوزایی	۱۱
۳-۳-۱- انفجارات هسته‌ای و ریزش‌های اتمسفری	۱۱
۴-۳-۱- عنصر رادیواکتیو سزیم - ۱۳۷	۱۲
۵-۳-۱- چرخه فرونشست سزیم - ۱۳۷ در زمین نما	۱۴
۶-۳-۱- ویژگی‌های ویژه تکنیک سزیم - ۱۳۷	۱۷
۷-۳-۱- مقایسه روش سزیم - ۱۳۷ با روش فرمول جهانی هدررفت خاک	۱۸
۸-۳-۱- مزایای اصولی روش سزیم - ۱۳۷	۱۸
۹-۳-۱- مزایای کاربردی سزیم - ۱۳۷	۱۹
۱۰-۳-۱- معایب استفاده از روش سزیم - ۱۳۷	۱۹
۱۱-۳-۱- فرضیات مدل سزیم - ۱۳۷ در محاسبه میزان فرسایش خاک	۲۰
۴-۱- مروری بر پژوهش‌های انجام شده با تکنیک سزیم - ۱۳۷ در برآورد فرسایش خاک	۲۱
۵-۱- پذیرفتاری مغناطیسی	۳۰
۱-۵-۱- رفتارهای مغناطیسی	۳۰

- ۳۰-۱-۵-۲- منشاء پذیرفتاری مغناطیسی در خاک.....
- ۳۱-۱-۵-۳- استفاده از تکنیک پذیرفتاری مغناطیسی در خاکشناسی.....
- ۳۵-۱-۵-۴- پذیرفتاری مغناطیسی و توزیع مجدد خاک.....
- ۳۸-۱-۶- پیامدهای آتش سوزی و گذشت زمان از وقوع آتش سوزی بر ویژگی های خاک و فرسایش خاک.....
- ۳۸-۱-۶-۱- اشدت آتش سوزی.....
- ۳۹-۱-۷- پیامدهای آتش سوزی پوشش گیاهی.....
- ۳۹-۱-۷-۱- پیامدهای غیر مستقیم آتش سوزی پوشش گیاهی.....
- ۴۰-۱-۷-۲- اثر لایه خاکستر باقی مانده از آتش سوزی پوشش گیاهی.....
- ۴۰-۱-۸- اثر آتش سوزی بر مواد آلی خاک.....
- ۴۱-۱-۹- اثر آتش سوزی بر پایداری ساختمان خاک.....
- ۴۲-۱-۱۰- اثر آتش سوزی بر فرآیندها و ویژگی های شیمیایی خاک.....
- ۴۲-۱-۱۰-۱- اثر آتش سوزی بر pH و CEC خاک.....
- ۴۳-۱-۱۰-۲- اثر آتش سوزی بر عناصر غذایی قابل دسترس خاک.....
- ۴۳-۱-۱۱- اثر آتش سوزی پوشش گیاهی بر فرسایش و هدرروی خاک.....
- ۴۵-۱-۱۲- ضرورت انجام تحقیق.....

فصل دوم مواد و روش ها

- ۵۰-۱-۲- معرفی منطقه مورد مطالعه.....
- ۵۰-۱-۱-۲- موقعیت و وسعت.....
- ۵۲-۲- نمونه برداری از نقاط مورد مطالعه.....
- ۵۲-۱-۲- انتخاب نقاط و نمونه برداری خاک.....
- ۵۴-۲-۲- نمونه برداری از نقاط مرجع فرسایش نیافته.....
- ۵۵-۲-۳- مطالعات آزمایشگاهی.....
- ۵۵-۲-۳-۱- آنالیزهای فیزیکوشیمیایی خاک.....
- ۵۶-۲-۳-۲- آنالیزهای سزیم-۱۳۷.....
- ۵۶-۲-۴- آشنایی با دستگاه اسپکترومتری گاما با آشکارساز ژرمانیوم.....
- ۵۷-۲-۴-۱- واسنجی سیستم آشکارساز ژرمانیوم.....
- ۵۸-۲-۴-۲- آماده سازی نمونه ها در اسپکترومتری گاما.....
- ۵۹-۲-۵- محاسبه نرخ فرسایش و رسوب.....
- ۵۹-۲-۵-۱- روش نسبی.....
- ۶۰-۲-۵-۲- روش بیلان وزنی ساده شده.....
- ۶۰-۲- اندازه گیری پارامترهای مغناطیسی.....
- ۶۲-۲-۷- آنالیز داده ها.....

- ۶۲-۷-۱ توصیف آماری داده ها.....۶۲
- ۶۲-۷-۲ تجزیه واریانس و مقایسه میانگین.....۶۲

فصل سوم نتایج و بحث

- ۳-۱-۳ توصیف آماری متغیرها.....۶۴
- ۳-۲-۳ همبستگی بین متغیرها.....۷۲
- ۳-۲-۱-۳ همبستگی سزیم-۱۳۷ با ویژگی های فیزیکوشیمیایی خاک.....۷۲
- ۳-۲-۲-۳ همبستگی سزیم-۱۳۷ با ویژگی های مغناطیسی خاک.....۸۰
- ۳-۲-۳-۳ همبستگی ویژگی های مغناطیسی با ویژگی های فیزیکوشیمیایی خاک.....۸۵
- ۳-۳ روابط رگرسیون بین متغیرها.....۸۶
- ۳-۳-۱ روابط رگرسیون تک متغیره غیرخطی.....۸۶
- ۳-۳-۲ روابط رگرسیون چند متغیره خطی.....۸۸
- ۳-۴ تغییر پذیری مقدار پرتوزایی سزیم-۱۳۷ در سال های مختلف آتش سوزی در موقعیت های سوخته و نسوخته.....۸۹
- ۳-۵ توزیع سزیم-۱۳۷ در نیم رخ خاک در نقطه مرجع.....۹۲
- ۳-۶ درصد هدررفت یا زیاد بود سزیم-۱۳۷ (فرسایش یا رسوب خاک) در سال های مورد مطالعه در مکان سوخته و نسوخته.....۹۳
- ۳-۶-۱ اثر متقابل سال آتش سوزی و مکان سوخته-نسوخته از طرح فاکتوریل دو فاکتوره.....۹۷
- ۳-۷-۳ تغییر پذیری سایر ویژگی های اندازه گیری شده خاک بر اثر آتش سوزی.....۹۸
- ۳-۷-۱-۳ تغییر پذیری مغناطیسی در سال های مختلف آتش سوزی در موقعیت های سوخته و نسوخته.....۹۸
- ۳-۷-۲-۳ تغییر پذیری ویژگی های شیمیایی خاک در منطقه مورد مطالعه.....۱۰۲
- ۳-۷-۳-۳ تغییر پذیری ویژگی های فیزیکی خاک در منطقه مورد مطالعه.....۱۰۴

فصل چهارم: نتیجه گیری کلی و پیشنهاد

- ۴-۱-۳ نتیجه گیری کلی.....۱۰۶
- ۴-۲ پیشنهادها.....۱۰۸
- فهرست منابع.....۱۱۴

فهرست شکل ها

صفحه

عنوان

- شکل ۱-۱ نقشه فرونشست ذرات سزیم-۱۳۷ بر روی زمین در اروپا و آسیا بر اثر حادثه چرنوبیل..... ۱۳
- شکل ۱-۲ شدت ریزش سزیم-۱۳۷ و موجودی سالیانه آن در نیمکره شمالی..... ۱۴
- شکل ۱-۳ چرخه سزیم-۱۳۷ در زمین نما..... ۱۶
- شکل ۱-۴ تعداد مقالات منتشر شده در مورد کاربرد سزیم-۱۳۷ در سال های مختلف..... ۲۱
- شکل ۱-۲-۱ موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه در منطقه فریدونشهر..... ۵۱
- شکل ۲-۲-۲ پراکنش مکانی سایت های سوخته و نسوخته مراتع مورد مطالعه در سال های مختلف..... ۵۳
- شکل ۲-۲-۳ یک نوع دستگاه اسپکترومتر گاما جهت اندازه گیری فعالیت سزیم-۱۳۷..... ۶۰
- شکل ۲-۲-۴ دستگاه MS₂ Meter برای اندازه گیری پارامترهای مغناطیسی خاک..... ۶۱
- شکل ۱-۳-۱ موقعیت بافتی خاک های مورد بررسی روی مثلث بافت خاک..... ۷۰
- شکل ۲-۳-۲ روابط رگرسیون خطی تک متغیره بین سزیم کل و الف (ماده آلی، ب) نیتروژن کل، ج) آهک (د) رس (ذ) شن در خاک های مورد بررسی..... ۷۵
- شکل ۳-۳-۱ روابط خطی پذیرفتاری مغناطیسی در فرکانس پایین با سزیم-۱۳۷ در الف) مکان های نسوخته ب) مکان های سوخته..... ۸۴
- شکل ۳-۳-۲ روابط خطی برازش شده بین محتوای سزیم-۱۳۷ و درصد رس در منطقه مورد مطالعه..... ۸۹
- شکل ۳-۳-۳ روابط خطی برازش شده بین محتوای سزیم-۱۳۷ و درصد شن در منطقه مورد مطالعه..... ۸۷
- شکل ۳-۳-۴ نمایشی از تراکم پوشش گیاهی در دو قسمت سوخته و نسوخته الف) مرتع سال ۱۳۸۰، ب) مرتع سال ۱۳۸۷، ج) مرتع سال ۱۳۹۰..... ۸۹
- شکل ۳-۳-۵ توزیع عمقی پرتوزایی سزیم-۱۳۷ در پروفیل مرجع در منطقه مورد مطالعه..... ۹۳

فهرست جدول ها

عنوان	صفحه
جدول ۱-۳- آماره‌های توصیفی ویژگی‌های اندازه‌گیری شده در سایت سوخته.....	۶۶
جدول ۲-۳- آماره‌های توصیفی ویژگی‌های اندازه‌گیری شده در سایت سوخته.....	۶۷
جدول ۳-۳- ضرایب همبستگی پیرسون بین سزیم- ۱۳۷ و ویژگی‌های خاک در سایت سوخته.....	۷۳
جدول ۴-۳- ضرایب همبستگی پیرسون بین سزیم- ۱۳۷ و ویژگی‌های خاک در سایت سوخته.....	۷۷
جدول ۵-۳- ضرایب همبستگی پیرسون بین سزیم- ۱۳۷ و ویژگی‌های خاک در کل سایت‌های مورد مطالعه.....	۷۹
جدول ۶-۳- ضرایب همبستگی پیرسون بین ویژگی‌های مغناطیسی با دیگر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی خاک در سایت سوخته.....	۸۱
جدول ۷-۳- ضرایب همبستگی پیرسون بین ویژگی‌های مغناطیسی با دیگر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی خاک در سایت سوخته.....	۸۲
جدول ۸-۳- ضرایب همبستگی پیرسون بین ویژگی‌های مغناطیسی با دیگر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی خاک در کل سایت‌های مورد مطالعه.....	۸۳
جدول ۹-۳- معادلات رگرسیون چند متغیره خطی برای (۱) کل نمونه‌ها (۲) سایت سوخته (۳) سایت سوخته.....	۸۸
جدول ۱۰-۳- تجزیه واریانس برای اثر متقابل سال‌های مختلف آتش‌سوزی در مکان‌های مختلف بر میزان محتوای سزیم- ۱۳۷.....	۸۹
جدول ۱۱-۳- اثر متقابل سال‌های مختلف آتش‌سوزی در مکان‌های مختلف بر میزان محتوای سزیم- ۱۳۷.....	۸۹
جدول ۱۲-۳- مقایسه میانگین پرتوزایی سزیم- ۱۳۷ و میزان هدررفت سزیم خاک بین سال‌های مختلف در مکان‌های سوخته و سوخته نسبت به مکان مرجع.....	۹۵
جدول ۱۳-۳- جدول مقایسه میانگین فرسایش خاک محاسبه شده بین مکان‌های سوخته و سوخته در سه سال مختلف آتش‌سوزی.....	۹۵
جدول ۱۴-۳- تجزیه واریانس سال و آتش‌سوزی بر فرسایش خاک به روش سزیم- ۱۳۷.....	۹۷
جدول ۱۵-۳- مقایسه میانگین بین ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک در سه سال مختلف (سوخته و سوخته) منطقه مورد مطالعه.....	۹۹
جدول ۱۶-۳- مقایسه میانگین ویژگی‌های مختلف در دو مکان سوخته و سوخته (در سه سال مختلف) منطقه مورد مطالعه.....	۱۰۰

چکیده

عوامل مختلفی در تخریب پوشش گیاهی اکوسیستم‌های مرتعی نقش دارند که یکی از مهم‌ترین آن‌ها آتش‌سوزی می‌باشد. پژوهشگران از گذشته در پی این بودند که با استفاده از روش‌های مختلف بتوانند میزان فرسایش را در اراضی مختلف محاسبه نمایند. استفاده از عناصر رادیو اکتیو مصنوعی با تشعشع گامای بالا و نیم‌عمر ۳۰/۲ سال می‌باشد که در سال‌های ۱۹۵۰-۱۹۷۰ در اثر انفجارهای هسته‌ای همراه با بارش باران وارد جو زمین شد. فرآیندهای فیزیکی از قبیل فرسایش و خاکورزی از دلایل اصلی توزیع مجدد سزیم در خاک می‌باشند. روش‌های مغناطیسی نیز روش‌هایی دقیق، غیرمخرب، سریع و نسبتاً ساده بوده که در پژوهش‌های فرسایش خاک مورد استفاده قرار می‌گیرد. شهرستان فریدونشهر در استان اصفهان از مناطقی است که هر ساله سطح وسیعی از مراتع آن دچار آتش‌سوزی می‌شود و طبیعتاً در اثر فعالیت‌های نادرست بشری در این منطقه، شدت فرسایش خاک فراتر از حد طبیعی است، بنابراین جهت انجام عملیات حفاظت خاک و آب، بدست آوردن اطلاعات معتبر در مورد فرسایش ضروری می‌باشد. این پژوهش با هدف بررسی اثر زمان وقوع آتش‌سوزی بر فرسایش‌پذیری خاک‌ها در بخشی از مراتع، در شهرستان فریدونشهر با استفاده از تکنیک سزیم-۱۳۷ انجام گرفت. در این مطالعه سه مرتع که در سال‌های ۱۳۸۰، ۱۳۸۷ و ۱۳۹۰ بخشی از آن‌ها به دلایل انسانی دچار آتش‌سوزی شده و بخشی از آن‌ها سوخته نشده‌اند، انتخاب شد. در هر مرتع در دو سایت سوخته و نسوخته مجموعاً در شش نقطه در اعماق ۰-۲/۵، ۵-۲/۵، ۱۰-۵، ۲۰-۱۰ و ۴۰-۲۰ سانتی‌متر و نمونه برداری صورت گرفت. دستگاه اسپکترومتری اشعه گاما برای آنالیز سزیم-۱۳۷ مورد استفاده قرار گرفت. پارامترهای مغناطیسی نمونه‌های خاک نیز بوسیله دستگاه Bartington در دو فرکانس ۰/۴۶ و ۴/۶ کیلوهرتز اندازه‌گیری شدند. هم‌چنین در تمامی نمونه‌های خاک ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی مانند درصد ماده آلی، آهنک، نیتروژن کل، پتاسیم و فسفر قابل استفاده و درصد رس، سیلت، شن و چگالی ظاهری خاک نیز اندازه‌گیری شد. نتایج این پژوهش با بررسی اثرات کوتاه مدت و بلند مدت آتش‌سوزی بر ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و مغناطیسی خاک، و فرسایش‌پذیری خاک به کمک تکنیک سزیم-۱۳۷ شرح داده شده است. هم‌چنین مقایسه بین سایت‌های سوخته و نسوخته در هر مرتع انجام گرفته و نتایج حاصل از آن بررسی شدند. با تجزیه واریانس داده‌ها و مقایسه میانگین‌ها بر اساس طرح فاکتوریل (سال آتش‌سوزی و رخداد)، در قالب طرح کاملاً تصادفی، اثر متقابل این دو پارامتر بر فرسایش خاک، مورد بررسی قرار گرفت. نتایج بدست آمده نشان داد که از میان ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی و مغناطیسی خاک، سزیم-۱۳۷ در سایت‌های سوخته با درصد رس ($I=0/87$) بیشترین همبستگی را دارد و در سایت‌های نسوخته نیز بیشترین همبستگی سزیم-۱۳۷ با درصد رس ($I=0/94$) بدست آمده است. با استفاده از روش سزیم-۱۳۷ میانگین هدررفت خاک در سایت‌های سوخته با مدل نسبی و بیلان وزنی ساده شده به ترتیب برابر $30/87$ و $38/91$ تن در هکتار در سال و در سایت‌های نسوخته به ترتیب برابر $18/67$ و $23/02$ تن در هکتار در سال بوده است. در نتیجه بین سایت‌های سوخته و نسوخته در سه سال مورد مطالعه (در سطح ۵ درصد) اختلاف معنی‌دار وجود داشته بطوری‌که فرسایش خاک در سایت‌های سوخته بیشتر بوده است. هم‌چنین میانگین هدرروی خاک در سه سال مختلف، نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار (در سطح ۵ درصد) میان سال‌های ۱۳۸۰ و ۱۳۸۷ با سال ۱۳۹۰ بوده است. میزان فرسایش خاک با مدل نسبی برای سال ۱۳۸۰ برابر $17/84$ ، سال ۱۳۸۷ برابر $19/77$ و سال ۱۳۹۰ برابر $34/20$ تن در هکتار در سال بوده است. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت هرچه مدت زمان بیشتری از وقوع آتش‌سوزی می‌گذرد فرسایش‌پذیری خاک کمتر شده است. بخش‌های سوخته مراتع به‌طور کلی دارای نرخ فرسایش بیشتری بوده و میزان هدرروی سزیم در آن‌ها بیشتر است. با گذشت زمان بیشتر از آتش‌سوزی با احیای پوشش گیاهی شرایط خاک بهبود یافته و از فرسایش خاک کاسته می‌شود. هم‌چنین نتایج کلی این پژوهش نشان داد که همبستگی قوی و معنی‌داری بین محتوای سزیم-۱۳۷ و مقدار پذیرفتاری مغناطیسی در خاک وجود دارد، بنابراین می‌توان از تکنیک پذیرفتاری مغناطیسی به عنوان روشی سریع و ارزان قیمت به جای تکنیک پر هزینه و وقت‌گیر سزیم-۱۳۷ در بررسی توزیع مجدد خاک طی فرآیند آتش‌سوزی و فرسایش خاک استفاده کرد.

واژه‌های کلیدی: توزیع مجدد خاک، فرسایش خاک، آتش‌سوزی، سزیم-۱۳۷، پذیرفتاری مغناطیسی خاک

فصل اول

مقدمه و بررسی منابع

۱-۱- مقدمه

امروزه فرسایش خاک و به دنبال آن تشکیل رسوب به عنوان یک نگرانی جدی در سراسر جهان به‌ویژه در نواحی تپه ماهوری مطرح است. فرسایش و رسوب امروزه یکی از مهمترین موانع دستیابی به توسعه کشاورزی پایدار و منابع طبیعی است [۳۸، ۱۳۵].

افزایش جمعیت و نیاز روزافزون به غذا در قرن اخیر، کشاورزان کشورهای مختلف را به سوی بهره‌گیری از زمین‌های نامرغوب حاشیه‌ای همچون جنگل‌ها و مراتع سوق داده است. این در حالی است که زمین‌های حاشیه‌ای دارای استعداد فرسایش زیاد و پتانسیل تولید کمی هستند. فعالیت‌های غیراصولی انسان مانند، چرای مفرط دام، جنگل‌تراشی، تبدیل مراتع به دیم‌زارهای کم‌بازده و... پیامدی جز فرسایش خاک ندارند [۲۷، ۴۰، ۱۱۶ و ۱۹۳].

به دست آوردن اطلاعات کمی معتبر از سرعت و وسعت فرسایش خاک یک نیاز ضروری است. به همین منظور تلاش‌های زیادی صورت گرفته تا روش‌های کمی و کیفی جهت برآورد مقدار فرسایش و تجمع رسوب ارائه گردد. این روش‌ها از روابط ساده تا مدل‌های پیچیده فرسایش و رسوب را شامل می‌شود که هر یک دارای محاسن و معایبی بوده‌اند [۱۵۳، ۱۶۲ و ۱۶۶].

پوشش گیاهی در هر منطقه حافظ اصلی منابع آب و خاک می‌باشد. بنابراین حفظ، احیاء و اصلاح آن از اساسی‌ترین و عملی‌ترین شیوه‌های مبارزه با فرآیند فرسایش خاک و جلوگیری از بروز سیل و خشک‌سالی است. امروزه کم‌تر کسی است که از اهمیت پوشش گیاهی و نقش حیاتی آن در زندگی انسان مطلع نبوده و یا حداقل با برخی از ارزش‌های زیستی آن آشنا نباشد. گیاهان با تثبیت انرژی خورشید به عنوان مهم‌ترین منبع تولید و تأمین‌کننده انرژی مورد نیاز سیستم‌های طبیعی و زیستی عمل می‌کنند به طوری که به عنوان اصلی‌ترین تولیدکننده در اکوسیستم زمین و کره خاکی شناخته می‌شوند [۹].

قسمت عمده‌ی عرصه‌های منابع طبیعی به صورت مراتع است. از بین عوامل مختلف نابودکننده جنگل‌ها و مراتع، آتش خطرناک‌ترین عامل به حساب می‌آید. انسان همیشه به صورت عمد و یا غیرعمد و مستقیم یا غیرمستقیم باعث آتش‌سوزی جنگل‌ها و مراتع می‌شود. آتش‌سوزی جنگل‌ها و مراتع یک مشکل جهانی است و اثرات متفاوتی بسته به شرایط آن بر ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک می‌گذارد [۷]. سالانه سطح زیادی از جنگل‌ها و مراتع دنیا دچار آتش‌سوزی می‌شوند. این مسئله نه تنها باعث نابودی پوشش گیاهی بلکه باعث اختلال در فرایندهای هیدرولوژیکی، افزایش فرسایش خاک و روان‌آب تولیدی از این مناطق می‌شود [۷].

در مقیاس جهانی نزدیک به ۵۰ درصد مراتع در اثر فعالیت‌های انسانی به طور معنی‌داری تغییر یافته است [۶۱]. در چهار قرن گذشته حدود ۳۰ درصد از زمین‌های جنگلی و مراتع طبیعی، تبدیل به زمین‌های کشاورزی شده است. حدود ۱۱/۴ میلیون کیلومتر مربع از جنگل‌ها و ۶/۷ میلیون کیلومتر مربع از مراتع بکر و علفزارهای استوایی کاهش یافته و به زمین‌های کشاورزی تبدیل شده است. این موضوع سبب هدررفت کربن آلی خاک و تولید CO₂ و ورود آن به اتمسفر شده است [۶۰].

به طور کلی می‌توان گفت که در حال حاضر بیش‌تر آتش‌سوزی‌های مراتع بخاطر فعالیت‌های انسانی ایجاد شده و تنها بخش کمی از آنها در اثر عوامل طبیعی محیطی رخ می‌دهد. آتش‌سوزی پوشش گیاهی پدیده‌ای بوده که در اکثر نواحی گرم‌سیری، معتدل و سردسیر رخ می‌دهد [۱۴۴].

از آنجا که مراتع استپی در ایران اغلب دارای گیاهان بوته‌ای چوبی همراه با گندمیان است بر اثر چرای بی‌رویه و حذف شتر از گله‌ها گیاهان بوته‌ای خاردار گسترش زیادی داشته‌اند و این مسئله موجب کاهش کیفیت مراتع شده است. برای جلوگیری از گسترش گیاهان مهاجم خاردار روش‌های مختلفی ارائه شده که یکی از آن‌ها سوزاندن است [۷]. سوزاندن پوشش گیاهی توسط انسان و یا آتش‌سوزی‌های طبیعی در سرتاسر جهان به طور وسیعی رخ می‌دهد و باعث انتشار مقادیر زیادی از گازها و ذرات معلق در اتمسفر می‌شود [۱۲]. وقوع این رخداد به نوع و وضعیت گیاه اقلیم و نوع کاربری زمین بستگی دارد. در مقیاس جهانی آتش‌سوزی‌هایی که

توسط انسان شکل می‌گیرد به مراتب بیش‌تر از آتش‌سوزی‌های طبیعی است [۱۴۴]. در عرض‌های جغرافیایی شمالی که پوشش جنگلی فراوان‌تر است، رعد و برق عامل اصلی آتش‌سوزی می‌باشد [۱۷۷]. همان‌طور که گفته شد از جمله عوامل تخریب مراتع می‌توان به سوزاندن پوشش گیاهی مراتع اشاره کرد. آتش‌سوزی مراتع اغلب توسط دامداران و گاهی نیز ناخواسته و بدون دلیل نیز صورت می‌گیرد. دامداران معمولاً از سوزاندن مراتع به عنوان ابزاری برای رشد گونه‌های گیاهی خوش‌خوراک دام استفاده می‌کنند [۴۸]. در دهه‌های اخیر بر اثر چرای بی‌رویه، سهم گیاهان بوته‌ای خاردار افزایش چشم‌گیری یافته که این مسأله موجب کاهش کیفیت مراتع شده است. بنابراین یکی از ساده‌ترین و کم‌هزینه‌ترین روش‌های حذف گیاهان بوته‌ای چوبی سوزاندن آن‌ها می‌باشد [۱۳].

سوزاندن بقایای گیاهی از قدیم مرسوم بوده است، از نظر تاریخی رومی‌ها و سایر ساکنان مدیترانه بیش از ۲۰۰۰ سال پیش این کار را انجام می‌دادند. سرخ پوستان ساکن آمریکا نیز گاهی برای به‌دست آوردن محصول بیشتر چمن‌زارها را آتش می‌زدند [۷۷]. این روش در ایران برای جلوگیری از گسترش گیاهان مهاجم خاردار در پروژه‌های اصلاح مراتع به کار نمی‌رود ولی در کشورهای دیگر مانند استرالیا آمریکا به عنوان یک روش اصلاحی محسوب می‌شود [۱۳].

آتش یک عامل شناخته‌شده زیست‌محیطی می‌باشد که اهمیت زیاد و مؤثری در چرخه مواد غذایی و پویایی پوشش گیاهی دارد. تأثیر آتش‌سوزی بر جانداران خاک و معدنی شدن کربن تحت تأثیر چند عامل مختلف قرار دارد که تأثیر جانداران بر خاک و به نوبه خود پویایی مواد آلی خاک را نیز ممکن است تحت تأثیر قرار دهد. این عوامل شامل گندزدایی مستقیم، تشکیل خاکستر، ذغال چوب، تغییر عوامل تشکیل‌دهنده خاک و ساختار میکروفلور و کل سیستم تغذیه‌ای یعنی تغییر در پوشش گیاهی مؤثر بر ویژگی‌های خاک می‌باشد. آتش‌سوزی در درازمدت باعث کاهش شدید زیست توده میکروبی خاک می‌شود در حالی که در کوتاه‌مدت می‌تواند سبب افزایش جمعیت ریزجانداران خاک شود که علت آن دسترسی ناگهانی این جانداران به مواد معدنی، افزایش pH و دیگر تغییرات شیمیایی خاک است [۹۵]. با وجود این، تأثیر آتش‌سوزی بر ریزجانداران خاک بسته به شدت آتش‌سوزی و پوشش گیاهی متغیر است [۲۰]. سوزاندن مراتع در کوتاه‌مدت ممکن است به دلیل کاهش نفوذ آب به خاک، تخریب ساختمان و کاهش مواد آلی خاک، از بین رفتن گونه‌های گیاهی چندساله، ایجاد روان‌آب و فرسایش، پتانسیل تولید مراتع را کاهش دهد [۱۳۱].

از سوی دیگر تبدیل مستقیم عناصر از فرم آلی به فرم معدنی در حین آتش سوزی می تواند بر چرخه عناصر غذایی و فراهمی عناصر در طول سال های اول پس از آتش سوزی مؤثر باشد. سوختن مواد آلی، جذب و گنجایش نگه داشت آب را در لایه رویین خاک کاهش داده و مقادیر قابل توجهی عناصر غذایی قابل دسترس را آزاد می کند که این عناصر می توانند یک منبع مهم برای رشد مجدد بوته ها پس از آتش سوزی باشند. خاکستر حاصل از آتش سوزی به دلیل اینکه دارای یون های قلیایی است می تواند pH و رسانایی الکتریکی خاک را افزایش دهد. در زمین های با pH کم (اسیدی)، افزایش pH خاک یکی از پیامدهای سودمند آتش سوزی است زیرا فراهمی عناصر غذایی را افزایش می دهد [۶۷].

خشک سالی و آتش سوزی وقایع تنش زای همه جانبه ای می باشند که بر عملکرد اکوسیستم های منابع طبیعی تأثیر گذاشته و سبب فرسایش خاک و تغییر چرخه کربن و پوشش زمین ها می گردند [۱۸۲]. پژوهش ها در زمینه مدیریت آتش سوزی باعث می شود که مدیران و برنامه ریزان مبارزه با بحران آتش - سوزی بتوانند اثرهای آتش سوزی بر اکوسیستم های مختلف را شناسایی کرده و برای مبارزه با این بحران برنامه های مدیریتی پیشرفته تری تنظیم کنند [۳۸]. آتش سوزی جنگل ها و مراتع نه تنها از دیدگاه محیط - زیست بلکه از نظر اقتصادی، اجتماعی و امنیتی نیز یکی از اصلی ترین نگرانی ها در بسیاری از نقاط جهان می باشد [۸۹].

فرضیات

- ۱) در مراتع با سن آتش سوزی بیش تر میزان هدررفت خاک نسبت به مراتع نسوخته مجاور بیشتر می باشد.
- ۲) با افزایش سن آتش سوزی برخی ویژگی های کیفیت خاک بهبود پیدا کرده اند ولی ممکن است هنوز به شرایط مرتع اولیه نرسیده باشند.
- ۳) همبستگی معنی دار بین برخی ویژگی های خاک مانند کربن آلی، نیتروژن کل و توزیع اندازه ذرات با مقدار سزیم-۱۳۷ خاک و پذیرفتاری مغناطیسی وجود دارد.
- ۴) در نقاط فرسایش یافته توزیع عمودی سزیم کاهشی است و در صورت رسوب گذاری توزیع عمودی نوسان نشان می دهد.

اهداف

- ۱) بررسی اثر زمان وقوع آتش سوزی بر توزیع مجدد خاک (فرسایش و رسوب) به کمک تکنیک سزیم-۱۳۷.

۲) بررسی اثر زمان وقوع آتش‌سوزی بر برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک در مراتع شیبدار منطقه.

۳) بررسی همبستگی بین برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک با محتوای سزیم-۱۳۷ و پذیرفتاری مغناطیسی در خاک‌های مورد مطالعه.

۱-۲-۲- فرسایش خاک

کلمه فرسایش که در زبان انگلیسی و فرانسه به آن اروژن و اروژیون^۱ گفته می‌شود و دارای منشأ لاتین و معنی تحت‌اللفظی آن به معنی ساییدگی و خوردگی است، به سائیده شدن سطح زمین گفته می‌شود. زاخار^۲ اظهار می‌دارد که این واژه اولین بار توسط پنک^۳ در سال ۱۹۸۴ در زمین‌شناسی و برای توصیف فرآیند شکل‌گیری دره‌ها به کار گرفته شد. اما به تدریج در اوایل قرن بیستم واژه فرسایش خاک توسط دانشمندانی چون بنت^۴ (آمریکا)، کوزومنکو^۵ (روسیه)، شولتز^۶ (آلمان) و بولینگ^۷ (فرانسه) به کار گرفته شد [۱۶، ۳۵]. فرسایش فرآیندی است که در آن ذرات خاک توسط عوامل فرساینده از بستر اصلی خود جدا شده و توسط یکی از عوامل انتقال‌دهنده به مکان دیگری حمل می‌شود. چنانچه عامل جداکننده و انتقال‌دهنده ذرات، آب، باد و یخچال باشد به ترتیب فرسایش آبی، بادی و یخچالی گویند [۱۶، ۳۵]. فرسایش خاک یک فرآیند طبیعی است، ولی عواملی در تسریع فرآیند و تشدید آن دخالت دارند که نتیجه فعالیت‌های غیراصولی انسان در جریان تولید می‌باشد [۱۶، ۶۲ و ۱۷۵].

۱-۲-۱- اهمیت مطالعه پدیده فرسایش خاک

بدون شک می‌توان گفت که خاک، یکی از منابع طبیعی مهم و شاید مهم‌ترین زیربنای تمدن هر کشوری است. امروزه بررسی‌ها و پژوهش‌های مختلف نشان می‌دهد که بشر به شکل‌های مختلف، خاک را تحت تأثیر قرار می‌دهد که متأسفانه اکثراً با پیامدهای منفی همراه است. بنابراین با توجه به اهمیتی که خاک در ارتباط با تأمین غذای جمعیت رو به رشد جهان ایفا می‌کند، شناخت کلیه ویژگی‌های خاک و

1-Erosion

2-Zachar

3-Pank

4-Bennet

5-Kozmenko

6-Schultze

7-Bauling

عوامل تخریب آن ضروری است [۱۱۲]. این بررسی‌ها باعث خواهد شد تا منابع موجود به گونه‌ای مورد استفاده قرار گیرند که ضمن تأمین غذای جمعیت رو به رشد جهان، پایداری و پویایی خاک حفظ شود. تمدن‌های بزرگ بشری در مناطقی از جهان به رشد و شکوفایی رسیده‌اند که خاک آن‌ها از کیفیت خوب و مناسبی برخوردار بوده است [۱۱۲، ۴۹].

فرسایش خاک یکی از مهم‌ترین مسائل اقتصادی، زیست محیطی و کشاورزی در جهان است و امروزه به عنوان خطری برای رفاه انسان و حتی برای حیات او به شمار می‌آید. فرسایش و رسوب تحولاتی طبیعی هستند که باعث شکل گرفتن سطح زمین می‌گردند، اما این تحولات در اثر فعالیت‌های غلط و مدیریت ناپایدار بشری همچون تخریب جنگل‌ها، چرای بی‌رویه دام و عملیات زراعی نامناسب، رها کردن زمین، آتش‌سوزی جنگل‌ها و مراتع، تغییر کاربری اراضی، کشت روی اراضی شیبدار و ساختمان‌سازی تشدید می‌شوند. بنابراین زمین‌نمایی که فعالیت‌های بشر در آنها در حال توسعه است، به طور رایجی در حال انتقال از فرسایش طبیعی به فرسایش تشدید می‌شوند، که این امر منابع خاک و قابلیت تحمل اکوسیستم‌های طبیعی را به شدت تهدید می‌کند [۳۵، ۸۵، ۱۳۳، ۱۳۷ و ۱۹۴].

شرایط محیطی، نوع و میزان فرسایش ایجادشده در یک منطقه خاص را تعیین می‌کند. این شرایط شامل اقلیم، توپوگرافی، خاک، پوشش اراضی و تغییر کاربری اراضی می‌باشند. انسان با شخم و شیارداری اراضی شیبدار، بسیار سریع‌تر و مؤثرتر از جانوران حفار موجب به هم خوردن و هوادیدگی خاک می‌گردد و با این اعمال در حقیقت تمامی پدیده‌های فیزیکی که فرسایش یکی از آنها است، تشدید می‌شود [۹، ۱۴۲ و ۱۴۴]. در مجموع، فعالیت‌های کشاورزی معمولاً همراه با تشدید فرسایش بوده که در شرایط خاص محسوس می‌باشد. افق سطحی خاک اغلب دارای مقدار مشخصی از مواد آلی است که باعث بهبود نفوذ و افزایش ظرفیت نگهداری آب می‌شود. علاوه بر این حمل افق سطحی می‌تواند باعث افزایش فرسایش افق‌های زیرین خاک شود [۹، ۱۴۲، ۱۴۴ و ۱۵۹].

در بیشتر کشورهای جهان سوم جمعیت روستایی برای امرار معاش به زمین وابسته می‌باشند. این جمعیت روستایی خیلی سریع رشد کرده و اثرهای زیادی روی منابع می‌گذارند. از این آثار می‌توان تغییر کاربری اراضی و پوشش زمین را نام برد.

تخریب منابع طبیعی از جمله مرتع و جنگل، منتج به کاهش سطح این نواحی و تبدیل آنها به کاربری دیگر می‌شود که تحت سیستم مدیریت انسان می‌باشند. بیشترین افزایش زمین‌های کشاورزی در آسیا در ۳۰ سال گذشته و به خصوص دهه قبل بوده است که قسمت‌هایی از آسیا به دلیل چرای بیش از حد و کشت و کار بیابانی شده‌اند [۴۶، ۵۰ و ۶۴].

فرسایش و رسوب ممکن است به چالش‌های اساسی اجتماعی مانند رها کردن زمین و کاهش جوامع روستایی منجر شود، خسارت ناشی از فرسایش خاک و از دست رفتن منابع غذایی آن در کشور، سالانه بالغ بر ۷/۲ میلیارد دلار برآورد شده است [۹، ۱۰۵، ۱۱۴ و ۱۹۲].

در دنیا سالانه حدود ۸۰ میلیارد تن خاک حاصلخیز به دلیل فرسایش از بین می‌رود که ۱۶ میلیارد تن این مقدار مربوط به آسیا می‌باشد و یک هشتم آن مربوط به ایران می‌باشد. جلالیان و همکاران (۱۳۷۳) بر اساس تجزیه و تحلیل آماری ۱۲۰ ایستگاه رسوب‌سنجی و هیدرومتری میانگین فرسایش خاک در ایران را ۲۵۰۰ تن بر کیلومتر مربع در سال گزارش کردند، که حدوداً ۳/۴ برابر میانگین فرسایش جهانی است [۹، ۱].

به دست آوردن دانسته‌های کافی و معتبر از سرعت، مقدار و همچنین توزیع مکانی فرسایش و رسوب در یک منطقه برای طراحی برنامه‌های حفاظت آب و خاک یک نیاز ضروری می‌باشد [۳۸، ۴۷، ۶۱، ۹۲ و ۱۲۱].

۱-۲-۲- تقسیم‌بندی ژنتیکی فرسایش خاک

فرسایش از نظر منشأ به دو دسته فرسایش طبیعی و تسریعی (تشدیدی یا مخرب) تقسیم می‌شود: فرسایش طبیعی، بخشی از فرسایش است که صرفاً تحت تأثیر عوامل طبیعی و بدون دخالت بشر از سطح زمین صورت می‌گیرد. منشأ فرسایش طبیعی یا ژئولوژیک، عوامل طبیعی هستند و بسیار کند صورت می‌گیرد. دخالت‌های مستقیم و غیرمستقیم انسان در منابع آب، خاک و گیاه یک حوضه آبخیز سبب افزایش و تسریع فرسایش می‌گردد. فرسایش ایجادشده در اثر این دخالت‌ها را «فرسایش تسریعی» می‌نامند [۱۶ و ۳۵].

۱-۲-۳- خسارات ناشی از فرسایش خاک

خسارات ناشی از فرسایش را به دو صورت می‌توان بیان کرد: بر اساس ادبیات اقتصادی فرسایش خاک، فرسایش دو نوع هزینه ایجاد می‌کند. نوع اول، هزینه‌های درون‌مزرعه‌ای (خصوصی) است که از کاهش عملکرد محصول و افزایش عملکرد محصول و افزایش هزینه‌های تولید حاصل می‌شود. نوع دوم، هزینه‌های خارجی یا برون‌مزرعه‌ای ناشی از آلودگی‌های محیط زیست و رودخانه‌ها می‌باشد [۱۶۵، ۱۸۱ و ۱۷۹].

برخی پیامدهای درون مزرعه‌ای فرسایش عبارتند از: هدررفت خاک، عناصر غذایی و کاهش مواد آلی که باعث کاهش حاصلخیزی خاک می‌شود. همچنین فرسایش باعث متلاشی شدن خاکدانه‌ها و کلوخه‌ها شده و تخریب ساختمان خاک را به دنبال دارد [۳۸ و ۵۴]. فرسایش عمق خاک قابل کشاورزی و همچنین رطوبت قابل دسترس خاک را کاهش داده و در نتیجه شرایط را بیشتر برای خشکسالی مهیا می‌کند. فرسایش خاک، کاهش نفوذ آبی خاک در اثر اشباع لایه‌های رسی و کاهش آب‌های زیرزمینی و نیز اختلال در نظم و ترتیب و تقسیم نیروی ماشینی و انسانی و... را به دنبال دارد [۳۸، ۵۴ و ۱۵۰].

برخی از پیامدهای خارجی یا برون مزرعه‌ای فرسایش عبارتند از: افزایش رسوب گذاری در پائین دست رودخانه یا در جهت باد، کاهش ظرفیت رودخانه‌ها، آبراهه‌ها، مخازن و سدها و همچنین مسدود کردن کانال‌های آبیاری و کاهش عمر مفید سدها، افزایش خطر سیل (افزایش مقدار رواناب و در نتیجه افزایش خطر سیل و فرسایش)، ایجاد آلودگی به وسیله رسوبات و مواد شیمیایی و سموم همراه رسوبات، همچنین کاهش کیفیت آب، کاهش محصول در مناطق واقع شده در پایین دست به خاطر آثار سیلاب و آلودگی آب‌ها و رسوبات، ایجاد اختلال در زندگی وحوش و آبیان و از بین بردن کمیّت و کیفیت غذای آنها و گل‌آلود کردن آب‌ها و همچنین هدر رفتن آب ضمن فرسایش به علت کاهش نگهداشت آب در خاک را به دنبال دارد. کربن نگه داشته شده در خاک به وسیله رس‌ها و محتوای آلی خاک به صورت دی‌اکسید کربن آزاد شده وارد اتمسفر می‌شود. تخمین زده می‌شود سالانه حدود $1/14 \text{ PgC}$ به اتمسفر وارد می‌شود [۱۶، ۳۸، ۹۲، ۱۶۲ و ۱۹۵].

۱-۲-۴- دلایل اندازه‌گیری فرسایش خاک

موارد زیر را می‌توان مهم‌ترین دلایل برآورد و اندازه‌گیری فرسایش در یک منطقه عنوان کرد:

۱- تعیین آثار محیطی فرسایش و فعالیت‌های حفاظتی.

۲- پژوهش‌های علمی فرسایش خاک.

۳- توسعه و ارزیابی فناوری کنترل فرسایش خاک.

۴- توسعه فناوری پیش‌بینی فرسایش خاک.

۵- اختصاص دادن منابع و توسعه مقررات روش‌ها و برنامه‌های حفاظت خاک [۱۷۰].

مورگان (۱۹۸۶) اهداف یا دلایل مطالعه فرسایش را این چنین بیان می‌کند: این گونه پژوهش‌ها به دنبال آن هستند تا وضعیت تعادل بین هدررفت و میزان تشکیل آن از مواد بستری را مورد بررسی قرار دهند. نتایج حاصل اگر یک عدم تعادل جدی بین این دو پدیده را نشان دهد، گویای این است که این