

مرتع و آبخیزداری، مجله منابع طبیعی ایران  
دوره ۷۲، شماره ۱، بهار ۱۳۹۸

ص ۱۶۵-۱۵۱

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۰۶/۱۳

تاریخ تصویب: ۱۳۹۸/۰۲/۰۳

## تعیین خسارت اقتصادی ناشی از فرسایش خاک در کاربری‌های مختلف اراضی (مطالعه موردی: حوزه آبخیز بهشت آباد، استان چهارمحال و بختیاری)

- ❖ دلارام ضیایی جزی\*؛ دکتری آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی و علوم زمین، دانشگاه شهرکرد.
- ❖ رفعت زارع بیدکی؛ استادیار گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی و علوم زمین، دانشگاه شهرکرد.

### چکیده

فرسایش خاک توأم با رشد جمعیت، تأمین آب، غذا و انرژی، تغییر اقلیم و کاهش تنوع زیستی یکی از مشکلات بزرگ محیط زیستی است. پیامدهای ناشی از فرسایش خاک را می‌توان با ابعاد مختلفی مورد بررسی قرار داد. از بعد مکانی هزینه‌های مختلف فرسایش خاک به دو دسته هزینه‌های درون منطقه‌ای و برون منطقه‌ای قابل تقسیم‌اند. فرسایش خاک تأثیر منفی مستقیم و غیر مستقیم بر چرخه تولید و اقتصاد دارد. هدف این مطالعه برآورد و مقایسه خسارت اقتصادی مستقیم و غیرمستقیم فرسایش خاک در کاربری‌های مختلف اراضی در حوزه آبخیز بهشت آباد است. به این منظور، خسارت مستقیم فرسایش خاک در کاربری‌های مختلف اراضی بر اساس روش جایگزینی عناصر اصلی حاصل خیزی خاک با کودهای شیمیایی محاسبه شد. به منظور برآورد مقدار خاک فرسوده شده از سطح کاربری‌های مختلف از نتایج مدل SWAT در این منطقه استفاده شد. خسارت غیرمستقیم فرسایش بر اساس هزینه مصرف شده برای احداث بندهای اصلاحی به علاوه خسارت ناشی از رسوب‌گذاری در پشت سدهای مخزنی برآورد شد. از خسارت‌های مربوط به ارزش‌های طبیعی و زیستی صرف‌نظر شد. طبق نتایج، بیش‌ترین میزان خسارت اقتصادی ناشی از فرسایش خاک مربوط به کاربری کشت دیم معادل ۵۶ میلیون ریال در هر هکتار در سال برآورد شد؛ علت را می‌توان قرارگیری این اراضی در شیب‌های زیاد و عملیات نادرست کشاورزی در منطقه دانست. همچنین، کمترین خسارت برآوردی مربوط به کاربری باغی با ۵/۴ میلیون ریال در هکتار در سال بود که اهمیت تاج پوشش درختان و رعایت شیب مناسب در ایجاد باغ در حفاظت خاک را نشان می‌دهد. در این حوضه چرای مفرط و بهره‌برداری نامناسب از مراتع سبب بالا رفتن نرخ فرسایش و تولید رسوب در مراتع بالادست و در نتیجه ۳۳/۳ میلیون ریال خسارت فرسایش از هر هکتار در این کاربری می‌شود.

کلید واژگان: مدل SWAT، خسارت ناشی از فرسایش، حاصل خیزی، بندهای اصلاحی، سدهای مخزنی.

## ۱. مقدمه

فرسایش خاک در کنار رشد جمعیت، تأمین آب، غذا و انرژی، تغییر اقلیم، کاهش تنوع زیستی و غیره از مشکلات بزرگ محیط زیستی است [۲۸]. از بین رفتن خاک سطح زمین بر اثر فرسایش، تقریباً در سراسر جهان اتفاق می‌افتد و توان تولیدی خاک اکوسیستم‌های طبیعی از جمله جنگل‌ها و مراتع و زمین‌های کشاورزی را کاهش می‌دهد. در کره زمین سالانه ۷۵ میلیارد تن خاک زمین‌های مطلوب کشاورزی در اثر فرسایش از دسترس خارج می‌شود [۱۸]. عوامل مختلفی چون بهره‌برداری بی‌رویه منابع خاک و آب، تغییر ناآگاهانه و غیرعلمی کاربری اراضی، بهره‌گیری از زمین‌های نامرغوب و استفاده نادرست زمین بدون شناخت کافی از محیط خاک، سبب فرسایش خاک می‌شود [۲، ۱۷]. اثرات و پیامدهای ناشی از فرسایش خاک از منظرهای مختلفی قابل بررسی است. از بعد مکانی هزینه‌های مختلف فرسایش خاک به دو دسته تقسیم می‌شود. نوع اول، هزینه‌های درون منطقه‌ای<sup>۱</sup> است که شامل کاهش حاصلخیزی خاک و از بین رفتن مواد مغذی از جمله نیتروژن، فسفر و پتاسیم، و کاهش عملکرد تولیدات زراعی می‌شود. بخش دیگر خسارت برون منطقه‌ای<sup>۲</sup> است که به طور عمده با رسوب‌گذاری ارتباط دارد و شامل آلودگی‌های محیط‌زیست و رودخانه‌ها، آسیب به زیستگاه‌های آبی و کنار آبی، کاهش پوشش جنگلی، ارزش زیبایی چشم اندازه‌ها، کاهش تولید برق و کیفیت آب آشامیدنی و از طرف دیگر افزایش سیلاب‌ها، پر شدن مخازن سدها، خطرات بهداشتی و غیره. از دیدگاه دیگر، اثرات فرسایش را می‌توان به دو بخش اثرات مستقیم و غیر مستقیم تقسیم کرد. اثرات غیر مستقیم<sup>۳</sup> از اثرات مستقیم ناشی می‌شوند [۱۴، ۳۴]. مهم‌ترین تأثیر فرسایش، کاهش حاصلخیزی است. در خاک‌های فرسوده میزان محصول کاهش می‌یابد، زیرا رشد محصول تحت تأثیر رطوبت و حاصلخیزی خاک

است و تخریب ساختمان خاک منجر به کمبود آب، مواد مغذی، هوا و گرما می‌شود [۲۴]. میزان مواد آلی، نیتروژن، فسفر و پتاسیم، متغیرهایی هستند که بر میزان تولید تأثیر به‌سزایی دارند [۱۲].

جهت برآورد هزینه‌های مستقیم فرسایش خاک، دو روش کلی وجود دارد که عبارتند از روش هزینه جایگزینی مواد مغذی<sup>۳</sup> (NRCM) که روش هزینه تخلیه مواد مغذی هم نامیده می‌شود و به دنبال احیای خاک فرسایش یافته به سطح قبل از فرسایش است. در این روش، هزینه خرید کود شیمیایی لازم برای حفظ و احیای بهره‌وری و کسب مجدد مواد مغذی توسط خاک محاسبه می‌گردد [۲۵]. این روش نخستین بار توسط بنت در امریکا مورد استفاده قرار گرفته است [۳۳، ۶]. روش دوم، روش ارزش کاهش بهره‌وری<sup>۴</sup> (VLPM) یا روش آفت تولیدات زراعی است که هزینه کاهش تولیدات زراعی در اثر فرسایش را به قیمت بازار اندازه‌گیری می‌کند. روش آفت تولیدات زراعی برای مهم‌ترین محصولات انتخابی، برآورد نسبتاً دقیقی از فرسایش مستقیم می‌دهد [۳۱]. [۷] در دو حوزه آبخیز در فیلیپین پس از تخمین میزان فرسایش خاک از روش MUSLE هزینه مستقیم فرسایش را از روش هزینه جایگزینی<sup>۳</sup> ۳۳۹۲ پزو معادل با ۲۸۰۳۱۵ ریال در هکتار برآورد نمودند. [۴] از مدل EPM برای برآورد ارزش اقتصادی کارکرد حفظ عناصر غذایی در جنگل‌های پایاب زیرحوزه آبخیز رودخانه کره بس واقع در چهارمحال و بختیاری استفاده نمودند. نتایج ایشان نشان داد که هر هکتار از جنگل‌های این منطقه هر ساله ۴۵۲/۱۹ کیلوگرم نیتروژن، فسفر و پتاسیم، به ارزش تقریبی ۹۹۶ هزار ریال نگهداری و از هدررفت آن در اثر فرسایش جلوگیری می‌شود. [۳۶] ارزش عملکرد حفظ عناصر غذایی و جلوگیری از فرسایش خاک، با استفاده از روش هزینه فرصت از دست رفته را، معادل ۸۰۰ دلار برآورد نمودند. [۲۶] در لرستان پس از تعیین هزینه میزان فرسایش

<sup>3</sup> Nutrient Replacement Cost Method.

<sup>4</sup> Value of Loss of Productivity Method

<sup>1</sup> Off-site

<sup>2</sup> Indirect effects

رسوب گذاری ناشی می شوند. لذا در این زمینه می توان به هزینه های مرتبط با کنترل رسوب یا هزینه های ناشی از پرشدن مخازن سدها و کاهش کارایی تجهیزات تولید برق و انتقال آب به عنوان هزینه هایی که به نسبت، قابلیت کمی سازی را دارند، پرداخت. برای مثال می توان با هزینه لایروبی به ازای هر متر مکعب در سال مورد نظر و با در نظر گرفتن حجم رسوب ورودی به مخزن سد، هزینه یکی از اثرات غیرمستقیم فرسایش را برآورد نمود. جهت برآورد هزینه های غیرمستقیم فرسایش خاک به صورت اقتصادی در ایران، مطالعات کمی گسترده ای انجام نشده است. در سال ۱۳۷۸ در مورد سد اکباتان در استان همدان برای تخلیه و لایروبی ۱/۶۲ میلیون متر مکعب رسوب جمع شده در مخزن سد، در مجموع ۱۴۴۹/۹ میلیون ریال هزینه شده است [۱]. [۳] خسارت ناشی از کاهش عمر مفید سد در ارتباط با مساحت سد و تأسیسات را برای سدهای کارون ۳ و ۴ به ترتیب ۲۵۱/۷ و ۲۵۳/۱۸ میلیارد ریال و خسارت ناشی از کاهش درآمد فروش آب و برق را برای سدهای مذکور را به ترتیب ۶/۹۳ و ۷/۱۴ میلیارد ریال برآورد نموده اند. عدم آگاهی از ارزش اقتصادی خاک سبب شده ابعاد این فاجعه عظیم برای انسان کمتر شناخته شده باشد. لحاظ نکردن هزینه فرسایش خاک در تحلیل هزینه-سود و در نظر گرفتن خاک به عنوان نهاده رایگان در فرایند تولید از مهم ترین عوامل فرسایش فزاینده خاک به شمار می رود [۲۰]. لذا علم ارزش گذاری اقتصادی منابع طبیعی و تکنیک های متنوع آن کمک های فراوانی به اقتصاد منابع طبیعی و محیط زیست می کند [۲۱]. از نقطه نظر اقتصادی، حفاظت خاک نوعی پس انداز برای آینده محسوب می شود [۲۹]. هدف از تحقیق حاضر نیز برآورد و مقایسه خسارت اقتصادی مستقیم و غیرمستقیم فرسایش خاک در کاربری های مختلف اراضی در حوزه آبخیز بهشت آباد است. در اکثر مطالعاتی که تاکنون بر روی خسارت اقتصادی فرسایش خاک صورت گرفته است تمرکز بر روی اثرات مستقیم فرسایش بوده

منطقه با MPSIAC برای محاسبه خسارت اقتصادی فرسایش، هدررفت نیتروژن، فسفر و پتاسیم از روش جایگزینی عناصر غذایی استفاده کردند و نتیجه گرفتند هزینه فرسایش خاک در منطقه مورد بررسی سالانه معادل ۶۰ میلیارد ریال است. [۳۰] جهت برآورد ارزش اقتصادی مستقیم کارکرد حفاظت خاک پوشش گیاهان مرتعی و مقایسه ارزش اقتصادی آن در تراکم مختلف پوشش گیاهی مراتع بیلاقی بلده در شمال ایران از روش کاهش بهره وری استفاده کردند و از ارزش گذاری ۹۴۹۷۸ هکتار اراضی مرتعی، کاهش ارزش بهره وری علوفه معادل ۲۳۰۰۸۴ ریال در هکتار را نتیجه گرفتند. [۲۳] ارزش گذاری اقتصادی نقش پوشش گیاهان مرتعی در حفاظت خاک در حوضه طالقان میانی، با سه رویکرد کاهش میزان ازدست رفتن اراضی از طریق شاخص هزینه فرصت و سود کشت دیم، کاهش کنترل رسوب از طریق نسبت تحویل رسوب برآورد شده و هزینه ساخت سد طالقان و کارکرد حفظ حاصل خیزی از روش هزینه جایگزینی عناصر غذایی انجام دادند. آن ها ارزش اقتصادی کارکرد های کاهش میزان از دست رفتن اراضی، رسوب گذاری در مخازن و حفظ حاصل خیزی خاک به ترتیب برابر ۶۴۷۱۸ ، ۲۶۱۳۴۶ و ۸۹۱۵۲ هزار ریال در سال محاسبه نمودند. [۱۱] جهت ارزش گذاری اقتصادی حفظ حاصل خیزی خاک در اکوسیستم های مرتعی احیاء شده در پروژه بین المللی ترسیب کربن در خراسان جنوبی، ابتدا میزان هدر رفت خاک ناشی از فرسایش بادی را از مدل ایریفر<sup>۱</sup> تخمین زدند. سپس با برآورد مقادیر عناصر غذایی (NPK) در خاک حفاظت شده در اثر عملیات احیایی در سال ۱۳۹۳، ارزش اقتصادی هر هکتار مرتع در این منطقه در طول سال های پس از اجرای پروژه را، ۳۶۷۲۴۴/۵ ریال تعیین نمودند. اثرات غیرمستقیم فرسایش خاک متنوع اند و کمی کردن و تعیین ارزش اقتصادی آن ها به سادگی امکان پذیر نیست. اثرات غیر مستقیم فرسایش عمدتاً برون منطقه ای اند و از

<sup>۱</sup> IRIFR

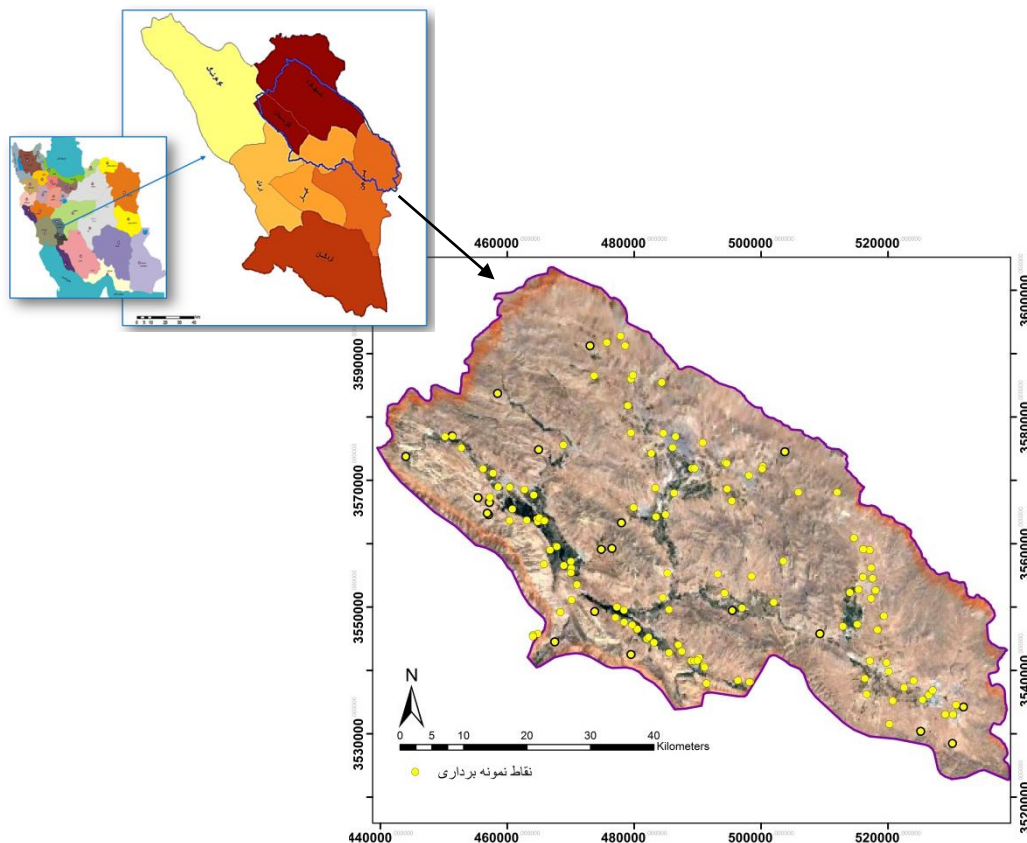
استان چهارمحال و بختیاری را در بر گرفته است. این حوزه در حد فاصل طول‌های جغرافیایی  $23^{\circ} 50'$  تا  $25^{\circ} 51'$  شرقی و عرض‌های جغرافیایی  $31^{\circ} 49'$  تا  $32^{\circ} 34'$  شمالی واقع شده است. متوسط بارش درازمدت سالانه در این حوزه ۴۱۹ میلی‌متر و متوسط دمای سالیانه معادل  $10/2$  درجه سلسیوس است (اداره کل هواشناسی استان چهارمحال و بختیاری، ۱۳۹۵). بر پایه اطلاعات نقشه زمین‌شناسی شهرکرد و بروجن-اردل حوزه آبخیز بهشت‌آباد از دیدگاه زمین‌شناسی دارای دو قلمرو متفاوت زاگرس و زون سنندج-سیرجان است (نقشه زمین‌شناسی ۱:۲۵۰۰۰۰ استان چهارمحال و بختیاری).

است [۷، ۱۱، ۲۶، ۳۰، ۳۸] و در کمتر مطالعه‌ای تاکنون هر دو دسته خسارات فرسایش خاک مورد توجه قرار گرفته است.

## ۲. روش شناسی

### ۱،۲. معرفی منطقه مورد مطالعه

حوزه آبخیز بهشت‌آباد با مساحت ۳۷۷۰ کیلومتر مربع سومین زیرحوزه بزرگ آبخیز کارون شمالی ۱۴/۳ درصد از کل مساحت آن و تقریباً ۲۳٪ از مساحت



شکل ۱. موقعیت جغرافیایی حوزه آبخیز بهشت‌آباد و نقاط نمونه‌برداری خاک حوزه آبخیز بهشت‌آباد

ضریب کاپا ۸۱٪ و صحت کلی ۹۳/۴۴٪، کاربری اراضی در این حوزه در حدود ۷۲٪ مراتع (طبق نظر کارشناسان مرکز تحقیقات منابع طبیعی استان چهارمحال و بختیاری

بر اساس نقشه کاربری اراضی تهیه شده در این مطالعه (به روش طبقه‌بندی نظارت شده پس از مطالعات میدانی بر روی تصاویر سنجنده لندست ۷ از تصاویر با

تأیید می‌نماید [۳۹]. (جهت مطالعه بیشتر به مقاله بررسی مقایسه‌ای نقش کاربری اراضی بر تولید رسوب و رواناب سطحی با استفاده از مدل SWAT (مطالعه موردی: حوزه آبخیز بهشت‌آباد) پذیرفته شده در نشریه مرتع و آبخیزداری دانشگاه تهران مراجعه شود [۴۰]. برای برآورد خسارت مستقیم فرسایش خاک، از روش هزینه جایگزینی مواد مغذی خاک استفاده شد [۲۵]. در ابتدا به منظور برداشت نمونه از همه گروه‌های خاک موجود در حوزه که بر روی تصویر ماهواره‌ای منطقه بازتاب‌های متفاوتی داشتند و نتیجتاً احتمال تفاوت در میزان عناصر موجود در خاک آن‌ها وجود داشت، تصویر ماهواره خوشه بندی از روش سیستماتیک تصادفی استفاده شد. در مرحله نخست ۱۵ محل جهت نمونه‌برداری از هر یک از کاربری‌های اراضی انتخاب شده و پس از مراجعه به هر یک از این نقاط از پیش تعیین شده مورد نظر ۹ نمونه از خاک وسط و گوشه‌های کاربری مورد نظر از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری خاک برداشته، مخلوط کرده و نهایتاً یک نمونه مخلوط خاک در هر محل و در مجموع ۹۰ نمونه از کاربری‌های حوزه شامل اراضی کشت آبی، کشت دیم، باغات، و انواع مراتع به آزمایشگاه مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان چهارمحال بختیاری منتقل شد. شکل ۲ نحوه نمونه‌برداری از هر نقطه را به صورت شماتیک را نشان می‌دهد.

در آزمایشگاه میزان نیتروژن به روش کج‌دال، میزان فسفر قابل جذب به روش اولسن، میزان پتاسیم به روش فلیم فتومتری تعیین شد [۱۶] و سپس متوسط مقدار این عناصر در کاربری‌های مختلف اراضی محاسبه شد. مقدار عناصر مغذی از دست رفته از هر کاربری با ضرب این مقدار متوسط در رسوب تولیدی هر کاربری تعیین می‌شود. هزینه جایگزینی مواد مغذی در مقایسه با خرید کودهای شیمیایی رایج مورد استفاده توسط کشاورزان در حوزه بهشت‌آباد برای برآورد خسارت مستقیم در نظر

۴۹٪/۵ مراتع ضعیف، ۱۴٪/۵ مراتع متوسط، و ۸٪/۵ مراتع خوب)، ۲۲٪/۵ زراعت و ۲٪/۵ را رخنمون سنگی و ۳٪/۵ مناطق مسکونی در بر گرفته‌اند. کشت غالب حوزه گندم و جو آبی و دیم و یونجه است. پانزده تیپ گیاهی در سراسر حوزه بهشت‌آباد گسترش دارد و گون به عنوان گونه غالب مراتع طبیعی پراکنش دارد. شکل ۱ موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه را نشان می‌دهد. قسمت عمده حوزه آبخیز کارون کوهستانی و پرشیب بوده و با توجه به شدت و پراکنش نامناسب بارندگی، هر ساله حجم عظیمی از خاک آن فرسایش یافته و ضمن کاهش حاصل‌خیزی خاک، با رسوب در مخازن سدهای بزرگ، مشکلات بسیاری ایجاد می‌نماید (مرکز تحقیقات منابع آب دانشگاه شهرکرد، ۱۳۹۲).

## ۲.۲. روش کار

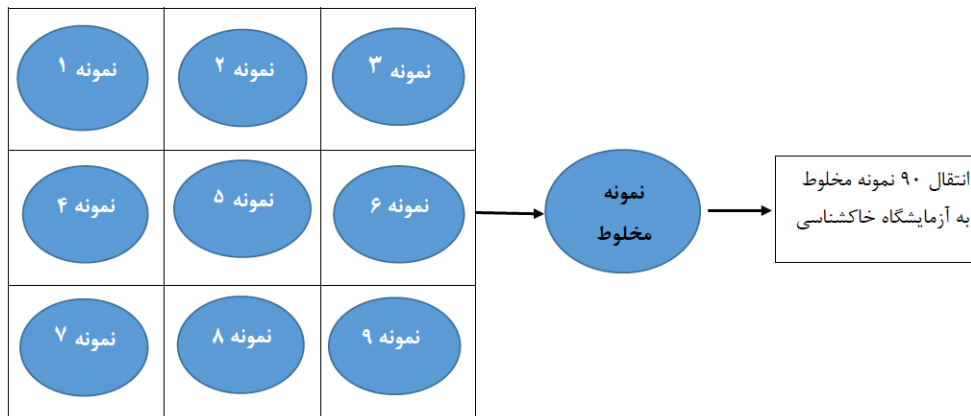
در این مطالعه، به منظور برآورد خسارت اقتصادی ناشی از فرسایش خاک در مرحله اول رسوب تولید شده توسط هر یک از کاربری‌های حوزه آبخیز بهشت‌آباد با استفاده از مدل SWAT<sup>۱</sup> برآورد شده است. در این مدل حوزه آبخیز بر اساس نوع خاک، کاربری اراضی و کلاس‌های شیب به واحدهای عکس‌العمل هیدرولوژیکی تفکیک شده و سپس برای هر واحد هیدرولوژیکی میزان آب، رسوب و چرخه عناصر و تلفات تعیین و برای هر زیر حوزه متوسط وزنی محاسبه می‌شود. سپس این مقادیر در مسیر شبکه رودخانه تا محل خروجی حوزه با هم جمع شده و مقدار نهایی برای حوزه تعیین می‌گردد. به منظور تأیید قابلیت استفاده از نتایج خروجی مدل صحت‌سنجی و واسنجی مدل با استفاده از آمار روزانه رسوب ایستگاه خروجی حوزه به نام بهشت‌آباد با استفاده از نرم افزار Swat-cup صورت گرفت. ضرایب NS و R به دست آمده برای مقادیر رسوب به ترتیب ۰/۷۲ و ۰/۷۳ برای مرحله واسنجی و ۰/۶۶، ۰/۷۱ در مرحله اعتبارسنجی توانایی مدل را در برآورد صحیح رسوب در حوزه آبخیز بهشت‌آباد

<sup>2</sup> Cluster

<sup>1</sup> Soil Water Assessment Tools

کود سولفات پتاسیم دارای ۴۲ درصد پتاسیم هر کیلوگرم ۱۲۰۰ ریال می‌باشد. قیمت واحد کودهای ذکر شده بر اساس آمار قیمت متوسط بازار در سال ۱۳۹۵ است.

گرفته شده در این مطالعه کودهای رایج شامل کود شیمیایی اوره حاوی ۴۶ درصد نیتروژن با قیمت هر کیلوگرم ۸۴۰۰ ریال، کود سوپر فسفات دارای ۲۴ درصد فسفر خالص بدون اکسیژن هر کیلوگرم ۱۷۰۰۰ ریال و



نقطه انتخابی بر روی تصویر ماهواره ای جهت نمونه برداری خاک

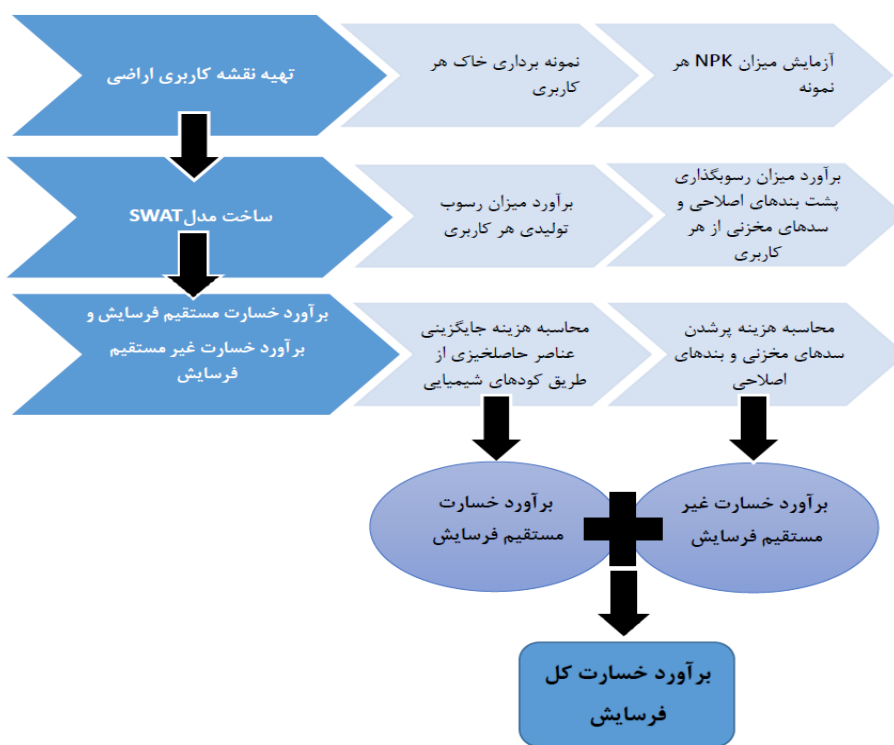
شکل ۲. نحوه برداشت نمونه خاک

با توجه به ابعاد سازه‌ها هزینه‌های احداث این سازه‌ها (بندهای اصلاحی) بر اساس فهرست بهاء سازمان برنامه و بودجه کشور در سال ۱۳۹۵ برای عملیات عمرانی و آبخیزداری و محاسبه عمر مفید آنها صورت گرفته است. علی‌رغم وجود بندهای اصلاحی، همچنان مقادیری رسوب از خروجی حوضه در ایستگاه بهشت آباد خارج می‌شود. چنانچه این مقدار رسوب در پشت سد مخزنی پس از خروج از حوضه ته‌نشین شود، علاوه بر کاهش حجم ذخیره مفید سد، سبب کاهش تولید برق و ذخیره آب کشاورزی نیز می‌گردد و باید در محاسبه خسارات غیرمستقیم فرسایش لحاظ گردند. لذا هزینه‌ای که برای ایجاد یک متر مکعب فضای ذخیره در سد مخزنی صرف می‌شود و نیز بهای یک متر مکعب آب کشاورزی و سود حاصل از تولید برق از این حجم ذخیره در برآورد خسارت ناشی از ته‌نشین شدن رسوبات در سد مخزنی مد نظر قرار گرفت. برای محاسبه خسارت پر شدن سد مخزنی هزینه محاسبه

خسارت غیرمستقیم فرسایش در این مطالعه به دو دسته خسارت ناشی از پر شدن بندهای اصلاحی و خسارت ناشی از پر شدن سد مخزنی در اثر رسوبات خروجی از حوزه آبخیز تقسیم‌بندی شد. جهت برآورد اقتصادی خسارت غیرمستقیم فرسایش، اثرات پر شدن حجم پشت سدهای رسوب‌گیر، هزینه پر شدن سد مخزنی، هزینه کاهش تولید برق و آب کشاورزی پشت سد مخزنی به دلیل قابلیت تبدیل آنها به ارزش اقتصادی در نظر گرفته شد و از دیگر اثرات غیرمستقیم فرسایش از جمله هزینه آلودگی محیط‌زیست و کاهش تنوع زیستی، ترسیب کربن، ارزش زیبایی چشم انداز، کیفیت آب و غیره به دلیل محدودیت اطلاعات اولیه در این موارد جهت ارزش‌گذاری اقتصادی، چشم‌پوشی شد. برای محاسبه این بخش از خسارت تولید رسوب، بر اساس اطلاعات و نقشه‌های موجود در مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان چهارمحال و بختیاری و بازدیدهای محلی

احداث این بندهای اصلاحی در برخی نقاط با شد. در این مطالعه برای محاسبه خسارت ناشی از پر شدن بندهای اصلاحی مجموع میزان رسوبگذاری در زیرحوزه‌های دارای سد بر مجموع حجم پشت بندهای اصلاحی تقسیم شد تا مدت زمان پر شدن سدها محاسبه شود و سپس بر اساس قیمت تمام شده ساخت این سدها در سال مرجع (سال ۱۳۹۵) هزینه هر تن رسوب پشت سد محاسبه شد. نهایتاً بر اساس سهم هر کاربری در تولید رسوب، خسارت حاصل از پر شدن بندهای اصلاحی محاسبه شد. شکل ۳ به صورت شماتیک مراحل انجام تحقیق مذکور را نشان می‌دهد.

شده توسط [۳] مبنا قرار گرفته است. در این مطالعه نهایتاً برای محاسبه خسارت غیرمستقیم فرسایش، سهم هر کاربری در تولید رسوب ملاحظه شد. در محدوده مذکور پراکنش سدهای رسوب‌گیر در همه زیرحوزه‌ها یکسان نیست و از ۳۱ زیرحوزه ۱۵ عدد دارای بند اصلاحی هستند. نتایج خروجی شبیه‌سازی مدل SWAT نشان می‌دهد در تعدادی از این ۱۵ زیرحوزه میزان رسوب ورودی و خروجی برابر است، یعنی در آبراهه و به عبارتی پشت بندهای اصلاحی آن زیرحوزه رسوبگذاری انجام نمی‌شود که دلیل آن علاوه بر به شیب حد رسیدن تعدادی از آبراهه‌های منطقه، می‌تواند مکان‌یابی نامناسب



شکل ۳. تصویر شماتیک مراحل برآورد خسارت اقتصادی فرسایش

با توجه به این که امکان محاسبه خسارت مستقیم فرسایش از روش موسوم به افت تولیدات زراعی با توجه به نبود اطلاعات دقیق در زمینه میزان کاهش محصولات در شرایط قبل و بعد فرسایش جهت مقایسه، روش هزینه

### ۳. نتایج

#### ۱،۳. خسارت اقتصادی مستقیم فرسایش

در این مطالعه برای محاسبه اثرات مستقیم فرسایش،

هزینه‌های جایگزینی مواد مغذی در هر کاربری براساس نتایج جدول مذکور و قیمت کودهای شیمیایی جایگزین صورت گرفته است.

جایگزینی مواد مغذی مورد استفاده قرار گرفت. مقادیر رسوب و عناصر اصلی حاصل خیزی در هر یک از کاربری‌های حوزه بهشت‌آباد در جدول (۱) ارائه شده است. محاسبات خسارت مستقیم فرسایش بر اساس

جدول ۱. میزان متوسط رسوب تولیدی و عناصر مغذی اصلی در هر کاربری اراضی

کاربری	رسوب (تن/هکتار/سال)	مساحت (هکتار)	میانگین شیب (%)	کل رسوب تولیدی (تن/سال)	سهم هر کاربری در تولید رسوب (%)	نیتروژن (%)	فسفر (mg/kg)	پتاسیم (mg/kg)
کشت آبی و آیش	۷/۱	۵۸۰۰۰	۵/۳	۴۱۱۸۰۰	۹/۲	۰/۱۲	۲۲/۳	۳۱۸
کشت دیم	۲۴/۵	۱۸۵۰۰	۱۵/۲	۴۵۳۲۵۰	۱۸/۹	۰/۰۹	۱۰/۷	۱۹۹
باغ	۱/۶	۹۵۰۰	۸/۵	۱۵۲۰۰	۰/۶	۰/۱۳	۱۲/۷	۲۹۶
مراتع بالادست (خوب)	۱۸/۲	۳۸۰۰۰	۳۸	۶۹۱۶۰۰	۲۸/۹	۰/۰۶	۱۱/۸	۲۳۰
مراتع میان‌بند (متوسط)	۳/۴	۶۰۰۰۰	۱۵/۲	۲۰۴۰۰۰	۸/۵	۰/۰۶	۱۱/۸	۲۳۰
مراتع پایین دست (ضعیف)	۹	۱۸۹۰۰	۱۸/۵	۱۷۰۱۰۰۰	۳۳/۹	۰/۰۶	۱۱/۸	۲۳۰

\* طبقه‌بندی مراتع بر حسب تولید علوفه و خوشخو راکی بر اساس نقشه کاربری اراضی مرکز تحقیقات منابع طبیعی استان چهارمحال و اصلاح با تصاویر ماهواره‌ای به روز صورت گرفته است و این طبقه بندی بر اساس میزان فرسایش نمی‌باشد.

دست رفته بر مبنای سه عنصر اصلی نیتروژن، فسفر و پتاسیم در جدول (۲) ارائه شده است.

خسارت مستقیم فرسایش بر اساس برآورد هزینه جایگزینی مواد مغذی بر پایه میزان کودهای شیمیایی از

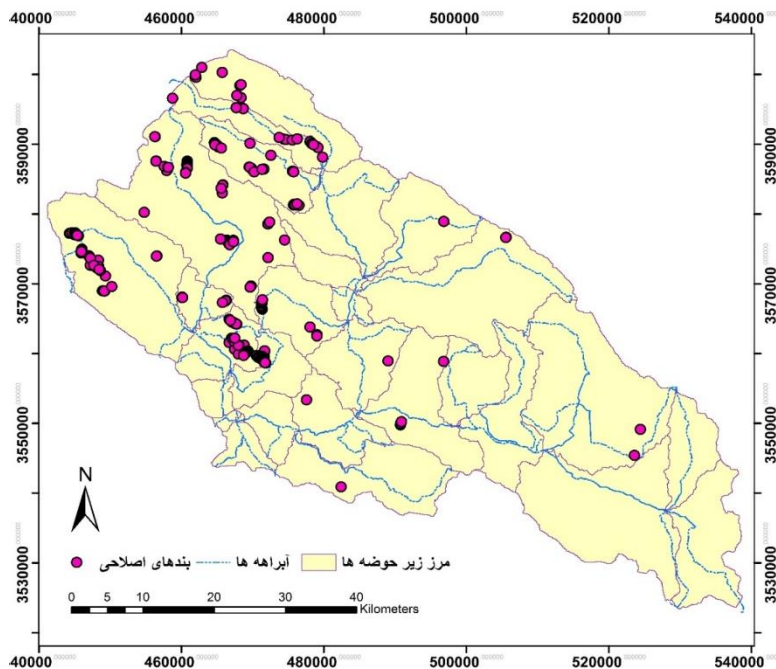
جدول ۲. محاسبه اقتصادی خسارت جایگزینی مواد مغذی در هر هکتار کاربری‌های اراضی در سال

نوع کاربری	کود اوره مورد نیاز (تن/هکتار)	هزینه جایگزینی با کود اوره (ریال)	کود سولفات پتاسیم مورد نیاز (تن/هکتار)	هزینه جایگزینی با سولفات پتاسیم (ریال)	کود سوپر فسفات مورد نیاز (تن/هکتار)	هزینه جایگزینی با کود سوپر فسفات (ریال)	جمع کل (میلیون ریال/هکتار)
کشت آبی	۱/۸۵	۱۵۵۵۸۲۶	۰/۵۴	۶۴۵۰۸۶	۰/۰۷	۱۱۲۱۵۰	۲۳/۱
کشت دیم	۴/۷۹	۴۰۲۶۵۲۲	۱/۱۶	۱۳۹۳۰۰۰	۰/۱۱	۱۸۵۶۹۰	۵۶
باغ	۰/۴۶	۳۸۶۹۴۸	۰/۱۱	۱۳۷۸۵۱	۰/۰۱	۱۴۶۴۰	۵/۴
مراتع پایین دست	۱/۱۶	۹۷۵۱۳۰	۰/۴۹	۵۸۲۳۱۴	۰/۰۴	۷۴۳۸۹	۱۶/۳
مراتع میان بند	۰/۴۴	۳۷۲۵۲۲	۰/۱۹	۲۲۲۴۵۷	۰/۰۲	۲۸۴۱۸	۶/۲
مراتع بالادست	۲/۳۷	۱۹۹۴۰۸۷	۰/۹۹	۱۱۹۰۸۰۰	۰/۰۹	۱۵۲۱۲۲	۳۳/۴



بهشت آباد و جدول (۳) تعداد، نوع و مجموع حجم سازه و مجموع حجم پشت این سازه‌ها را نشان می‌دهد.

۲,۳. خسارت اقتصادی غیرمستقیم فرسایش  
شکل (۴) پراکنش بندهای اصلاحی در حوزه آبخیز



شکل ۴. موقعیت بندهای اصلاحی در حوزه آبخیز بهشت آباد

محاسبات این بخش حذف شدند. جدول (۳) مشخصات بندهای اصلاحی ساخته شده در حوزه بهشت آباد را نشان می‌دهد (بر اساس اطلاعات و نقشه‌های موجود در مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان چهارمحال و بختیاری).

لازم به ذکر است که نتایج مدل SWAT نشان می‌دهد که در اکثر زیر حوزه‌های دارای سدخاکی رسوب گذاری در آبراهه صفر است و در چند زیر حوزه دارای رسوب گذاری در بالادست سد خاکی، سدهای رسوب گیر احداث شده‌اند. لذا بر این اساس سدهای خاکی از

جدول ۳. بندهای اصلاحی حوزه آبخیز بهشت آباد

نوع سازه	تعداد	مجموع حجم سازه (مترمکعب)	مجموع حجم پشت سازه (مترمکعب)	بهای واحد (ریال)	هزینه ساخت (میلیون ریال)
خشکه چین	۸۸	۱,۲۵۵	۴,۸۱۵	۳۱۰,۵۰۰	۲۸۹/۷
سنگ چین ملات دار	۱۷۰	۱۵,۵۵۰	۲۲,۰۶۰	۸۳۳,۰۰۰	۱۲۹۱
گابیون	۶۱	۲,۹۵۰	۳۱,۴۶۳	۸۱۱,۵۰۰	۲۳۹۴
خاکی	۲۲	۴,۸۳۷,۹۰۰	۷۴,۱۴۴,۴۲۷	۱۸۵,۰۰۰	۸۹۵۰۱۱/۵
مجموع	۳۴۱		۷۴۴,۰۱۱,۲۲۷	-	۸۹۹۰۸۶

برای حوزه بهشت آباد، سالانه حدود ۲۲۰۰۰۰ تن رسوب

بر اساس نتایج مدل SWAT اجرا شده در این تحقیق

سد محاسبه هزینه خسارت رسوب گذاری هر تن رسوبات پشت بندهای اصلاحی صورت گرفته و نتایج در جدول (۴) ارائه شده است.

از کاربری های مختلف در زیر حوزه های دارای بند اصلاحی به پشت این سدها انتقال یافته و در آنجا رسوب گذاری می شود [۳۹]. بر این اساس و طبق مجموع حجم پشت

جدول ۴. محاسبه خسارت واحد رسوب

وزن رسوب انتقالی (تن)	حجم رسوب انتقالی (مترمکعب)	مجموع حجم پشت بندهای اصلاحی (مترمکعب)	مدت زمان پر شدن پشت بند اصلاحی	هزینه ساخت بندهای اصلاحی سالانه (ریال)	هزینه هر تن رسوب (ریال)
۲۲۰۰۰۰	۱۸۳۳۰۰	۲۵۶۸۸۰۰*	۱۴ سال	۲۹۱۰۰۵۳۰۷۵۰	۱۳۲۰

\* حجم پشت بندهای اصلاحی شامل مجموع حجم پشت کل سدهای گابیونی، خشکه چین و سنگ چین ملات دار می باشد.

\* هزینه ساخت سالانه بندهای اصلاحی شامل مجموع هزینه ساخت سدهای گابیونی، خشکه چین و سنگ چین ملات دار تقسیم بر مدت زمان پر شدن پشت بند اصلاحی می باشد.

خسارت اقتصادی رسوب گذاری پشت بند اصلاحی در اثر هر کاربری و نهایتاً بر اساس سطحی که هر کاربری به خود اختصاص می دهد، خسارت در ازای هر هکتار برای هر یک از انواع کاربری های اراضی منطقه محاسبه شد. نتایج در جدول (۵) ارائه شده است.

بر اساس نتایج جدول (۴) متوسط هزینه هر تن رسوب گذاری در پشت سدهای مخزنی حوزه آبخیز بهشت آباد ۱۳۲۰ ریال است. بر این اساس با توجه به سهم هر کاربری در تولید رسوبات، ابتدا نقش هر کاربری در رسوب گذاری پشت سدهای مخزنی و سپس بر مبنای آن

جدول ۵. خسارت رسوب گذاری پشت بند اصلاحی برای هر کاربری

کاربری	مساحت (هکتار)	کل رسوب تولیدی (تن/سال)	سهم هر کاربری در تولید رسوب	پشت بند اصلاحی (تن)	خسارت رسوب گذاری پشت بند اصلاحی (میلیون ریال)	خسارت در ازای هر هکتار کاربری (ریال)
کشت آبی	۵۸۰۰۰	۴۱۱۸۰۰	۱۱/۸٪	۲۶۵۰۶	۳۴/۹	۶۰۰
کشت دیم	۱۸۵۰۰	۴۵۳۲۵۰	۱۲/۹٪	۲۹۱۷۴	۳۸/۵	۲۰۸۰
باغ	۹۵۰۰	۱۵۲۰۰	۰/۴٪	۹۷۸	۱/۳	۱۴۰
مراتع بالادست	۴۰۰۰۰	۷۲۸۰۰۰	۲۰/۸٪	۴۴۵۱۶	۵۸/۷	۱۵۵۰
مراتع میان بند	۶۲۰۰۰	۲۱۰۸۰۰	۶٪	۱۳۱۳۱	۱۷/۳	۲۹۰
مراتع پایین دست	۱۸۹۰۰۰	۱۶۸۲۱۰۰	۴۸٪	۱۰۵۶۹۴	۱۳۹/۵	۷۶۰

سدهای مخزنی، با توجه به سهم هر کاربری در تولید رسوبات، خسارت ناشی از هر کاربری اراضی محاسبه شد. نتایج محاسبه خسارت اقتصادی ناشی از رسوبات خروجی از حوزه در جدول (۶) ارائه شده است.

بر طبق نتایج مدل SWAT اجرا شده برای این تحقیق سالانه در حدود صد هزار تن رسوب از حوزه آبخیز بهشت آباد خارج می شود. بر این اساس و با توجه به مبلغ ۴۰۱۰ تومان خسارت به ازای هر تن رسوب گذاری پشت

جدول ۶. خسارت رسوب‌گذاری پشت سد مخزنی برای هر کاربری در حوزه آبخیز بهشت‌آباد

کاربری	سهم هر کاربری در تولید رسوب (%)	رسوب‌گذاری پشت سد مخزنی (تن)	خسارت کل رسوب‌گذاری پشت سد مخزنی (میلیون ریال)	خسارت در ازای هر هکتار (ریال)
کشت آبی	۱۱/۸	۱۲۰۴۸	۴۸۳	۸۳۳۰
کشت دیم	۱۲/۹	۱۳۲۶۱	۵۳۲	۲۸۷۴۰
باغ	۰/۴	۴۴۵	۱۷۹	۱۸۸۰
مراعات بالادست	۲۰/۸	۲۰۲۳۵	۸۱۱/۵	۲۱۳۵۰
مراعات میان بند	۶	۵۹۶۹	۲۴۰	۳۹۹۰
مراعات پایین دست	۴۸	۴۸۰۴۳	۹۲۶/۵	۱۰۴۴۰

خسارت کل شامل مجموع هزینه‌های درون و برون حوزه‌ای فرسایش می‌باشد. نتایج خسارت کل فرسایش محاسبه شده در حوزه آبخیز بهشت‌آباد در جدول (۷) ارائه شده است.

جدول ۷. خسارت مستقیم و غیرمستقیم فرسایش خاک از هر کاربری اراضی در حوزه آبخیز بهشت‌آباد

نوع کاربری	خسارت کل فرسایش از هر هکتار (تومان/هکتار)
کشت آبی	۲۳۱۳۹۳۴
کشت دیم	۵۶۰۸۲۲۱
باغ	۵۳۹۶۳۶
مراعات پایین دست (ضعیف)	۱۶۳۴۰۷۰
مراعات میان بند (متوسط)	۶۲۳۸۱۴
مراعات بالا دست (خوب)	۳۳۳۸۱۰۱

#### ۴. بحث و نتیجه‌گیری

چنانچه نتایج این تحقیق نشان می‌دهد خسارت ناشی از هدر رفت عناصر غذایی حاصل‌خیزی خاک که به عنوان خسارت مستقیم فرسایش در نظر گرفته شده است در حوزه مذکور بسیار بیشتر از خسارت غیرمستقیم ناشی از رسوب‌گذاری است. به طوری که خسارت غیرمستقیم در این تحقیق در مقایسه با خسارت مستقیم قابل چشم‌پوشی است. این امر خطرات برداشت‌های نامناسب از زمین و

روش‌های غیراصولی کشت و کار و چرای مفرط و عدم رعایت اصول آمایش سرزمین در جانمایی کاربری‌های اراضی در حوزه بهشت‌آباد را نشان می‌دهد. میزان خسارت اقتصادی فرسایش خاک گزارش شده توسط محققین مختلف در جهان بسیار متفاوت می‌باشد که دلیل این امر علاوه بر تفاوت در نرخ فرسایش و رسوب در مناطق مختلف مطالعاتی، در نظر گرفتن اثرات و جنبه‌های مختلفی از فرسایش در محاسبات اقتصادی فرسایش و علاوه بر آن عامل نرخ تورم در زمان می‌باشد. چنانچه

مسئله افزایش تصاعدی شدت فرسایش در زمین‌های زراعی شیب‌دار، شیوه‌های نامناسب آبیاری از جمله شیوه غرقابی در بالغ بر ۵۰٪ اراضی آبی حوزه بهشت آباد و عملیات خاک‌ورزی نامناسب در اراضی کشت دیم و چرای مفرط که منجر به کاهش نقش حفاظتی و همچنین تنوع زیستی پوشش گیاهی شده است. با توجه به اینکه در منطقه مذکور مراتع خوب در بالا دست حوزه واقع شده‌اند لذا دو عامل شیب و چرای مفرط به علت خوشخوراکی علوفه تولیدی سبب فرسایش تشدید شونده شده است. [۲۷] مطالعات مشابهی بر روی فرسایش در حوزه آبخیز مجاور بهشت‌آباد به نام حوزه آبخیز تنگه گزی انجام داده‌اند و به نتایج مشابهی در مورد مراتع دست یافته‌اند. با توجه به این‌که مبالغ خسارت ذکر شده تنها بخشی از اثرات واقعی مستقیم و غیرمستقیم فرسایش هستند و بسیاری از هزینه‌ها مانند تخریب ساختمان خاک، کاهش مواد آلی و ترسیب کربن، افزایش سیلاب‌ها، کاهش تولید محصولات کشاورزی، کاهش ارزش چشم‌انداز، کاهش تنوع زیستی، آلودگی منابع آب و خاک و غیره در نظر گرفته نشده است. بدیهی است که با در نظر گرفتن همه اثرات فرسایش هزینه‌های درون و برون منطقه‌ای فرسایش و تولید رسوب بیشتر از مبالغ محاسبه شده در این تحقیق خواهد شد. لازم به ذکر است که طبق نظر محققین، فقط عناصر غذایی خاک نیستند که ترکیبات و عناصر ضروری موجود در خاک به شمار می‌روند. خصوصیات دیگری از جمله ساختمان فیزیکی، ظرفیت نگهداری آب در خاک، میزان مواد آلی و ابعاد کمی و کیفی ارگانیک‌های زنده حاضر در خاک و غیره هم در حاصلخیزی خاک تأثیرگذار می‌باشند [۳۹]، بنابراین ارزش واقعی تولیدی خاک بسیار فراتر از خسارت اقتصادی محاسبه شده به روش جایگزینی خواهد بود. بررسی‌ها نشان می‌دهد خسارت درون منطقه‌ای فرسایش محاسبه شده توسط محققین در آمریکا و اروپا (بعد از معادل‌سازی ارزی) در مواردی پایین‌تر از مقادیر محاسبه شده در این تحقیق می‌باشد که علت اصلی پایین‌تر بودن نرخ فرسایش

طبق محاسبات به روز شده [۱۴]، مقدار کل فرسایش در هر هکتار در آمریکا بر اساس مطالعات [۲۸] برای کاهش محصولات کشاورزی ۶۵/۳ برای اثرات خارج حوزه‌ای ۴۴/۴ برای اثرات درون و برون آبراهه‌ای ۱۹/۳ دلار نیوزلند، در زیمبابوه ۱۳/۸ دلار نیوزلند، در انگلستان ۱/۶۷ دلار نیوزلند برای خسارت کشاورزی فرسایش [۲۵، ۱۴، ۲۸] و خسارت برای بیشترین و کمترین میزان تولید رسوبات در استرالیا ۰/۰۸ و ۰/۲۳ دلار نیوزلند [۱۳] گزارش نموده‌اند. [۱۹] میانگین خسارت درون منطقه‌ای را در سه مزرعه مورد مطالعه در مناطق Caux farms Pays de The Lauragais حدود ۳۸ یورو در هر هکتار تخمین می‌زند و میزان آن را از ۸ تا ۹۰/۵ یورو متغیر گزارش کرده‌اند. [۹] تنها با در نظر گرفتن کاهش عملکرد دانه ذرت به این نتیجه رسیدند، کشاورزان در حوزه آبخیز Dapo در بخش اتیوپیایی نیل سالانه در حدود ۲۲۰ و ۱۵۰ دلار آمریکا، به ترتیب فقط به دلیل از دست دادن ازت و فسفر متضرر می‌شوند.

نتایج نشان می‌دهد بیشترین میزان تولید رسوب از هر هکتار و نتیجتاً بیشترین میزان خسارت اقتصادی ناشی از فرسایش خاک در حوزه آبخیز بهشت‌آباد مربوط به کاربری کشت دیم معادل ۵۶ میلیون ریال در هر هکتار است که علت آن واقع شدن این اراضی در شیب‌های بالای ۵ و حتی تا ۳۵ درصد و عملیات نادرست کشاورزی در منطقه است. کمترین میزان مربوط به باغات برابر ۵/۴ میلیون ریال در هکتار می‌باشد که اهمیت تاج‌پوشش گیاهی و رعایت شیب مناسب در احداث باغات در حفاظت خاک را نشان می‌دهد. علاوه بر این احداث باغات در منطقه مطالعاتی اکثراً در شیب‌های زیر ۱۲٪ است، کشت ردیفی سبب شکست شیب و ایجاد حالت سکو مانند شده است. چنان‌چه بیشترین خسارت ناشی از فرسایش و رسوب مربوط به اراضی کشت دیم و سپس مراتع بالادست حوزه است که در طبقه‌بندی مراتع به لحاظ نوع و خوشخوراکی پوشش گیاهی و میزان پوشش و کیفیت علوفه در دسته مراتع خوب قرار دارند، می‌باشد. علت این

ارزش اقتصادی حفاظتی اکوسیستم‌های طبیعی سبب می‌شود معیاری برای مقایسه سود و زیان ناشی از تغییر کاربری‌های اراضی در اختیار محققین و مدیران حوزه‌های آبخیز برای تصمیم‌گیری‌های آینده در برنامه‌ریزی استفاده اراضی قرار دهد، اما در مقایسه اجمالی می‌توان دید که خسارت ناشی از باغات و کشت آبی کمتر از کشت دیم است یا این که خسارت ناشی از چرای مراتع این حوزه نسبتاً بالا است. چیزی که در ظاهر امر دیده نمی‌شود. نکته‌ای که باید بر آن تأکید کرد این است که مراتع به مدیریت بیشتری نیاز دارند و کشت دیم هم به دلیل خسارت نسبتاً زیاد باید اصلاح شود.

و ر سوب در آن مناطق می‌باشد و بالعکس خسارت برون منطقه‌ای محاسبه شده توسط آن‌ها بیشتر از مقادیر به دست آمده در این تحقیق می‌باشد که علت آن، چشم‌پوشی از بسیاری از خسارات غیر مستقیم در این تحقیق به علت نبود اطلاعات کمی در منطقه مورد مطالعه است.

هدف اصلی این تحقیق نشان دادن خسارت ناشی از فرسایش خاک و مقایسه کاربری‌های مختلف اراضی از این لحاظ است. واضح است که تبدیل ارزش‌های غیربازاری به پول کار ساده‌ای نیست. بسیاری از کارکردهای اکوسیستم را به سختی می‌توان ارزش‌گذاری کرد و بنابراین در این محاسبات لحاظ نشده‌اند. برآورد

## References

- [1] Agheli Kahne, L., and Sadeghi, h. (2005). Estimation of soil economic effects I Iran. Journal of economic research. No. 15
- [2] Ahmadi Iikhchi, A., Hajabbassi, M. A., Jalalian, A. (2003), Effects of Converting Range to Dry-farming Land on Runoff and Soil Loss and Quality in Dorahan, Chaharmahal & Bakhtiari Province. JWSS. 2003; 6 (4) :103-115
- [3] Bahrami, H., Mahmodi Nejad, V., Moradi, M. (2017). Necessity to dedicate a portion of the hydroelectric dam income of Karun watershed to watershed management, First National Conference on Natural Resources and Sustainable Development in Central Zagros, Shahrekord university, September 2017 (In Persian)
- [4] Bakhtiari, F., M. Panahi, M. Karami, J. Ghodousi, Z. Mashayekhi and M. Pourzadi. (2009). Economic valuation of soil nutrients retention functions of Sabzkouh forests, Iranian Journal of Forest, 1: 69-81 (In Persian).
- [5] Bateman Ian J. & Andrew A. Lovett. (2000). Estimated value of carbon sequestered in softwood and hardwood Trees, timber Products and Forest Soils in Wales, Journal of Environmental Management, 60: 301-323.
- [6] Bennett, H.H. (1993). The cost of soil erosion, Journal of Ohio Society, 33:271-279.
- [7] Cruz, W., H.A. Francisco and Z.T. Conway. (1988). The on-site and downstream costs of Erosion in the Magat and Pantabangan Watershed Journal of Philippines Development, 26: 85- Degradation. Project 6.1 Final Report to the National Land and Water Resources Audit.
- [8] Darmendrail, D. Cerdan O., Gobin A., Bouzit M., Blanchard F., and Siegele B. (2004). Assessing the Economic Impacts of Soil Degradation Final Report, Volume II: Case Studies and Database Research, Final Version, December 2004, Study Contract ENV.B.
- [9] Erkossa, T; Wudneh, A; Desalegn, B; Taye, G. (2015). linking soil erosion to on-site financial cost: lessons from watersheds in the Blue Nile basin, Solid Earth; Gottingen 6.2 (2015): pp 765-774.
- [10] FAO. UNDP. 1994. Land degradation in South Asia: its severity causes and effects upon the people. World Soil Resources Reports No. 78
- [11] Ghasemi Aryan, Y, Kiani Rad, A, Azarnivand, H. (2017). Economic evaluation of soil fertility function in Recoverd rangeland ecosystems in arid regions, (Case study: Carbon sequestration project report, southern khorasan, 2014), Journal of Range AND Watershed Management, Volume 69, Issue 4, Winter 2017, Page 1031-1042 (text in Persian)

- [12] Gulati, A. and S.C. Rai. (2014). Cost estimation of soil erosion and nutrient loss from a watershed of the Chotanagpur Plateau, India. *Journal of Current Science*, 106: 1-5.
- [13] Hajkovicz, S.A. and Young, M.D. (2002). Value of returns to land and water and costs of Canberra, CSIRO Land and Water
- [14] Haydon J, Clough P, Höck B, and Phillips C. (2008). Economic costs of hill country erosion and benefits of mitigation in New Zealand: Review and recommendation of approach
- [15] ISRIC. (2011). Chapter 4: global soil erosion ~ Edition 9 of March 2010 (Updated October 2010 and Sept. 2011)
- [16] Jafari haghghi.M. (2003). Soil Analysis Methods: Sampling and important chemical & physical analysis “ regarding to practical and teorical methods
- [17] Jalalian A. (2011). Soil degradation and its effect in Iran. 20th Iran soil congress. 3-5 Sept. Tabriz University, Iran.
- [18] Lang, S.S. (2006). Slow, insidious' soil erosion threatens human health and welfare as well as the environment, Cornell study asserts. National institute of food and agriculture.
- [19] Le Bissonnais Y., Cerdan O., Léonard J. (2003). Pan-European soil erodibility assessment. In: Boardman, J., Poesen, J. (Eds), *Soil erosion in Europe*. Wiley, Chichester, U.K. in press.
- [20] Mobarghaei N. (2011). Estimating the Value of Conservation Function of Soil Nutrient in Forest Ecosystems, *Environmental Researches*, 2011(Issue 2), pp 1-9(in Persian)
- [21] Mojarad Ashna.M. (1998). Investigating the sequence of plant regeneration in refugee settlements in western Azerbaijan and its ecological valuation, Ms.C Thesis, Tarbiat Modares university of Tehran (in perisan)
- [22] Mojarad Ashna.M, Rohani.A. (2010). Soil Erosion: Challenges, costs and benefits of conservation, *Human & Environment*, 2010 (Issue 14), (in perisan)
- [23] Moosavi, S. A., Arzani, H., Sherzei, GH. A., Azarnivand, H., Farahpoor, M., Estefani, E., Alizadeh, E and Nazari Samani, A. A. (2014). Economic valuation of rangeland plant cover roles in soil conservation (case study: Medium Taleghani Basin). *Journal of rangeland and watershed*, No, 2, Pp 331-337.
- [24] Morgan, R.P. C. (1995). *Soil Erosion and Conservation*. Longman LTD, UK, PP 60-67
- [25] Norse, D. and Saigal, R. (1994). National economic cost of soil erosion in Zimbabwe. In: M. Munasinghe (Editor), *Environmental economics and natural resource management in Developing countries*. Committee of International Development Institutions on the Environment (CIDIE), pp. 229-240.
- [26] Nour, F., M. Nasri, H. Yeganeh and F. Moghiminejad, Y. Ghasemi Aryan and J. Bani name. (2013). Estimation of economic losses of soil erosion of rangelands using Nutrient Replacement Cost Method (NRCM). *Iranian Journal of Range and Desert Research*, 20: 522-530 (In Persian).
- [27] Pazhohesh.M, Gorji. M, Taheri.S.M, Sarmadian.F, Mohamadi.F & Samadi Broujeni.H. (2011). Impact of different landuse on sediment production in upper Zayanderoud dam watershed, *IRAN Water Research Journal*, spring and smmer 2011, Page 152-143
- [28] Pimentel, D., C. Harvey, P.Resosudarmo, K. Sinclair, D. Kurz,M. McNair, S. Crist, L. Fitton, R. Saffouri, and R. Blair. (1995). Environmental and Economic costs of Soil Erosion and Conservations Benefits. *Science*. 267:1117-1123.
- [29] Pretty, J.N., Brett, C., Gee, D., Hine, R.E., Mason, C.F., Morison, J.I.L., Raven, H., Rayment, M.D., and van der Bijl, G. (2000). An assessment of the total external costs of UK agriculture. *Agricultural Systems*, 65(2): 113-136.
- [30] Rastgar. S, Barani. H, Darijani. A, Sheikh. V B, Ghorbani. J, and Ghorbani. M. (2016). Estimating Direct Economic Value of Soil Conservation Function of Rangelands, *Journal of Watershed Management Research* Vol. 7, No. 13, Spring and Summer 2016, PP 254-261
- [31] Sri Lanka Report. (2001). State of the Environment. Part III, pp.23-106, Internet Address: [www.grida.no/soe/iea/purna/.../soe-srlink.pdf](http://www.grida.no/soe/iea/purna/.../soe-srlink.pdf).
- [32] Somarante, W.G. (1998). Policy Reforms and the Environment: A general Equilibrium Analysis of Land Degradation in Sri Lanka, Ph.D Thesis, La Trobe University, Melbourne, Australia.

- [33] Stocking. M. (1986). of soil erosion in ZimbabweinZimbabwean terms of the loss of three major nutrients. Rome, FAO, 986, 156p
- [34] Telles, T.S., M.F. Guimaraes and S.C. Dechen. (2011). The cost of soil erosion. Brazilian Journal of Soil Sciences, 35: 287-295
- [35] Toy, T.J., Foster, G.R. and Renard, K.G. (2002). Soil erosion: Processes, prediction, measurement, and control Technology & Engineering. New York, John Wiley and Sons, 338 pp.
- [36] Ward, P.J., H. Renssen, J.C.J.H. Aerts, R.T. Van Balen & J. Vandenberghe. (2009). The impact of land use and climate change on late Holocene and future suspended sediment yield of the Meuse catchment, J. Geomorphology, 103: 389-400.
- [37] Water resource investigation center (Shahrekord university). (2013). A report of Investigating the technical, socio-economic and environmental impacts of the implementation of the Beheshtabad Water Transfer Tunnel on groundwater resources and the tunnel area route and providing appropriate solutions. (in Persian)
- [38] World Bank. (2005). Islamic Republic of Iran Cost: Assessment of Environmental Degradation, Rural Development, Water and Environment Department Middle East and North African Region.
- [39] WRI, Ecosystems and Human Well-being. (2003). a report of the conceptual framework working group of the millennium ecosystem assessment, Island Press.
- [40] Ziaie .D, Zare Bidaki R, Besalatpour A. (2018). Comparing Surface Runoff and Sediment Yield of Different Land Uses in Beheshtabad Watershed Using SWAT, Journal of RANGE AND WATERSHED MANAGEMENT, (Under publishent)

