

راهنمایی برای ارزیابی فرسایش خاک و رسوبگذاری با استفاده از رادیونوکلئیدهای زیست‌محیطی

تالیف

اف. زاپاتا

ترجمه

دکتر محمدرضا جوادی

(استادیار گروه منابع طبیعی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد نور)

مهندس مونا فرنوش

(دانش آموخته کارشناسی ارشد مرتعداری، دانشگاه آزاد اسلامی واحد نور)



۱۳۹۹



عنوان و نام پدیدآور	: راهنمایی برای ارزیابی فرسایش خاک و رسوب گذاری با استفاده از رادیونوکلئیدهای زیست محیطی / [اف. زاپاتا]؛ مترجمان محمدرضا جوادی، مونا فرنوش.
مشخصات نشر	: ساری: جهاد دانشگاهی، سازمان انتشارات، واحد مازندران، ۱۳۹۹.
مشخصات ظاهری	: ۳۶۵ص.
شابک	: ۹۷۸-۶۲۲-۷۳۱-۰۳۸-۲
وضعیت فهرست نویسی	: فیبا
یادداشت	: عنوان اصلی: Handbook for the assessment of soil erosion and sedimentation using environmental radionuclides, c۲۰۰۲.
موضوع	: خاک -- فرسایش -- اندازه گیری
موضوع	: Soil erosion-- Measurement
موضوع	: رسوب -- اندازه گیری
موضوع	: Sedimentation and deposition -- Measurement
موضوع	: ردیاب های پرتوزا در خاک شناسی
موضوع	: Radioactive tracers in soil science
شناسه افزوده	: زاپاتا، اف. ویراستار
شناسه افزوده	: Zapata, F
شناسه افزوده	: جوادی، محمدرضا، ۱۳۵۶- مترجم
شناسه افزوده	: فرنوش، مونا، ۱۳۶۴- مترجم
شناسه افزوده	: جهاد دانشگاهی، سازمان انتشارات، واحد مازندران
شناسه افزوده	: Mazandaran BranchPress Organization Jahade Daneshgahi
شناسه افزوده	: S۶۲۳
رده بندی کنگره	: ۶۳۱/۴۵
رده بندی دیویی	: ۶۳۱/۴۵
شماره کتابشناسی ملی	: ۷۵۲۸.۵۱

راهنمایی برای ارزیابی فرسایش خاک و رسوب گذاری با استفاده از رادیونوکلئیدهای زیست محیطی

تالیف: اف.زاپاتا

ترجمه: محمدرضا جوادی و مونا فرنوش

ناشر: ساری- جهاد دانشگاهی، سازمان انتشارات شعبه مازندران.

نوبت چاپ: اول/ ۱۳۹۹

شمارگان: ۱۰۰۰

قیمت: ۶۰۰۰۰ تومان

شابک: ۹۷۸-۶۲۲-۷۳۱-۰۳۸-۲



سازمان انتشارات شعبه مازندران

ساری- خیابان امیرمازندرانی-خیابان وصال- جهاد دانشگاهی مازندران- صندوق پستی: ۶۸۱۷۵-۱۶۴۷

پیشگفتار مولف

این کتاب به مباحث فرسایش خاک و رسوبگذاری اختصاص دارد. فرسایش خاک و (سرعت) ته‌نشینی رسوب مرتبط با آن از جمله فرآیندهای طبیعی شکل دهنده‌ی سیمای زمین (زمین‌نما) می‌باشند که می‌توانند به صورت گسترده‌ای توسط دخالت انسان از طریق اعمالی نظیر جنگل‌زدایی، چرای مفرط (دام)، و نیز فعالیتهای کشاورزی نابایدار تسریع شوند. فرسایش خاک و رسوبگذاری، نه تنها می‌توانند موجب تخریب در داخل سایت (داخل مزرعه یا محل وقوع) منابع طبیعی پایه شوند؛ بلکه همچنین می‌توانند از طریق مشکلات خارج از سایت (خارج از مزرعه یا محل وقوع) نظیر ته‌نشینی رسوب پایاب (پایین دست) در مزارع، دشت‌های سیلابی و مخازن آبی؛ آلودگی آب، به‌پروردگی^۱، لجن‌زایی مخازن^۲ و غیره، منجر به صدمات اقتصادی و زیست محیطی جدی شوند.

نیاز مبرم به اطلاعات دقیق، جهت مشخص کردن (ابعاد) مسئله و حمایت از انتخاب تکنولوژی‌های مؤثر حفاظت خاک و استراتژی‌هایی برای علاج (جلوگیری از) رسوبگذاری شامل ارزیابی اثرات زیست محیطی و اقتصادی، احساس می‌گردد. تکنیک‌های کلاسیک موجود جهت مستندسازی (در جزئیات) فرسایش خاک، تنها قابلیت رفع تعدادی از این نیازها را دارا هستند، اما همگی آنها محدودیت‌های قابل توجهی دارند. پژوهشها برای تکنیک‌های جایگزین به منظور ارزیابی فرسایش خاک و نیز تکمیل روش‌های موجود، توجهات را به سمت استفاده از رادیونوکلوئیدهای زیست‌محیطی، بویژه استفاده از ذرات گرد و غبار پرتوزا (فروریخته‌ی)^۳ سزیم-۱۳۷، به عنوان ردیابهایی جهت تعیین مقادیر کمی و همچنین استقرار الگوهای توزیع مجدد خاک درون سیمای زمین جلب نموده است.

مفهوم یک پروژه در زمینه‌ی استفاده از رادیونوکلوئیدهای زیست‌محیطی جهت کمی-سازی توزیع مجدد خاک، نخستین بار در آوریل سال ۱۹۹۳، در یک نشست گروهی مشاوره‌ای آژانس بین‌المللی انرژی اتمی (IAEA)^۴ در وین^۵ تنظیم گردید. بر اساس پیشنهادات این نشست، دو پروژه‌ی تحقیقاتی یکپارچه و مربوط به چند رشته‌ی علمی (CRPS) تنظیم شدند

^۱-Eutrophication: فرآیندی که با آن باروری اکوسیستم آبی به علت افزایش سرعت عرضه‌ی مواد غذایی بیشتر می‌شود.

^۲-Reservoir siltation

^۳-Fallout: ذرات ریز معلق پرتوزا که در اثر قوه ثقل یا بارش از جو فرود می‌آیند.

^۴-International Atomic Energy Agency (IAEA)

^۵-Vienna

که عبارت بودند از: ۱- پروژه‌ی یکپارچه‌ی چند رشته‌ای (CRP) در خصوص "ارزیابی فرسایش خاک از طریق استفاده از سزیوم ۱۳۷ و تکنیک‌های مرتبط (به آن) به عنوان یک اصل در رابطه با حفاظت خاک، تولید پایدار و حفاظت زیست محیطی" که با همکاری بخش سازمان غذا و کشاورزی (FAO) و آژانس بین‌المللی انرژی اتمی (IAEA) انجام شد، و ۲- پروژه‌ی چند رشته‌ای و یکپارچه‌ی دیگر، در خصوص "پژوهش‌های مرتبط با ارزیابی رسوبگذاری توسط رادیونوکلئیدهای زیست‌محیطی و کاربرد آنها در اندازه‌گیری حفاظت خاک" که توسط بخش علوم فیزیکی و شیمی، سازماندهی شد. سرمایه‌ی مالی اصلی برای انجام این پروژه‌ها را که در طی سال‌های ۱۹۹۵ الی ۲۰۰۰ انجام شد، آژانس بین‌المللی انرژی اتمی تقبل نمود.

این کتاب راهنما، محتوی پیشرفت‌های به دست آمده در بهبود بخشی و استانداردسازی تکنیک سزیوم ۱۳۷ جهت ارزیابی فرسایش خاک و رسوبگذاری است که توسط هر دوی این شبکه‌های پژوهشی به دست آمده‌اند. این شبکه‌ها شامل پژوهشگرانی از موسسات تحقیقاتی از آرژانتین، استرالیا (۲)، برزیل، کانادا (۲)، شیلی، چین (۲)، فرانسه، یونان، مراکش (۲)، نیوزلند، لهستان، رومانی (۲)، اتحاد جماهیر شوروی، اسلوواکی، اسپانیا، تایلند، انگلستان، ایالات متحده‌ی آمریکا، و زیمبابوه بودند. هدف کلی این پروژه‌ها توسعه‌ی خط‌مشی‌هایی برای تخمین فرسایش خاک و رسوبگذاری، جهت حصول به تولید کشاورزی پایدار و نیز حفاظت زیست محیطی بوده است. اهداف تحقیقاتی خاص عبارت بودند از: ۱) بهبود روش‌های بررسی مربوطه (شامل اعتبارسنجی و استانداردسازی)، برای ثبت جزئیات (مستندسازی) فرسایش خاک و رسوبگذاری با استفاده از تکنیک سزیوم ۱۳۷ در سرتاسر گستره‌هایی از محیط زیست، ۲) استفاده از تکنیک‌های اصلاح شده جهت آزمایش و واسنجی مدل‌های موجود فرسایش خاک، و ۳) بکارگیری ارزیابی اثرات روش‌های خاص مدیریت اراضی بر فرسایش خاک جهت ارائه‌ی اطلاعات زیرساختی برای انتخاب استراتژی‌های حفاظت خاک.

راه‌اندازی این دو شبکه‌ی پژوهشی آژانس بین‌المللی انرژی اتمی و نشست‌های مشاوره‌ای با ارتباط بسیار نزدیک بهم، منجر به تشکیل بیست و پنج گروه تحقیقاتی و ترویج تبادل نظر و ایده‌ها و همچنین به اشتراک‌گذاری تجارب شد که متعاقباً موجب ایجاد یک همکاری و شراکت قابل‌ملاحظه‌ای جهت توسعه‌ی تکنیک سزیوم ۱۳۷ گردید. بیشتر پژوهش‌های آغازین بر اعتبارسنجی دست‌آورد گسترده‌ی محیط (زیست)‌های مختلف، و بر توسعه‌ی اصول و قواعد استاندارد شده و روش‌های اصلاحی تمرکز داشته‌اند. همانطور که کارایی و اثرگذاری (ارزشیابی) تکنیک، به صورت فزاینده‌ای در حال به رسمیت شناخته شدن بوده، اعضاء از پتانسیل این تکنیک در گستره‌ی وسیعی از پژوهش‌ها استفاده نمودند که متعاقباً شامل کاربردهای بیشتر

آنها) در آینده) نیز می‌شود. از آنجایی که بکارگیری این تکنیک نیازمند یک تیم مسلط بر چندین رشته‌ی تحصیلاتی عالی متشکل از پرسنل فنی و آموزش دیده و نیز تسهیلات و تجهیزات کارآمد آزمایشگاهی جهت اندازه‌گیری فعالیت‌های سزیم ۱۳۷ بود، آژانس بین‌المللی انرژی اتمی (IAEA) امکان تبادل دانشمندان و محققان را در گروه‌های مختلف پژوهشی و نیز آموزش دانشمندان جوان در آزمایشگاه‌هایی با امکان تجربه‌ی کاری در مورد تکنیک سزیم ۱۳۷ را فراهم نمود. اعضاء بیش از صد مقاله و یک نشریه‌ی ویژه بنام *Acta Geologica Hispanica* منتشر کرده‌اند؛ یک نشریه‌ی ویژه‌ی دیگر در خصوص خاک و کشاورزی نیز در حال آماده‌سازی است. این انتشارات محتوی اطلاعات ارزشمندی هستند که باید به کشورهای عضو سازمان ملل متحد جهت جمع‌آوری اطلاعات معتبر در زمینه‌ی مسائل و مشکلات فرسایش خاک و نیز طراحی استراتژی‌های نظارتی متناسب کمک نمایند.

این پروژه‌ها متعاقباً منجر به ترویج فعالیت‌هایی نظیر ادامه‌ی تحقیقات در زمینه‌ی استفاده از رادیونوکلوئیدهای زیست‌محیطی از طریق بسط روش با استفاده از سرب ^{210}Pb و بریلیوم ^{7}Be جهت به‌دست آوردن مقادیر فرسایش و الگوهای توزیع مجدد خاک در چندین مقیاس مختلف مکانی و زمانی گردید.

اطلاعات موجود در این کتاب، ابزارهای تحقیقی توسعه یافته‌ی جدیدی را برای محققین فعال در زمینه‌ی فرسایش خاک و رسوبگذاری فراهم می‌آورد تا آنها بتوانند در راستای هدف غایی استفاده از منبع پایدار و حافظت زیست‌محیطی، موجودی توزیع مجدد خاک را جمع‌آوری کرده و برای مقابله با فرسایش خاک و رسوبگذاری مرتبط با آن، از بکارگیری مداخلات آزمایش نمونه استفاده نمایند.

W.Burkart

جانشین مدیر کل

رئیس بخش علوم هسته‌ای و کاربردها

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۱.....	فصل اول: کلیات
۱-۱-۱.....	۱-۱- پیش زمینه
۲-۱.....	۲-۱- اندازه گیری فرسایش خاک و رسوبگذاری
۲-۱-۱.....	۲-۱-۱- مطالعات فرسایش خاک
۲-۲-۱.....	۲-۲-۱- مطالعات مخازن (آبی)
۳-۱.....	۳-۱- رادیونوکلئیدها به عنوان ردیاب
۴-۱.....	۴-۱- تکنیک سزیوم ۱۳۷
۴-۱-۱.....	۴-۱-۱- پژوهش های اولیه
۴-۱-۲.....	۴-۱-۲- مفروضات کلیدی و نیازمندیهای تکنیک
۴-۱-۳.....	۴-۱-۳- مزایا و محدودیت های تکنیک
۴-۱-۴.....	۴-۱-۴- کاربردها و توسعه های اخیر
۵-۱.....	۵-۱- گرایشات آینده
۶-۱.....	۶-۱- کتاب راهنما
۱۹.....	فصل دوم: انتخاب سایت (عرصه) و طرح نمونه برداری
۱-۲-۱.....	۱-۲- مقدمه
۲-۲-۱.....	۲-۲- انواع پژوهش ها و شایستگی سزیوم ۱۳۷ و تکنیک های مرتبط
۳-۲-۱.....	۳-۲- مرحله ی شناسایی
۳-۲-۱-۱.....	۳-۲-۱- جمع آوری اطلاعات پیش زمینه
۳-۲-۱-۲.....	۳-۲-۱-۲- بازدید میدانی از محدوده ی مورد مطالعه
۳-۲-۱-۳.....	۳-۲-۱-۳- شناسایی سایت (عرصه) های مرجع
۳-۲-۲-۱.....	۳-۲-۲-۱- اقدامات مدیریتی/کاربری اراضی
۳-۲-۲-۲.....	۳-۲-۲-۲- اشکال زمین و خاک ها
۴-۲-۱.....	۴-۲- انتخاب سایت (عرصه) های مرجع
۵-۲-۱.....	۵-۲- نمونه برداری میدانی
۵-۲-۱-۱.....	۵-۲-۱- تعریف اهداف پروژه
۵-۲-۲-۱.....	۵-۲-۲- تعداد نمونه ها و ترکیب نمونه

۳۹.....	۱-۲-۵-۲- تعداد نمونه‌ها برای نمونه‌برداری توصیفی [سایت (عرصه) های مرجع]
۳۹.....	۲-۲-۵-۲- تعداد نمونه‌ها برای نمونه‌برداری تحلیلی
۴۳.....	۳-۲-۵-۲- تعداد نمونه‌ها برای مطالعات توسعه‌ی الگو
۴۴.....	۴-۲-۵-۲- ترکیب نمونه
۴۵.....	۵-۲-۵-۲- راهبرد (خط‌مشی) هایی برای تعداد نمونه‌ها
۴۶.....	۶-۲- طرح نمونه‌برداری
۴۶.....	۱-۶-۲- طرح‌های تصادفی و تخمینی
۴۷.....	۲-۶-۲- طرح‌های احتمالی
۴۸.....	۱-۲-۶-۲- طرح‌های نمونه‌برداری برای مطالعات توصیفی و مطالعات توسعه‌ی الگو
۵۳.....	۲-۲-۶-۲- طرح‌های نمونه‌برداری برای مطالعات تحلیلی
۵۶.....	۳-۲-۶-۲- راهبرد (خط‌مشی) هایی برای انتخاب طرح نمونه‌برداری
۵۷.....	۷-۲- نمونه‌برداری از مخزن (آبی)
۶۳.....	فصل سوم: روش‌های نمونه‌برداری
۶۳.....	۱-۳- مقدمه
۶۴.....	۲-۳- کمی‌سازی توزیع‌های عمقی ذرات گرد و غبار پرتوزای رادیونوکلئیدی
۶۴.....	۱-۲-۳- نمونه‌برداری افزایش عمقی با استفاده از روش صفحه‌ی خراشنده
۷۱.....	۲-۲-۳- نمونه‌برداری نیم‌رخ عمقی برای ذرات گرد و غبار پرتوزای سرب ۲۱۰ و بریلیوم ۷ با استفاده از دستگاه روتر و قاب
۷۴.....	۳-۲-۳- روشی جایگزین برای روش صفحه‌ی خراشنده به منظور نمونه‌برداری عمقی
۷۵.....	۴-۲-۳- استفاده از مغزه (نمونه) های منقطع
۷۷.....	۳-۳- روش‌های نمونه‌برداری برای تعیین موجودی‌های ذرات گرد و غبار پرتوزای رادیونوکلئیدی
۷۷.....	۱-۳-۳- نمونه‌برداری حجمی از یک نیم‌رخ جهت تعیین موجودی سزیم ۱۳۷
۸۰.....	۲-۳-۳- نمونه‌برداری حجمی از یک نیم‌رخ خاک برای تعیین موجودی سرب ۲۱۰ و بریلیوم ۷
۸۲.....	۴-۳- نمونه‌برداری از رسوبات در عرصه‌های ته‌نشینی
۸۲.....	۱-۴-۳- استفاده از مته‌های دستی گردان خاکی
۸۳.....	۲-۴-۳- نمونه‌برداری از نهشته‌های رسوبی با استفاده از دستگاه خراشنده
۸۴.....	۳-۴-۳- نمونه‌برداری از نهشته‌های رسوبی با استفاده از جعبه پروفیل یکپارچه‌ی خاک
۸۴.....	۵-۳- اخذ نمونه (مغزه) های رسوبی از مخازن (آبی)

۸۶.....	۳-۵-۱- مغزه (نمونه) گیرهای گرانشی
۸۷.....	۳-۵-۲- مغزه (نمونه) گیرهای پیستونی
۸۸.....	۳-۵-۳- مغزه (نمونه) گیرهای مکهریت (تحت فشار)
۸۹.....	۳-۵-۴- مغزه (نمونه) گیرهای لرزشی
۹۰.....	۳-۵-۵- مغزه (نمونه) گیرهای روسی
۹۱.....	۳-۵-۶- بازیابی مغزه (نمونه)
۹۲.....	۳-۶- ثبت اطلاعات سایت (عرصه) و نمونه
۹۴.....	۳-۷- نتیجه گیری
۹۵.....	فصل چهارم: پردازش نمونه
۹۵.....	۴-۱- مقدمه
۹۵.....	۴-۲- خشک کردن در هوا، خرد کردن، و غربال (الک) کردن
۹۷.....	۴-۳- زیرنمونه برداری و تعیین وزن مخصوص ظاهری
۹۹.....	۴-۴- شیوه هایی برای خاک های دارای مقادیر قابل توجه تکه سنگ
۱۰۲.....	۴-۵- تعیین وزن مخصوص ظاهری و تخلخل جزء سنگریزه
۱۰۲.....	۴-۶- زیرنمونه برداری (نمونه برداری فرعی) از عرصه های رسوبی
	فصل پنجم: اندازه گیری رادیونوکلئید با استفاده از طیفسنجی پرتوی گاما توسط
۱۰۵.....	ژرمانیوم با خلوص بالا
۱۰۵.....	۵-۱- مقدمه
۱۰۵.....	۵-۲- اندازه گیری آزمایشگاهی نمونه ها با استفاده از طیفسنجی مقدماتی گاما
۱۰۶.....	۵-۲-۱- اصول طیفسنجی پرتوی گاما
۱۰۸.....	۵-۲-۲- تفاوت بین آشکارسازهای نوع N و نوع P
۱۰۹.....	۵-۲-۳- اشکال (هندسی) آشکارساز جایگزین، آشکارسازهای حفره ای
۱۱۱.....	۵-۲-۴- ساختار آشکارساز و خنک سازی با دستگاه سرمازاد (سردکننده در دمای بسیار پائین)
۱۱۳.....	۵-۲-۵- اجزای الکترونیکی وابسته به سیستم های طیفسنجی با پرتوی گاما
۱۱۷.....	۵-۲-۶- عواملی که بر دقت تجزیه و تحلیل های طیفسنجی گاما اثر می گذارند
۱۲۶.....	۵-۳- واسنجی آشکارساز، روش هایی برای تحلیل و محاسبه ی پرتوزایی نمونه
۱۲۷.....	۵-۳-۱- واسنجی مستقیم
۱۲۸.....	۵-۳-۱-۱- استانداردهای واسنجی برای سزیم ۱۳۷، برلیوم ۷ و پتاسیم ۴۰
۱۲۹.....	۵-۳-۱-۲- استانداردهای واسنجی برای سرب ۲۱۰ و نوکلئیدهای سری اورانیوم

۱۳۰.....	۵-۳-۱-۳- مواد و روش‌های بکار رفته در آماده سازی استانداردها و نمونه‌ها
۱۳۲.....	۵-۳-۱-۴- شیوه‌های جایگزین برای آماده‌سازی نمونه
۱۳۲.....	۵-۳-۲- شیوه‌های محاسباتی برای واسنجی آشکارساز و محاسبه‌ی پرتوزایی نمونه
۱۳۳.....	۵-۳-۱-۲- واسنجی انرژی آشکارساز
۱۳۳.....	۵-۳-۲- واسنجی کارایی آشکارساز
۱۳۶.....	۵-۳-۲-۳- تأثیر شکل هندسی نمونه بر کارایی آشکارساز
۱۳۷.....	۵-۳-۲-۴- محاسبات پرتوزایی
۱۳۸.....	۵-۳-۲-۵- محاسبه‌ی پرتوزایی هوایی
۱۳۸.....	۵-۴- بسته‌های نرم افزاری برای تجزیه و تحلیل طیف‌سنجی پرتوی گاما
۱۳۹.....	۵-۴-۱- وظایف محوله مورد نیاز نرم افزار طیف‌سنجی پرتوی گاما
۱۴۲.....	۵-۴-۲- نرم افزارهای موجود تجاری
۱۴۳.....	۵-۵- کنترل کیفیت، اطمینان از کیفیت
۱۴۴.....	۵-۵-۱- پایداری پس زمینه‌های آشکارساز
۱۴۷.....	۵-۵-۲- پایداری کارایی آشکارساز و واسنجی
۱۴۸.....	۵-۵-۱-۲- نمونه‌ی استاندارد با پرتوزایی (فعالیت) بالا
۱۴۹.....	۵-۵-۲-۲- نمونه‌ی استاندارد با پرتوزایی (فعالیت) کم
۱۵۱.....	۵-۵-۲-۳- مشارکت در همسنجی‌های درونی
۱۵۲.....	۵-۶- نتیجه‌گیری
۱۵۳.....	۵-۷- واژه نامه‌ی اصطلاحات
۱۵۵.....	فصل ششم: توزیع مکانی سزیم ۱۳۷
۱۵۵.....	۶-۱- مقدمه
۱۵۶.....	۶-۲- محاسبه‌ی پرتوزایی (فعالیت) هوایی
۱۵۷.....	۶-۳- تعیین موجودی مرجع
۱۶۰.....	۶-۳-۱- تنظیم یک مقدار مرجع
۱۶۲.....	۶-۳-۲- مقادیر مرجع در ارتباط با بارش
۱۶۳.....	۶-۴- استقرار الگوهای سزیم ۱۳۷ در سرتاسر زمین (نمای سیمای زمین)
۱۶۷.....	۶-۴-۱- سزیم ۱۳۷ در ارتباط با خاکها، پستی و بلندی، کاربری اراضی و مدیریت
۱۷۲.....	۶-۵- نتیجه‌گیری

فصل هفتم: مدل‌های تبدیلی برای استفاده در بررسیهای فرسایش خاک، توزیع مجدد

خاک و رسوبگذاری.....	۱۷۵
۱-۷- نیازمندی به مدل‌های تبدیلی.....	۱۷۵
۲-۷- مدل‌های تبدیلی برای بررسیهای فرسایش- خاک.....	۱۷۹
۳-۷- خاک‌های زراعی (تحت کشت).....	۱۸۱
۱-۳-۷- روابط واسنجی تجربی.....	۱۸۲
۲-۳-۷- مدل‌های واسنجی تئوری.....	۱۸۵
۱-۲-۳-۷- مدل تناسبی.....	۱۸۷
۲-۲-۳-۷- روش ثقل‌سنجی.....	۱۹۱
۳-۲-۳-۷- مدل‌های توازن جرمی.....	۱۹۲
۴-۲-۳-۷- یک مدل توازن جرمی ساده شده.....	۱۹۵
۵-۲-۳-۷- یک مدل توازن (موازنه‌ی) جرمی بهبود یافته.....	۱۹۸
۶-۲-۳-۷- مدل توازن جرمی دربرگیرنده‌ی اثرات توزیع مجدد خاک توسط خاک‌ورزی.....	۲۰۳
۴-۷- خاک‌های دست نخورده.....	۲۰۸
۱-۴-۷- روابط تجربی.....	۲۰۹
۲-۴-۷- مدل‌های تئوری.....	۲۱۰
۱-۲-۴-۷- مدل‌های توزیع نیم‌رخ.....	۲۱۰
۲-۲-۴-۷- مدل‌های انتشار و انتقال.....	۲۱۲
۵-۷- انتخاب و بکارگیری یک مدل واسنجی برای بررسی فرسایش خاک.....	۲۱۵
۱-۵-۷- برآورد پارامترهای کلیدی استفاده شده در مدل‌های واسنجی.....	۲۱۸
۱-۱-۵-۷- فاکتورهای تصحیح اندازه‌ی ذره P و P	۲۱۸
۲-۱-۵-۷- برآورد شار (شدت جریان)های ته‌نشینی سالیانه‌ی ذرات گرد و غبار پرتوزای سزیم ۱۳۷.....	۲۲۱
۳-۱-۵-۷- برآورد فاکتور نسب‌ی γ	۲۲۲
۴-۱-۵-۷- برآورد عمق رهاسازی (توازن) H	۲۲۴
۵-۱-۵-۷- برآورد پارامتر h_0 در مدل شکل نیم‌رخ.....	۲۲۵
۶-۱-۵-۷- برآورد D و V در مدل انتشار و انتقال.....	۲۲۵
۶-۷- برآورد نرخ ته‌نشینی رسوب ریز دانه طغیانی بر روی دشت‌های سیلابی رودخانه‌ای.....	۲۲۷
۷-۷- تاریخ‌نگاری سوابق رسوبی.....	۲۳۷

۲۳۹.....	۱-۷-۷- دریاچه‌هایی با نرخ‌های تجمع رسوب ثابت
۲۴۱.....	۲-۷-۷- دریاچه‌هایی با نرخ‌های تجمع رسوب متغیر
۲۴۲.....	۱-۲-۷-۷- مدل تاریخ نگاری با نرخ ثابت تأمین سرب ۲۱ (CRS)
۲۴۵.....	۲-۲-۷-۷- مدل تاریخ نگاری با غلظت ثابت اولیه سرب ۲۱ (CIC)
۲۴۵.....	۳-۲-۷-۷- اعتبار سنجی مدل
۲۴۹.....	۴-۲-۷-۷- تاریخ نگاری (سن‌یابی) مغزه (نمونه)های چندگانه
۲۵۰.....	۳-۷-۷- مطالعات موردی
۲۵۰.....	۱-۳-۷-۷- سوابق رسوبی در خصوص تأثیر جنگلکاری بر فرسایش خاک در گالووی، انگلستان
۲۵۰.....	۲-۳-۷-۷- بازسازی تاریخی نرخ‌های فرسایش حوزه‌ی آبخیز با استفاده از سوابق رسوبی در دو
۲۵۱.....	سایت (عرصه) در وارویک‌شایر انگلستان
۲۵۵.....	۸-۷- ضمیمه
۲۵۵.....	۱-۸-۷- محاسبه‌ی وزن مخصوص ظاهری خشک و وزن خشک تجمعی در مغزه (نمونه)های رسوبی
۲۵۷.....	فصل هشتم: ملاحظات ویژه برای مناطق تحت تأثیر ریزش ذرات گرد و غبار پرتوزای ناشی از حادثه‌ی چرنوبیل
۲۵۷.....	۱-۸- مقدمه
۲۵۷.....	۲-۸- سزیوم ۱۳۷ تولید شده از حادثه‌ی چرنوبیل: توزیع و رفتار آن
۲۵۷.....	۱-۲-۸- ویژگی ته‌نشینی سزیوم ۱۳۷ ناشی از حادثه‌ی چرنوبیل
۲۶۰.....	۲-۲-۸- توزیع عمقی سزیوم ۱۳۷ ناشی از حادثه‌ی چرنوبیل در مناطق دست نخورده و تحت کشت (زراعی)
۲۶۳.....	۳-۲-۸- تغییرپذیری مکانی نهشتگی (ته‌نشینی) سزیوم ۱۳۷ ناشی از حادثه‌ی چرنوبیل
۲۷۰.....	۳-۸- انتخاب عرصه‌ی مطالعاتی
۲۷۳.....	۴-۸- برخی از خصوصیات غیرمعمول در استفاده از مدل‌های تبدیلی برای ارزیابی توزیع مجدد خاک درون عرصه‌هایی با آلودگی ذرات گرد و غبار پرتوزای سزیوم ۱۳۷ ناشی از حادثه‌ی چرنوبیل
۲۷۶.....	۵-۸- استفاده از سزیوم ۱۳۷ ناشی از حادثه‌ی چرنوبیل در مطالعات رسوبگذاری و تحویل رسوب
۲۷۶.....	۱-۵-۸- استفاده از سزیوم ۱۳۷ ناشی از حادثه‌ی چرنوبیل در مطالعات رسوبگذاری
۲۷۸.....	۲-۵-۸- روش تحویل رسوب
۲۷۹.....	۱-۲-۵-۸- پهنه‌بندی (نقشه‌برداری) ژئومورفولوژیکی بزرگ مقیاس از سایت (عرصه‌ی) مورد مطالعه

۲۸۰.....	۸-۵-۲- استراتژی (تدابیر) نمونه برداری
۲۸۱.....	۸-۵-۳- ارزیابی توزیع مجدد خاک در سایت (عرصه‌ی) مورد مطالعه و محاسبه‌ی بودجه‌ی رسوب
۲۸۳.....	۸-۵-۳- ارزیابی میانگین نرخ‌های فرسایش با استفاده از داده‌های ته‌نشینی
۲۸۴.....	۸-۶- دورنماهای استفاده از سزیوم ۱۳۷ ناشی از حادثه‌ی چرنوبیل جهت مطالعات نظارتی فرسایش خاک و رسوبگذاری
۲۸۵.....	فصل نهم: روش‌ها و رادیونوکلوئیدهای جایگزین برای استفاده در بررسیهای فرسایش خاک و رسوبگذاری
۲۸۵.....	۹-۱- مقدمه
۲۸۸.....	۹-۲- اندازه‌گیری‌های برجا (در محل پژوهش) موجودیهای سزیوم ۱۳۷ با استفاده از آشکارسازهای پرتوی گامای قابل حمل
۲۸۹.....	۹-۲-۱- اصول مقدماتی
۲۹۳.....	۹-۲-۲- شیوه‌های میدانی و آزمایشگاهی
۲۹۵.....	۹-۲-۳- واسنجی آشکارسازهای گامای قابل حمل صحرایی برای اندازه‌گیری سزیوم ۱۳۷
۲۹۶.....	۹-۲-۳-۱- خاک‌های زراعی (تحت کشت و ریح)
۳۰۰.....	۹-۲-۳-۲- رسوبات دشت سیلابی
۳۰۵.....	۹-۲-۴- کاربرد اندازه‌گیری‌های انجام شده‌ی برجا (در محل پژوهش) در رابطه با سزیوم ۱۳۷
۳۰۷.....	۹-۳- استفاده از اندازه‌گیری‌های برلیوم ۷ جهت مطالعه‌ی کوتاه مدت یا مبتنی بر وقایع فرسایش و رسوبگذاری
۳۰۸.....	۹-۳-۱- استفاده از برلیوم ۷ در بررسیهای فرسایش و رسوبگذاری: اصول و فرضیات
۳۱۱.....	۹-۳-۲- توزیع عمودی برلیوم ۷ در خاک‌ها و رسوبات
۳۱۴.....	۹-۳-۳- شیوه‌های میدانی و آزمایشگاهی
۳۱۴.....	۹-۳-۴- مدل‌هایی جهت تبدیل اندازه‌گیری‌های برلیوم ۷ به نرخ‌ها و الگوهای کوتاه مدت یا واقعه محور توزیع مجدد خاک و ته‌نشینی رسوب
۳۱۵.....	۹-۳-۴-۱- مدلی برای تبدیل اندازه‌گیری‌های برلیوم ۷ به نرخ‌های توزیع مجدد خاک
۳۱۹.....	۹-۳-۴-۲- مدلی جهت تبدیل اندازه‌گیری‌های برلیوم ۷ به مقادیر رسوبگذاری
۳۲۶.....	۹-۴- استفاده از موجودی نسبت سرب ۲۱۰ اضافی به سزیوم ۱۳۷ جهت اندازه‌گیری هدررفت خاک در مناطقی با تغییرپذیری بالای موجودی
۳۲۶.....	۹-۴-۱- اصول مقدماتی